

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-ВОСТОЧНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ М.К.  
АММОСОВА»  
Автодорожный факультет  
Кафедра «Автомобильные дороги и аэродромы»

**АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ  
АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ.**

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

Направление подготовки 08.04.01 «Строительство»  
Магистерская программа: «Управление качеством автомобильных дорог в  
криолитозоне»

Руководитель:  
к.э.н. доцент кафедры  
«Автомобильные дороги,  
аэродромы» автодорожного  
факультета СВФУ  
Гоголев В.Е.

Выполнил: магистрант 2 курса  
группы М-УКАД-19  
Сидоров Спиридон Спиридонович

---

(подпись)

г. Якутск 2021 г

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ.....	6
1.1 Дорожная одежда.....	6
1.2 Конструирование дорожных одежд.....	10
1.3 Основные виды деформаций и разрушений.....	23
1.4 Капитальный ремонт дорожных одежд.....	26
ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ .....	34
2.1 Анализ и оценки состояния дорожного покрытия.....	34
ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ.....	42
3.1 Размещение производственных баз, обеспечение материалами.....	42
3.2 Технологическая карта на строительство асфальтобетонного покр ытия.....	57
3.3. Использование резиновой крошки в дорожной одежде.....	68
3.4 Экономическая часть.....	87
3.6 Охрана окружающей среды.....	97
Выводы.....	102
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	104

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильные дороги это комплекс инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения круглогодичного, непрерывного, удобного и безопасного движения автомобилей с расчетной нагрузкой и установленными скоростями в любое время года и в любых условиях погоды.

Сокращение объемов реконструкции и строительства инфраструктурных объектов, а также темпов пополнения и обновления парков подвижных средств транспорта, другой транспортной техники привело в последние годы к существенному ухудшению их технического состояния (возрастной структуры, увеличения износа и т.д.) и работоспособности.

В настоящее время протяженность «узких мест» по пропускной способности составляет 8,3 тыс.км или около 30% протяженности направлений сети железных дорог, обеспечивающих около 80% всей грузовой работы железнодорожного транспорта.

До настоящего времени не завершено формирование опорной сети федеральных автомобильных дорог, связывающей все регионы России. Нормативным требованиям соответствует лишь 38% автомобильных дорог федерального значения.

Сохраняется низкий уровень развития дорожной сети аграрных территорий, а также в регионах Крайнего Севера, Якутии, Магаданской области, Чукотском автономном округе и др.

Из-за отсутствия дорог с твердым покрытием более 10% населения в весенний и осенний периоды остаются отрезанными от транспортных коммуникаций.

До настоящего времени 39 тыс. населенных пунктов с общей численностью населения до 15 млн. жителей (в том числе 7,5% от общего

числа районных центров и 6,7% центральных усадеб сельскохозяйственных организаций) не имеют связи с транспортной сетью страны по автомобильным дорогам с твердым покрытием. Не завершено формирование опорной сети дорог в районах Севера, Сибири и Дальнего Востока.

Федеральные автомобильные дороги исчерпали свою пропускную способность. С превышением нормативной загрузки эксплуатируется 13 тыс. км, особенно на подходах к крупнейшим городам, что составляет почти 27% от протяженности сети. Местная дорожная сеть развита недостаточно, поэтому значительная часть локальных перевозок производится по федеральным дорогам. Ускорение автомобилизации страны пока не привело к соответствующему росту объемов строительства и реконструкции на дорожной сети, а ремонт автомобильных дорог в последние годы даже несколько сократился. При увеличении протяженности автомобильных дорог общего пользования за последние 10 лет на 15%, автомобильный парк вырос почти на 75%.

Решение задачи приведения протяженности и состояния дорожной сети в соответствие с потребностями экономики и населения существенно осложняется влиянием опережающего роста рыночных цен на дорожно-строительные материалы. Рост цен на указанные ресурсы за последние 5 лет в полтора раза превышает индексы цен в строительстве за этот же период.

На закупку материалов расходуется до 60% стоимости дорожных работ. Из-за опережающего роста цен потери объемов инвестиций в дороги за последние пять лет сопоставимы с годовым объемом финансирования дорожного хозяйства.

Магистерская диссертация рассматривает капитальный ремонт автомобильных дорог в Республике Саха (Якутия). Тема данной работы является актуальной в настоящее время, так как на поддержание существующей сети дорог в нормативном состоянии отводится практически 75% средств отрасли дорожного строительства.

**Актуальность темы** диссертационной работы определяется значением капитального ремонта дорожных одежд для улучшения транспортной инфраструктуры региона.

От конструкции дорожных одежд зависит срок службы дорог и безопасность дорожного движения. В связи с чем, это направление является актуальной задачей развития дорожного хозяйства республики.

Цель и основные задачи исследования

**Цель работы** - анализ применения различных конструкций дорожных одежд при капитальном ремонте автомобильной дороги.

Для достижения поставленной цели, решаются следующие задачи:

анализ данных по строительству дорожных одежд;

анализ существующих решений по применению различных добавок для повышения эксплуатационных качеств дорожных одежд;

оценка экономической составляющей

**Структура и объем работы**

Диссертационная работа состоит из введения, 3 глав, общих выводов и списка использованной литературы, включающего 34 наименования. Полный объем работы составляет 106 страниц. В тексте содержится 13 рисунков и 18 таблиц. Диссертация выполнена на кафедре «Автомобильные дороги и аэродромы» Автодорожного факультета, в Северо – Восточном федеральном университете имени М.К. Аммосова под руководством к.э.н., доцента В.Е. Гоголева

# ГЛАВА 1. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

## 1.1 Дорожная одежда

Дорожная одежда как основной элемент автомобильной дороги.

Конструктивные слои дорожной одежды.

Дорожная одежда представляет собой конструкцию проезжей части, которая включает в себя несколько слоев из различных материалов. Основные требования к дорожной одежде, обеспечивающие безопасное движение автомобилей с расчетными скоростями:

- необходимая прочность;
- ровность;
- шероховатость поверхности;
- беспыльность.

В то же время дорожная одежда должна отвечать требованиям экономичности и надежности, обеспечивать возможность максимальной механизации строительства и быть технологичной.

Экономичность определяют затратами на строительство, ремонт, содержание проезжей части, перевозку пассажиров и грузов, потери времени пассажиров в пути, дорожно-транспортные происшествия.

Под надежностью понимают экономически обоснованную вероятность безотказной работы дорожной одежды. С увеличением надежности дорожной одежды, как правило, возрастают затраты на ее строительство, но снижаются эксплуатационные затраты (на ремонт, содержание, транспортные расходы и др.).

Рациональное решение может быть найдено в результате оптимизации, которую вследствие сложности и многодельности расчетов обычно выполняют с применением компьютеров и специальных программ, в частности систем автоматизированного проектирования.

Конструкцию дорожной одежды и вид покрытия следует принимать исходя из транспортно-эксплуатационных требований и категории

проектируемой дороги с учетом интенсивности движения и состава автотранспортных средств, климатических и грунтово-гидрологических условий, санитарно-гигиенических требований, а также обеспеченности района строительства дороги местными строительными материалами.

Дорожные одежды могут состоять из одного или нескольких слоев. При наличии нескольких слоев дорожные одежды состоят из покрытия, основания и дополнительных слоев основания – морозозащитных, теплоизоляционных, дренирующих и др.

Покрытие — верхний, наиболее прочный, относительно тонкий слой одежды, хорошо сопротивляющийся истирающим, ударным и сдвигающим нагрузкам от колес, а также воздействию природных факторов. Обычно покрытие устраивают из наиболее дорогостоящих материалов и поэтому ему придают минимальную допустимую толщину. Покрытие обеспечивает необходимые эксплуатационные качества дороги (ровность поверхности, высокий коэффициент сцепления). В конструкции покрытия, помимо основного слоя, обеспечивающего необходимые качества, предусматривается запасной слой (слой износа), не входящий в расчетную толщину и подлежащий периодическому восстановлению в процессе эксплуатации дороги. Поверх покрытий, не обладающих достаточной водонепроницаемостью и сопротивлением истиранию, устраивают тонкие защитные слои (слои поверхностной обработки) путем розлива органических вяжущих материалов с засыпкой мелким щебнем. Защищая покрытие от проникания в него влаги от дождей или таяния снега, поверхностная обработка способствует повышению его прочности и сохранению ее постоянной в течение года. Поверхностную обработку применяют также для повышения шероховатости гладких покрытий в процессе эксплуатации.

Основание — несущая прочная часть одежды, устраиваемая из каменных материалов или грунта, обработанного вяжущими материалами. Оно предназначено для передачи и распределения давления на

расположенные ниже дополнительные слои или на грунт земляного полотна (подстилающий груш). Основание не подвергается непосредственному воздействию колес автомобилей, поэтому для его устройства можно использовать материалы несколько меньшей прочности, чем в покрытии и в слое износа. Основание может состоять из одного или нескольких слоев. В последнем случае верхние слои основания устраивают из более прочных материалов. Изолированное при устройстве усовершенствованных покрытий от воздействия поверхностной влаги основание может переувлажняться в результате перемещения влаги снизу вверх из земляного полотна в период зимнего промерзания. Поэтому в северных районах страны к материалам для устройства основания должны предъявляться определенные требования в отношении морозоустойчивости.

Дополнительные слои основания из материалов, устойчивых при увлажнении, укладываются в случае необходимости между основанием покрытия и подстилающим грунтом земляного полотна для снижения требуемой толщины основания и покрытия. На участках, где земляное полотно сложено из пылеватых, суглинистых и глинистых грунтов, в которых могут развиваться процессы зимнего влагонакопления, вводят дополнительный слой из пористых нетеплопроводных материалов - песка, гравия или щебня, который называют дренирующим, противопучинным или морозозащитным. Такой слой предназначен для отвода избыточной воды из верхних слоев земляного полотна, осушения дорожной одежды и повышения прочности грунта земляного полотна.

Грунт земляного полотна (подстилающий грунт) - тщательно уплотненные и спланированные верхние слои земляного полотна, на которые укладывают слои дорожной одежды. На подстилающий грунт передается все давление от транспортных нагрузок, поэтому он является весьма ответственным элементом конструкции дорожной одежды. Прочность дорожной одежды может быть обеспечена лишь на однородном, хорошо уплотненном земляном полотне при обеспеченном водоотводе.



Повышение сопротивления грунта земляного полотна внешним нагрузкам, его осушение и постоянство водного режима являются наиболее надежными способами увеличения прочности дорожной одежды и снижения ее стоимости. Никакое увеличение толщины слоев каменных материалов не может обеспечить прочность и ровность дорожной одежды, укладываемой на слабом грунтовом основании.

По сопротивлению нагрузкам от автотранспортных средств и по реакции на климатические воздействия дорожные одежды следует подразделять на одежды с жесткими покрытиями и слоями основания (условно далее - жесткие дорожные одежды) и на одежды с нежесткими покрытиями и слоями основания (нежесткие дорожные одежды).

Типы дорожных одежд Основные виды покрытий Категория дороги  
Капитальные Цементобетонные монолитные I-III Железобетонные  
или армобетонные сборные I-III Асфальтобетонные I-III  
Облегченные Асфальтобетонные Дегтебетонные Из щебня, гравия и  
песка, обработанных вяжущими III, IV и на первой стадии  
двухстадийного строительства дорог II категории.

IV и V категории

Переходные Щебеночные и гравийные из грунтов и местных  
малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими IV, V  
и на первой стадии двухстадийного строительства дорог III категории.

Низшие Из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками  
V и на первой стадии двухстадийного строительства дорог IV категории

а – цементобетонное покрытие; б – асфальтобетонное покрытие на  
гравийном основании; в – трехслойное асфальтобетонное покрытие на  
бетонном основании (применяется в городах); г – асфальтобетонное  
покрытие на основании из щебня, обработанного в установке  
органическими вяжущими, и грунта, укрепленного битумом и  
цементобетоном; д – асфальтобетонное покрытие на гравийном основании;  
е – покрытие из щебня, обработанного органическими вяжущими, на

щебеночном основании; ж – покрытие из щебня, обработанного органическими вяжущими на основании из цемента-грунта; з – покрытие из щебня, обработанного органическим вяжущим, на щебеночном основании; и – покрытие из гравийной смеси, обработанной органическими вяжущими, на гравийном основании; к – покрытие из щебня, укрепленного 6 % цемента, на основании из щебня, укрепленного 4 % цемента; л – покрытие из грунта, обработанного неорганическими вяжущими материалами; м – щебеночное покрытие; н – гравийное покрытие; о – покрытие из гравия, обработанного малыми дозами вяжущих материалов; п – булыжная мостовая; 1 – цементобетон; 2 – прослойка из песка, обработанного органическими вяжущими материалами; 3 – щебеночный слой; 4 – дополнительный (морозозащитный, дренирующий) слой основания из песка, гравия, шлака или морозоустойчивых местных каменных материалов; толщина его назначается по расчету; 5 – среднезернистый, мелкозернистый или песчаный асфальтобетон; 6 – крупнозернистый пористый асфальтобетон; 7 – щебень, обработанный органическими вяжущими методом пропитки; 8 – гравийная смесь; 9 – щебень, обработанный органическими вяжущими материалами в установке; 10 – гравийная смесь с добавками щебня, обработанная вяжущими в установке; 11 – цементогрунт; 12 – щебеночное покрытие, обработанное органическими вяжущими методом пропитки с последующей поверхностной обработкой); 13 – щебень, укрепленный добавками цемента (верхний слой 6 %, нижний 4 %); 14 – грунт, укрепленный добавками неорганических вяжущих; 15 – гравийные покрытия из некондиционных каменных материалов, укрепленных малыми дозами цемента. На покрытии двойная поверхностная обработка; 16 – булыжная мостовая.

## 1.2 Конструирование дорожных одежд

Проектирование конструкций дорожных одежд состоит из двух последовательно выполняемых этапов — конструирования и расчета, которые взаимосвязаны и не должны противопоставляться друг другу.

Подмена одного из них другим не может гарантировать, получения устойчивой, экономичной и удобной в эксплуатации дорожной одежды.

В зависимости от работы при воздействии нагрузок все дорожные одежды условно делят на две группы — нежесткие и жесткие.

Нежесткими называют одежды, обладающие малым сопротивлением изгибу. К ним относятся практически все типы одежд, кроме цементобетонных, а также асфальтобетонных покрытий и мостовых на цементобетонных основаниях. Большинство конструктивных слоев нежестких одежд не может воспринимать растягивающих напряжений, а сопротивление изгибу и модули упругости слоев зависят от температуры и влажности. Роль этих слоев сводится к распределению давления колес на большую площадь подстилающего грунта и к снижению передающихся на подстилающие грунты удельных нагрузок. Кроме того слои дорожной одежды предотвращают проникание в подстилающий грунт поверхностной воды, которая снижает его сопротивление нагрузкам.

Жесткие одежды имеют один или несколько слоев, обладающих сравнительно большим сопротивлением изгибу и модулями упругости, практически не зависящими от колебаний температуры и влажности. Жесткие одежды работают по принципу плит на упругом основании, распределяя давление от внешней нагрузки на площадь грунта, значительно большую, чем нежесткие.

Конструирование дорожной одежды заключается в выборе для нее наиболее подходящих материалов исходя из местных ресурсов и соображений организации работ, в целесообразном назначении размеров отдельных слоев и размещении их по глубине.

Конструирование дорожной одежды — наиболее творческая часть проектирования. Оно должно основываться на четких представлениях о напряженном состоянии и механизме деформации дорожных одежд, на учете опыта службы различных типов одежд в разных климатических

условиях и на особенностях воздействия на них движения по дороге и природных факторов.

Наметив конструкцию одежды, вначале назначают толщину тех ее слоев, размеры которых определяются не столько прочностью одежды, сколько другими факторами (обеспечение отвода воды, предотвращение пучинообразования, сопротивление износу и т. д.) или же принимаются в связи с их высокой стоимостью минимально необходимой толщины, с тем чтобы общая прочность одежды обеспечивалась за счет слоев из других, более дешевых материалов.

В ряде случаев в конструкции дорожной одежды необходимо предусматривать возможность постепенного (стадийного) ее усиления укладкой сверху слоев более прочных материалов по мере возрастания интенсивности или изменения состава движения.

Верхние слои земляного полотна рассматривают как составной конструктивный элемент одежды, к прочности и однородности которого предъявляются достаточно высокие требования. Опыт показывает, что недостаточная прочность земляного полотна не может быть компенсирована утолщением других слоев дорожной одежды.

Расчет дорожной одежды заключается в обосновании необходимой толщины и устойчивости как всей дорожной одежды в целом, так и отдельных ее слоев. Он сводится к обеспечению равнопрочности всех сравниваемых вариантов одежды и соответствия их заданным условиям движения.

Одним из основных требований при назначении вариантов дорожных одежд является учет в каждом конкретном случае интенсивности движения и местных грунтовых, гидрологических и климатических условий, влияющих на службу дорожных одежд. Так, например, щебеночные и гравийные покрытия, не обработанные органическими вяжущими материалами, лучше работают во влажном, умеренном климате и относительно быстро разрушаются в условиях сухого климата на юге.

При отсутствии местных каменных материалов следует устраивать основание из грунтов, укрепленных вяжущими. В последние годы в строительстве находят широкое применение золы уноса ТЭЦ, металлургические шлаки, обладающие цементирующими свойствами, каменные породы из отвалов рудников и каменноугольных шахт и многие другие побочные продукты промышленности.

Однако следует иметь в виду значительную неоднородность этих материалов в отвалах и необходимость тщательной их сортировки перед укладкой в дорожную одежду. Многие местные слабые каменные материалы требуют предварительной обработки малыми дозами цемента или органических вяжущих для повышения морозоустойчивости. Вообще, чем слабее и неоднороднее местные материалы, тем большего внимания требуют конструирование и постройка дорожных одежд.

При конструировании дорожных одежд необходимо учитывать технологические особенности их строительства, отдавая предпочтение вариантам конструкций, осуществление которых требует наименьших материальных ресурсов и не связано с необходимостью применения ручного труда. Преимуществом обладают конструкции, наиболее простые при постройке, допускающие индустриализацию заготовительных работ на базах и полную механизацию строительных работ.

Большое значение имеет возможность пропуска автомобилей в процессе строительства по уплотненным слоям дорожной одежды. Количество конструктивных слоев дорожной одежды не следует увеличивать без явной необходимости, так как это, как правило, бывает связано с осложнением технологического процесса, приводящим к возрастанию стоимости строительства.

При конструировании дорожных одежд, которые предполагается впоследствии по мере возрастания интенсивности движения подвергать усилению, необходимую прочность обеспечивают за счет слоев, которые в дальнейшем будут играть роль основания покрытия. Вначале на этих слоях

устраивают тонкослойные покрытия или просто слои износа, возобновляемые по мере надобности.

Дорожная одежда должна быть предохранена от поступления и накопления в ней влаги. Водопроницаемость отдельных конструктивных слоев должна возрастать книзу, а из нижнего пористого слоя, если земляное полотно отсыпано из водонепроницаемых грунтов, обеспечен вывод воды. Поступление влаги из земляного полотна должно быть предотвращено возвышением низа дорожной одежды над возможными источниками увлажнения, устройством водонепроницаемых слоев и т. д.

Привозимые издалека материалы следует укладывать слоями минимальной толщины, обеспечивающей возможность формирования из них монолитного конструктивного слоя, надежного в условиях последующей эксплуатации. Отдельные слои дорожной одежды не должны быть тоньше минимальных значений, приведенных в таблице ниже, при которых еще обеспечивается их конструктивная прочность.

Особенности конструирования дорожных одежд со слоями из малопрочных материалов и побочных продуктов промышленности.

Дорожные одежды с покрытием из обработанных вяжущим или необработанных малопрочных материалов на песчаном, гравийном и щебеночном основании, или на основании из укрепленного грунта допускается применять в IV и V климатических зонах при интенсивности движения не более 100 авт/сут с нагрузкой на ось не более 70 кН. При большей интенсивности движения всегда следует предусматривать обработку малопрочных материалов органическими и неорганическими вяжущими.

Для устройства оснований под усовершенствованные покрытия или покрытий на дорогах IV-V категорий можно использовать тощий цементобетон на основе слабого известнякового щебня, ракушечника, речных песчаников и др., а также гравийные материалы, укрепленные неорганическим вяжущим.

Для устройства слоев дорожных одежд, которые должны обладать улучшенными прочностными и деформационными качествами, следует применять шлаковый щебень, обработанный органическими и минеральными вяжущими.

Мероприятия по повышению прочности и стабильности рабочего слоя земляного полотна.

Для повышения прочности и стабильности рабочего слоя земляного полотна необходимо предусматривать различные мероприятия:

1) устройство его из непучинистых, малопучинистых и слабонабухающих грунтов;

2) защиту грунта от увлажнения поверхностными и подземными водами и т. п.

В III-V дорожно-климатических зонах на участках с 1-ой схемой увлажнения допускается предусматривать уплотнение верхней части рабочего слоя (толщиной 30-50 см) до коэффициента уплотнения 1,0-1,05. Слой грунта повышенной плотности следует рассматривать как самостоятельный конструктивный слой.

При устройстве слоя повышенной плотности из связного (набухающего) грунта, предусматривают меры по защите его от увлажнения.

При расчетной относительной влажности грунта более 0,7 в числе возможных мероприятий по повышению стабильности рабочего слоя следует рассматривать укрепление его верхней части небольшим количеством вяжущих (например, 3-4 % цемента, 10-15 % зол уноса или гранулированными шлаками, известью и т. п.).

Проектирование устройств по осушению дорожных одежд и земляного полотна.

Дренажная конструкция (дренирующий слой и водоотводящие устройства) необходима при традиционных конструкциях дорожных одежд со слоями из зернистых материалов на участках с земляным полотном из

слабофильтрующих грунтов (пылеватых песков, непывеватых песков с коэффициентом фильтрации менее 0,5 м/сут, глинистых грунтов) во II дорожно-климатической зоне при всех схемах увлажнения рабочего слоя земляного полотна, в III зоне - при 2-й и 3-й схемах, в IV и V зонах - только при 3-й схеме.

Схему увлажнения на участках дороги, где в придорожной полосе застаивается вода, определяют с учетом расстояния  $l_y$  от бровки земляного полотна до уреза воды, застаивающейся осенью в придорожной полосе. Величину безопасного расстояния  $l_y$  можно определить по специальной методике. При отсутствии фактических данных, необходимых для расчета, следует принимать  $l_y$  для супесей равной 10 м, для суглинков легких и пылеватых - 3 м, для суглинков тяжелых и глин - 2 м.

Дренажная система дорожной одежды включает: плоскостной горизонтальный дренаж, 1 дополняемый, если требуется, прикромочным дренажом, а также поперечным дренажом мелкого заложения.

При устройстве всех слоев дорожной одежды из монолитных материалов в качестве плоскостного горизонтального дренажа при соответствующем технико-экономическом обосновании допускается применять вместо дренирующего слоя прослойку из геотекстиля толщиной не менее 4 мм с коэффициентом фильтрации не менее 50 м/сут с выпуском полотнищ на откосы насыпи на высоту не менее 0,5 м. Выбор геотекстиля в этом случае производится по специальным указаниям.

Проектирование мероприятий по дренированию дорожной одежды осуществляют в такой последовательности:

- 1) дорогу разделяют на типичные участки по виду продольного профиля и природным условиям (характер рельефа местности, наличие водотоков, пересекающих дорогу, и др.) с учетом особенностей конструкции земляного полотна (насыпь высотой, отвечающей СНиП, выемка, насыпь ниже требуемой по СНиП, переходный участок от насыпи к выемке) и дорожной одежды (наличие монолитных слоев основания, а



также морозозащитных или теплоизоляционных слоев из укрепленных материалов), обеспеченности материалами для дренирующего слоя, дренажных труб и геотекстиля; осуществления мер по ограничению притока воды в дорожную конструкцию;

2) для типичных участков определяют количество воды, поступающей в основание за сутки и за расчетный период с учетом предусмотренных мер по ограничению притока воды в дорожную конструкцию;

3) намечают варианты дренажных конструкций;

4) обосновывают расчетом толщину дренирующего слоя, необходимую в данных условиях, или определяют, каким значением коэффициента фильтрации должен обладать дренирующий материал в заданной дренажной конструкции.

Комбинированный плоскостной горизонтальный дренаж является универсальным мероприятием для большинства участков дорог.

Поперечный дренаж мелкого заложения устраивают для поперечного перехвата воды, движущейся в дренирующем слое вдоль дороги, на участках с продольным уклоном свыше 20 ‰, также с затяжными продольными уклонами, превышающими поперечные, в местах вогнутых вертикальных кривых и в местах уменьшения продольных уклонов.

Дренирующий слой, работающий по принципу осушения, необходимо устраивать из песчаных грунтов или высокопроницаемой скелетной смеси (щебня или гравия) открытого типа (с незаполненными пустотами), отвечающих определенным требованиям по водопроницаемости, и укладывать этот слой под дорожной одеждой на всю ее ширину. При этом необходимо обеспечить выходы дренирующего слоя на откос. Дренирующий слой устраивают также с дренажными трубами для сбора и быстрого отвода воды за пределы земляного полотна. Следует предусматривать противозаиливающую защиту дрен и дренирующих слоев, а также недопущение замерзания воды в выпусках труб.

При устройстве дренирующих слоев, работающих по принципу поглощения, требуется устраивать более мощные слои из песчаного грунта и принимать в расчет на прочность дорожной одежды значения прочностных характеристик песчаного грунта с учетом более продолжительного периода его нахождения в неблагоприятном расчетном состоянии.

Для устройства дренирующего слоя, работающего по принципу осушения, следует применять I материалы с коэффициентом фильтрации не менее 1 м/сут. Материал с коэффициентом фильтрации 1 - 2 м/сут целесообразно применять на участках, где он одновременно выполняет дренирующие и морозозащитные функции.

Учет региональных особенностей при проектировании автомобильных дорог:

При проектировании дорожных одежд в различных конкретных регионах наряду с учетом общих нормативных положений и настоящих норм следует руководствоваться указаниями специальных региональных нормативно-технических документов, утвержденных в установленном порядке. При отсутствии таких документов следует руководствоваться настоящими нормами.

Расчетные температуры, деформационные и прочностные характеристики грунтов и дорожно-строительных материалов при отсутствии региональных норм, следует назначать в соответствии с рекомендациями справочных Приложений 2 и 3 ОДН 218.046.2001.

В районах распространения вечномерзлых грунтов дорожную одежду конструируют с учетом принципов регулирования мерзлотного состояния на основе теплотехнических расчетов, выполняемых по специальным нормативно-техническим документам.

При проектировании дорог в районах орошаемых земель необходимо учитывать неблагоприятное влияние на работу дорожной конструкции повышенного уровня подземных вод во время поливов

сельскохозяйственных угодий, местного повышения подземных вод вблизи сооружений оросительной сети, затопления резервов и водоотводных кюветов в результате полива земель.

При конструировании дорожных одежд на дорогах в песчаных пустынях следует предусматривать укрепление поверхности песка под дорожной одеждой. Оно может быть в виде слоя из связного грунта толщиной 15 см или из оптимальной смеси песка и суглинка, или же из песка, обработанного битумной эмульсией, с использованием геотекстиля и т.п.

Защитные слои из укрепленных или неукрепленных материалов на земляном полотне из барханных песков следует рассматривать как конструктивные элементы дорожной одежды.

К жестким дорожным одеждам относят цементобетонные и железобетонные покрытия и основания, которые хорошо сопротивляются растягивающим напряжениям, возникающим при их прогибах под нагрузкой от автомобилей. Распределяя давление: колес автомобиля на большую площадь, бетонные покрытия передают сравнительно малое давление на подстилающий грунт. Несмотря на это сопротивление грунта внешним нагрузкам оказывает не меньшее влияние на работу бетонных покрытий, чем прочность самой бетонной конструкции.

Прочность бетонных покрытий во многом зависит от однородности сопротивления грунта по всей площади основания плиты. Неравномерное уплотнение песчаного слоя или грунта земляного полотна приводит к тому, что из-за неравномерных просадок грунта часть плиты начинает работать без поддержки грунтового основания, в результате чего напряжения резко возрастают по сравнению с расчетными.

Для расчета жестких дорожных покрытий и оснований под действием внешних нагрузок используют теорию балок и плит на упругом основании

Толщину бетонных плит назначают из условия пропуска тяжелых нагрузок с проверкой на температурные напряжения. Расчетные нагрузки принимают такие же, как и при расчете нежестких дорожных одежд.

Бетонные покрытия могут быть одно- и двухслойными. Двухслойные покрытия применяют с целью использования в нижнем слое менее прочных и морозостойких каменных материалов. Толщина верхнего слоя покрытия принимается не менее 6 см. Толщину бетонного покрытия назначают с учетом интенсивности движения и материала основания.

Цель конструирования дорожной одежды — выбрать материалы, определить количество слоев и их размещение по глубине. При этом необходимо:

- предусматривать максимальное использование местных строительных материалов;

- стремиться к уменьшению количества слоев;

- предусматривать проезд построечного транспорта по основанию;

- обеспечивать соответствие конструкции дорожной одежды технологии ее строительства и наибольшую механизацию работ;

- учитывать категорию дороги, состав транспортного потока, интенсивность движения, напряженное состояние и механизм деформирования отдельных слоев и конструктивных элементов;

- устанавливать срок службы покрытия и всей дорожной одежды до капитального ремонта;

- учитывать природно-климатические и гидрологические условия местности (включая возведение высоких насыпей).

Толщина бетонных покрытий должна быть, как правило, одинаковой по всей ширине проезжей части. На шестиполосных покрытиях толщину крайних внешних полос допускается увеличивать на 2 см для обеспечения проезда тяжелых автомобилей. Бетонные покрытия могут быть однослойными или при наличии соответствующего технологического оборудования — двухслойными с толщиной верхнего слоя не менее 6 см. В

нижнем слое двухслойного бетонного покрытия могут быть применены менее прочные и менее морозостойкие местные каменные материалы.

Толщину бетонных покрытий  $h$  определяют расчетом.

Дополнительный слой основания, при устройстве цементобетонных покрытий, устраивают из дренирующих, не подверженных пучению материалов (песок, шлак, высевки, ракушечник и пр.).

Дополнительный слой основания должен иметь водослив — сплошные или прерывистые выходы дренирующего материала на откосы земляного полотна и нижнюю плоскость (поверхность земляного полотна) с поперечным уклоном.

Для улучшения водоотвода можно применять геотекстиль в виде сплошного или прерывистого слоя. Для уменьшения подтока влаги снизу можно предусматривать прерывающие прослойки из синтетических пленок.

При небольшой интенсивности движения дополнительный слой основания может одновременно выполнять роль основания и выравнивающего слоя.

Толщина дополнительного слоя основания определяется расчетом. Дополнительный слой, выполняющий морозозащитную функцию, может быть заменен грунтом, обработанным (в смесителе) гидрофобизирующими материалами. При небольшой интенсивности движения он может работать и в качестве основания.

Краевые укрепленные полосы устраивают из цемента- или асфальтобетона на бетонном основании. Для дорог низких категорий (V — III — с) краевые полосы устраивают из щебня.

Ширина краевых полос на дорогах I — III категорий 75 см, более низких категорий — 50 см. Толщина краевых полос должна быть равна толщине покрытия.

Толщину и вид основания определяют расчетом.

При низкой интенсивности автомобильного движения и при строительстве покрытий легкими бетоноукладочными машинами с боковой

или центральной загрузкой основание может быть песчаным, выполняющим одновременно роль дренажного и морозозащитного слоя.

Для исключения образования в слое песчаного основания колея от автомобилей-самосвалов основание должно быть укреплено путем устройства слоя из щебня, шлака или гравия толщиной 10 — 12 см, причем только в местах пропуска автомобилей-самосвалов, подвозящих цементобетонную смесь.

Минимальная толщина основания из бетона низкой прочности — 14 см; из нерудных материалов, укрепленных неорганическими вяжущими, 16 см; из щебня, шлака или гравия — 15 см.

В ряде случаев возможен вариант устройства основания из щебня, укрепленного слоем цементопесчаного раствора толщиной 4 — 5 см, выполняющим одновременно роль выравнивающего слоя.

При бетонировании покрытия гусеничными бетоноукладчиками со скользящими формами ширина укрепленного основания должна быть шире покрытия на 0,80 — 1,05 м с каждой стороны.

Ширина укрепленного технологического слоя для подвоза бетонной смеси - 3,0-3,5 м.

В слое укрепленного вяжущими основания рекомендуется устраивать поперечные швы через каждые 20-30 м, смещенные относительно швов в покрытии не менее чем на 1 м, путем закладки в нижнюю часть основания деревянных брусков высотой 4-7 см.

Выравнивающие слои устраивают из укрепленного вяжущим песка. Если этот слой впитывает воду из бетонной смеси, то его закрывают изолирующим слоем или увлажняют, непосредственно перед укладкой бетонной смеси в покрытие.

В зависимости от категории дороги, вида бетоноукладочного оборудования, устойчивости верхней части земляного полотна и способности его накапливать пластические или неравномерные деформации основание устраивают из бетона низких марок по прочности (Ввтв1—

Ввтв1,2); из нерудных материалов и грунтов, укрепленных неорганическим вяжущим (марки Rс 6 под покрытия при капитальном и Rс 4 при облегченном типах дорожных одежд; из щебня, шлака или гравия либо из песка).

При устройстве цементобетонных покрытий устраивают швы сжатия и расширения, для того, чтобы не допустить разрушение покрытия.

При устройстве швов сжатия и расширения не допускается отклонения перекосов и наклонов штырей и прокладок от проектного положения более чем на 1 см. При устройстве пазов швов сжатия и расширения в свежееуложенном бетоне радиус закругления кромок швов не должен превышать 8 мм. Длина зоны обмазки штырей в поперечных швах разжиженным битумом составляет  $\frac{2}{3}$  длины штырей, толщина обмазки не должна превышать 0,3 мм.

При устройстве покрытий на цементогрунтовом основании толщиной не менее 18 см бетоноукладчиками со скользящими формами и допущении проектной организацией уступов между плитами в поперечных швах высотой 3 мм допускается в поперечных швах штыри не применять. Толщину покрытия в этом случае увеличивают на 2 см, а швы расширения при температуре бетонирования более 10°C допускается не устраивать.

При устройстве швов расширения руководствуются данными таблицы, представленной ниже. Ширину швов расширения (толщину прокладки) принимают равной 3 см.

Под воздействием движения в неблагоприятных климатических и грунтово-гидрологических условиях ухудшаются основные эксплуатационные показатели дороги - ровность и сцепные свойства покрытия проезжей части, прочность дорожной конструкции. Это проявляется в виде различных выбоин, просадок, проломов, трещин, волн, сдвигов, колеяности на поверхности покрытия.

### 1.3 Основные виды деформаций и разрушений

Под воздействием движения в неблагоприятных климатических и грунтово-гидрологических условиях ухудшаются основные эксплуатационные показатели дороги - ровность и сцепные свойства покрытия проезжей части, прочность дорожной конструкции. Это проявляется в виде различных выбоин, просадок, проломов, трещин, волн, сдвигов, колейности на поверхности покрытия.

Трещины - наиболее частые деформации покрытий дорог с жесткими дорожными одеждами. Они провоцируют возникновение вторичных серповидных трещин и последующее появление выбоин. Сквозные трещины (преимущественно температурные) со временем все больше раскрываются и способствуют снижению прочности дорожной конструкции.

Поперечные и продольные косые трещины на цементобетонном покрытии - вид деформации, зависящий от множества факторов (опоздание с нарезкой швов, недостаточная их глубина, недостаточная толщина плиты, увеличенные размеры плиты, неудовлетворительное состояние земляного полотна и т.д.).

Просадка покрытия - плавная вертикальная просадка без образования трещин как результат деформаций уплотнения грунтов земляного полотна и материалов конструктивных слоев дорожных одежд.

Колейность - искажение поперечного профиля покрытия. Она возникает из-за появления остаточных деформаций в рабочем слое земляного полотна, несвязных слоях основания и самом покрытии. Под воздействием движения остаточные деформации суммируются, что сопровождается ростом глубины колеи и высоты выпора покрытия по краям колеи.

Снижение прочности дорожной конструкции жесткого типа приводит к появлению сетки трещин, колейности, выбоин, просадок и



проломов. Уменьшение прочности может быть связано с переувлажнением грунтов земляного полотна, заиливанием нижнего слоя основания дорожной одежды, растрескиванием связных слоев дорожной одежды и сочетанием перечисленных процессов.

Истирание асфальтобетонного покрытия - процесс уменьшения его толщины под воздействием колес движущихся транспортных средств в комплексе с влиянием неблагоприятных климатических условий.

Потеря шероховатости - недостаточное сопротивление движению (коэффициент сцепления ниже требуемого) в результате процесса полируемости каменных материалов покрытия, "выпотевания битума", образования на покрытии пленки (слоя) из материалов с низким коэффициентом сцепления.

Шелушение поверхности цементобетонного покрытия - разрушение поверхности на глубину до 30 мм за счет отслаивания тонких пленок и чешуек материала в результате недостаточной морозостойкости бетона, нарушения технологии производства строительных работ, применения противогололедных реагентов.

Выбоины - локальные разрушения поверхности покрытия в виде углублений разной формы с резко выраженными краями. Являются следствием образования и развития сетки трещин, действия шины с шипами, нарушения технологии производства работ, недостаточной прочности покрытия.

Проломы - разрушения дорожной одежды на всю толщину на отдельных участках разной площади, растрескивание покрытия на отдельные блоки с просадкой их части в результате резкого снижения прочности земляного полотна, недостаточной прочности дорожной одежды, воздействия ненормативной нагрузки.

Нарушение ровности цементобетонного покрытия - нарушения в технологии бетонирования, выпучивание покрытия в швах расширения или сжатия, качание плит, образование перекосов плит в продольном и

поперечном направлениях в результате конструктивных нарушений, воздействия нерасчетных нагрузок и интенсивности движения, нарушения прочности основания и земляного полотна и т.д.

Сколы кромок и разрушения в зоне швов цементобетонных покрытий - местные разрушения из-за засорения швов твердыми предметами, отсутствия в швах герметика, низкого качества бетона и т.д.

"Гребенка" на покрытии - нарушение ровности в виде чередования поперечных выступов и углублений с плавными очертаниями переходов. Является следствием возникновения в материале покрытия недопустимых сдвигающих напряжений, низкой сдвигоустойчивости материала покрытия, воздействия повышенной положительной температуры, повышенной влажности материала покрытия (дороги с переходными и низшими типами покрытий).

Пылимость - разрушение поверхности покрытия с образованием на нем слоя мелкодисперсного материала (частицы менее 1 мм), образующегося под действием температуры, воды и колес движущихся автомобилей.

#### 1.4 Капитальный ремонт дорожных одежд

Капитальный ремонт выполняют в соответствии с проектно-сметной документацией.

Усиление дорожной одежды выполняется при фактическом модуле упругости дорожной конструкции меньше требуемого, т.е. когда коэффициент прочности меньше 1 и после реализации мер по восстановлению прочности и устойчивости земляного полотна, если было отмечено при обследовании снижение этих показателей.

Усиление дорожной одежды сопровождается исправлением продольных и поперечных неровностей и поперечных уклонов проезжей части. При этом исправление поперечных уклонов производят методами

фрезерования покрытия, устройства выравнивающего слоя или их комбинаций. Продольный профиль исправляют выравнивающим слоем. Новые слои (включая выравнивающий) устраивают, руководствуясь действующими требованиями на строительство асфальтобетонных покрытий.

Традиционный способ усиления дорожной одежды предусматривает устройство дополнительного асфальтобетонного слоя (или слоев, включая выравнивающий) поверх существующего покрытия (способ перекрытия).

Срок службы слоя усиления может быть продлен при комбинировании способа перекрытия со способом термопрофилирования (метод горячей регенерации).

Термопрофилирование осуществляют с применением комплекта машин, включающего асфальтозагретель и термопрофилировщик (ремиксер). Покрытие разогревают, рыхлят на глубину 3-5 см, добавляют 20-50 кг/м<sup>2</sup> новой асфальтобетонной смеси, планируют и уплотняют. Сверху укладывают обычным способом замыкающий асфальтобетонный слой, принимаемый по расчету толщины (слой усиления). Целесообразно совмещение обоих процессов в одной технологической схеме (способ "горячее по горячему"). В этом случае укатку осуществляют одновременно обоих слоев.

Усиление может быть достигнуто в процессе термопрофилирования при добавлении новой смеси в количестве 70-120 кг/м<sup>2</sup> (способ "ремикс плюс").

При усилении дорожной одежды способом перекрытия для замедления процесса отраженного растрескивания нового слоя (слоев) используют армирующие прослойки из геосинтетических нетканых материалов, геосеток. Прослойки в зависимости от вида деформаций и типа дорожной одежды укладывают на границе старого и нового покрытия с предварительной подготовкой и очисткой ремонтируемого покрытия с

заделкой трещин или между слоями покрытия устраиваемого усиления согласно действующих нормативно-технических документов.

Трещинопрерывающую прослойку можно выполнить и из эластичных битумоминеральных смесей (мастик, влажных органоминеральных смесей (ВОМС) и др.), полимербитумных материалов слоями ограниченной толщины.

С целью замедления процесса отраженного растрескивания в слое (слоях) усиления для приготовления асфальтобетона используют модифицированные битумы, полимербитумные вяжущие или модификаторы.

На дорожных одеждах автомобильных дорог III и ниже категорий выравнивающий слой и слой усиления можно устраивать из ВОМС или эмульсионноминеральных смесей (ЭМС) (холодная технология).

Слои из ВОМС пластичны и более устойчивы к отраженному растрескиванию и поэтому предпочтительны для использования в I-II климатических зонах. Толщина слоя из ВОМС не должна быть меньше 3 см.

Для усиления дорожной одежды в трещиновато-блочном состоянии наиболее эффективен метод холодной регенерации. Он предусматривает измельчение связных слоев покрытия и основания (во многих случаях с захватом части несвязного нижнего слоя основания) посредством холодного фрезерования, введение в образовавшийся рыхлый материал - асфальтобетонный гранулят (АГ) - вяжущего (а если требуется и нового скелетного материала), перемешивание всех компонентов, распределение полученной асфальтогранулобетонной смеси (АГБ-смеси) по нижележащему слою ремонтируемой дорожной одежды, уплотнение. В результате получают монолитный материал - асфальтогранулобетон (АГБ).

Перечисленные технологические операции выполняют на дороге звеном специализированных машин (способ смешения на месте). Наиболее приемлемым является использование машины - стабилизера (рисайклера). В случае отсутствия машин подобного типа приготовление АГБ-смеси можно

осуществлять в стационарных или полустационарных условиях (способ смешения в установке).

Регенерированный слой (АГБ-слой) толщиной от 8 до 30 см выполняет функцию верхнего слоя основания дорожной одежды (на дорогах I-II категории) или нижнего слоя покрытия (на дорогах III-IV категории). В зависимости от интенсивности движения по верху АГБ-слоя укладывают одно - или двухслойное асфальтобетонное покрытие или устраивают поверхностную обработку.

В качестве вяжущего в АГБ-смесях обычно используют катионную битумную эмульсию типа ЭБК-3, цемент, вспененный битум, комплексное вяжущее (эмульсия+цемент или вспененный битум+цемент).

Движение по слою открывают сразу после уплотнения.

Укладку верхнего или промежуточного слоя покрытия по слою из АГБ, содержащего цемент, можно выполнять через 2-3 сут., а по слою из АГБ, содержащему эмульсию, - после испарения влаги (обычно через 3-4 недели).

Усиление дорожной одежды с использованием метода холодной регенерации позволяет реализовать принцип разнопрочности по ширине. Варьируя толщиной регенерированного слоя, можно добиться более высокой прочности краевых (грузовых) полос проезжей части по сравнению со скоростными полосами, что обеспечит существенное удешевление ремонтных работ.

Наиболее радикальным методом усиления дорожных одежд, находящихся в трещиновато-блочном состоянии, является удаление этих слоев и устройство новых (способ переукладки). Он обеспечивает нормативный срок службы дорожной одежды.

Возможное снижение стоимости работ может быть достигнуто за счет использования АГБ в нижнем слое основания.

Устранение колеи глубиной более 45 мм осуществляют методом фрезерования на ширину полосы наката с удалением при необходимости

нестабильных слоев дорожной одежды и последующей укладкой одного или несколько слоев сдвигоустойчивого асфальтобетона.

Нестабильные слои основания могут быть усилены методом холодной регенерации с добавлением цемента (после удаления покрытия) с последующей укладкой нового слоя покрытия.

Если предусмотрено усиление дорожной одежды способами перекрытия или термоусиления, можно ограничиться срезкой фрезой выпоров покрытия в зоне колеи и укладкой в углубление выравнивающего асфальтобетонного слоя.

В случае усиления дорожной одежды методом холодной регенерации необходимость в устранении колеиности отпадает.

При уширении проезжей части на величину, в 2 раза меньшую ширины обочины, вдоль кромки покрытия подготавливают корыто с вертикальными стенками на глубину до низа дополнительного слоя основания (дренирующего или морозозащитного). Дну корыта придают поперечный уклон 30-60‰ в сторону бровки для обеспечения водоотвода из основания дорожной одежды. При устройстве краевых укрепительных полос применяют специальные траншеекопатели и приспособления к машинам, в том числе навесные и прицепные плуги, специальные накладки на отвал автогрейдера или бульдозера и др.

При необходимости уширения проезжей части на величину, равную ширине обочин или несколько меньшую ее, сначала срезают и удаляют в сторону дерновой покров, в т.ч. и с откосов (если он имеется), затем послойно и остальную часть земляного полотна на требуемую глубину, используя срезаемый грунт на уширение.

При нарушении существующего укрепления обочин, его выполняют вновь с учетом категории ремонтируемой дороги, характеристик движения, грунтовых и климатических условий согласно действующих нормативных документов.

Глубина выборки под устройство новой дорожной одежды определяется требуемой ее толщиной, а также состоянием уширяемой дорожной конструкции. При удовлетворительном состоянии покрытия (коэффициент прочности дорожной конструкции  $K_{пр} > 0,9$  и коэффициент фильтрации песчаного дренирующего слоя  $K_{ф} \geq 2$  м/сут) выборку материалов выполняют до уровня верхней поверхности дренирующего слоя уширяемой конструкции.

При необходимости увеличения модуля упругости дорожной конструкции на участке уширения возможно некоторое увеличение толщины щебеночного основания (без значительного снижения толщины дренирующего слоя), а также устройство верхней части основания из черного щебня.

При уширении участков дорог с неудовлетворительным состоянием покрытия (наличие повреждений в виде трещин, расположенных на расстоянии друг от друга не более 3 м, сетки трещин площадью до 30% от общей площади рассматриваемого участка, прочность дорожной конструкции ниже требуемых значений, песчаный слой полностью или частично кольматированный) выборку материалов выполняют на всю глубину, а грунтов на уширяемой части существующего земляного полотна - на 0,1-0,4 м ниже поверхности существующего земляного полотна.

При наличии значительных повреждений и разрушений покрытия (сетка трещин площадью более 30%, просадки и проломы на площади более 10%), значительном ослаблении дорожной конструкции ( $K_{пр} < 0,75$ ), наличии переувлажненных, пучинистых грунтов в рабочем слое земляного полотна, если не принято решение по реконструкции дороги, выборку грунтов выполняют на 0,5-0,6 м ниже поверхности существующего земляного полотна с последующей заменой на песчаные грунты с  $K_{ф} \geq 2$  м/сутки.

Для достижения равнопрочности (или повышения прочности) дорожных конструкций при уширении целесообразно применять

конструктивные решения по уширению дорожных одежд с использованием в качестве защитных, армирующих, дренирующих прослоек геосинтетических материалов, сеток, геопластиков и георешеток пространственного типа.

При уширении дорожной одежды необходимым условием является надежное сопряжение конструкции уширения со старой одеждой. С этой целью в контактной зоне (зоне стыка) используют прослойки из геосинтетических материалов и геосеток, смещают торцевые части слоев покрытия относительно друг друга в сторону существующей дорожной одежды.

Если по экономическим соображениям от выполнения перечисленных мероприятий вынуждены отказаться, можно воспользоваться методом организации ложного продольного шва, который нарезают в замыкающем слое асфальтобетона вдоль сопряжения с последующей заливкой мастикой.

При проектировании дорожной одежды на уширении необходимо учитывать, что это будет наиболее нагруженная полоса движения. Ее прочность предпочтительно делать выше, чем прочность дорожной одежды на скоростных полосах (принцип разнопрочности дорожной одежды по ширине).

Краевая укрепительная полоса устраивается путем уширения дорожной одежды проезжей части дороги или самостоятельно, если изменение ширины проезжей части не предусматривается. Она должна иметь покрытие усовершенствованного типа (асфальтобетон, цементобетон) и по прочности соответствовать условиям движения по дороге. Конструкция краевой укрепительной полосы назначается согласно положений действующих документов.

При потере несущей способности дорожной конструкции с цементобетонным покрытием или, когда восстановление ровности нецелесообразно из-за многочисленных повреждений поверхности и



разрушения швов, производят перекрытие цементобетона слоями из цементобетона или асфальтобетона.

Толщину слоев перекрытия по п. 4.2.23 определяют расчетным путем. Укладку слоев перекрытия осуществляют в соответствии с действующими документами на строительство новых цементобетонных покрытий.

Если цементобетонное покрытие имеет многочисленные повреждения, его разбивают бетоноломом на отдельные блоки размером до 1×1 м, которые укатываются тяжелым катком. Укатку ведут до прекращения оседания блоков. На этот слой укладывают выравнивающий слой или слой усиления и затем - слой износа.

При капитальном ремонте гравийных, щебеночных и грунтовых улучшенных дорог производят:

- полное восстановление и повышение работоспособности дорожной одежды с добавлением щебеночных и им подобных материалов в количестве более 500 м<sup>3</sup> на километр дороги;

- устройство более совершенных типов покрытий с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания (методом холодной регенерации).

Устройство новых слоев дорожной одежды осуществляют с проведением дополнительных операций по сплошному киркованию, профилированию и уплотнению существующего покрытия.

Сплошную кирковку или фрезерование производят на глубину наиболее характерных для данного участка неровностей, но не менее, чем на 5 см. Перед этим в сухую погоду покрытие поливают водой в количестве 6-12 л/м<sup>2</sup>.

Для усиления гравийных и щебеночных покрытий используют решения по увеличению толщины слоев или устраивают более совершенные покрытия. При этом старые покрытия выполняют функцию оснований. Технология устройства покрытий принимается согласно положений действующих документов.

## **ГЛАВА 2. ПРИМЕНЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ**

### 2.1 Анализ и оценки состояния дорожного покрытия

Автомобильная дорога – объект транспортной инфраструктуры, включающий в себя комплекс функционально связанных конструктивных элементов и искусственных инженерных сооружений, специально предназначенных для обеспечения безопасного движения автомобильных и других транспортных средств с расчётными скоростями, нагрузками и габаритами, с заданной интенсивностью движения в течение длительного времени, а так же участки земель, предоставленные для размещения этого комплекса и пространство в пределах установленного габарита. Определение понятия «дорога» в России закреплено законодательно. Согласно Федеральному закону от 10.12.1995 № 196-ФЗ «О безопасности дорожного движения», дорога – обустроенная или приспособленная и используемая для движения транспортных средств полоса земли либо поверхность искусственного сооружения. Дорога включает в себя одну или несколько проезжих частей, а также трамвайные пути, тротуары, обочины и разделительные полосы при их наличии.

Проведение качественного анализа состояния дорожного покрытия и его ремонта невозможно без специальных приспособлений и устройств. Поэтому на сегодняшний день существует множество разнообразных устройств помогающих человеку быстро и качественно проводить укладку нового дорожного покрытия, а так же выполнять оперативный ремонт.

#### Дорожные устройства

Особую роль выполняют устройства для анализа состояния дорожного покрытия. Данные устройства помогают человеку выявлять на ранней стадии места где начался или может начаться процесс разрушения дорожного покрытия. Что в свою очередь позволит с минимальными

затратами ликвидировать или локализовать процесс разрушения дорожного покрытия. Данные устройства условно можно разделить на две категории наблюдения рис. 1.



Рис. 1 Категории наблюдения

Оба вида наблюдений являются чрезвычайно важными для проведения диагностики состояния автомо- бильных дорог.

Устройства для глубинной оценки позволяют увидеть плотность дорожного покрытия, а также глубину слоя, состав и размер фракций дорожной одежды. Для этого разработаны приборы использующие принцип эхолота, которые способны определить плотность дорожного покрытия, а также наличие пустот в 30 сантиметровом слое дорожной одежды. Так же для исследований такого рода рабочими производятся вырубки и засверливания дорож- ного полотна для получения образцов дорожной одежды.

После чего образцы проходят исследования по физико- химическим характеристикам в лабораторных условиях.

Устройства второго вида предназначены для прове- дения оценок характеристик состояния дорожного покрытия, которые можно сделать визуально. К таким характеристикам относят:

1. Кривизна дорожного покрытия;
2. Поперечный уклон;
3. Продольный уклон;

4. Протяженность;
5. Наличие неровностей;
6. Качество разметки;
7. Коэффициент сцепления;
8. Наличие трещин;
9. Наличие впадин;
10. Наличие вспучиваний;
11. Освещенность полосы;
12. Ширина проезжей части.

Исследования данного вида являются основными в процессе эксплуатации автомобильных дорог. Результаты исследований используются не только для текущей оценки состояния дорожного покрытия, но так же и для создания и ведения паспортизации дорог, что позволяет видеть динамику состояния дорожного покрытия. Поэтому исследования данного вида должны производиться при завершении работ строительных работ дорожного полотна и периодически обновлять весь срок эксплуатации автомобильных дорог. Данная диагностика позволит оперативно и своевременно выявить разрушения дорожного покрытия на ранних стадиях, что в итоге приведет к существенной экономии финансовых средств на капитальном ремонте дорожного полотна.

Для данного вида диагностики на данный момент разработано множество устройств и комплексов позволяющие оперативно и качественно проводить оценку состояния дорожного покрытия.

Первые приборы для оценки состояния дорожного покрытия появились довольно давно, многие из них претерпели некоторое изменение и сегодня используются в дорожном строительстве.

#### Дорожная рейка

Дорожная рейка – одно из самых распространенных на данный момент устройств оценки состояния дорожного покрытия. Дорожная рейка представляет собой 3 метровую рейку изготовленную из алюминиевого

профиля с нанесенными на нее делениями и снабженного устройствами для измерения уклонов. Данное устройство является примитивным измерительным устройством работанным к моменту развития дорожно-строительных служб, и практически не претерпевшим существенных модернизаций до сегодняшнего момента.

Основным назначением дорожных реек является измерения неровностей поверхности покрытий и оснований автомобильных дорог и аэродромов по ГОСТ 30412–96 п.4. Определение продольных и поперечных уклонов проезжей части дорог и аэродромных покрытий в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02–85, СНиП 32–03–96, СНиП 2.05.11–83.

Данное устройство позволяет оценить такие характеристики дорожного покрытия как: 1. неровность поверхности, 2. толщина слоев дорожной одежды, 3. продольные и поперечные уклоны, 4. крутизна заложения откоса, насыпей и выемок 5. ширина трещин 6. линейные измерения Данное устройство является примитивным и не позволяет провести объективную оценку состояния дорожного полотна. Оценка состояния дороги с помощью рейки требует непосредственного присутствия сотрудника дорожных служб. Данный метод не является оперативным и требует большого количества трудовых активов.

Дорожное колесо – устройство примитивного типа применяется для измерения расстояний. Данное устройство является примитивным, применяется для определения больших расстояний. Устройство представляет собой колесо, закрепленное на конце трости и оснащенное

прибором для подсчитывания количества оборотов совершенное колесом. Процесс измерения предусматривает прокатывание колеса по траектории, расстояние которой необходимо замерить.

Данное устройство является примитивным. Оценка состояния дороги с помощью рейки требует непосредственного присутствия сотрудника дорожных служб. Позволяет провести оценку только одному параметру.

Многоколесная диагностическая станция – устройство прицепного типа имеющая в составе от 8 до 12 колесных осей. При прогоне данного устройства по поверхности дорожного полотна устройство фиксирует все динамические изменения в колесной базе и в платформе тележки. Это устройство позволяет оценить такие характеристики дорожного полотна как: 1. неровность поверхности 2. продольные и поперечные уклоны 3. крутизна заложения откоса 4. сцепление и линейные измерения 5. Линейные измерения Недостатками данного метода оценки состояния дорожного покрытия заключается в отсутствии возможности оценки устройством мелких трещин и дефектов, а также дефектов, не попавших под колесо многоколесной платформы. Результаты исследований должны оцениваться экспертами вручную.

Передвижной диагностический комплекс – представляет собой передвижную исследовательскую автоматизированную лабораторию для оценки состояния дорожного полотна. Отличительной особенностью комплекса является удобство эксплуатации и высокая производительность работы.

При помощи данной лаборатории в автоматическом режиме производятся измерения параметров:

1. Пройденный путь;
2. Скорость движения;
3. Ровность покрытия (в том числе продольный профиль и международный индекс ровности);
4. Продольный и поперечный уклоны проезжей части;
5. Углы поворота трассы и радиусы кривых в плане;
6. Коэффициент продольного сцепления (определяется с помощью приборов ПКСН, в комплект комплекса не входит);
7. Динамический прогиб дорожной конструкции, приведенный к показаниям установки

Недостатком данного исследовательского комплекса является не объективность оценки наличия и состояния дефектов, так как для оценки этих параметров используется только анализ видеоизображения полученного с видеокамеры. Дорожная лаборатория является базой сбора информации с привязкой ее к координатам глобального позиционирования, оценка состояния дорожного полотна выносится экспертами на основе анализа собранного системой материала. Не ведется паспортизация состояния дорожного полотна.

Программно-аппаратный комплекс видеопаспортизации дорог «СВПД»

Программно-аппаратный комплекс видеопаспортизации дорог «СВПД» является одной из последних разработок в сфере передвижных дорожных лабораторий. Комплекс является модульным и оснащен множеством датчиков оценки состояния дорожного покрытия. Дорожная лаборатория может автоматически вести регистрацию таких параметров состояния дорожного полотна как: 1. кривизна дорожного покрытия, 2. поперечный и продольный уклон, 3. протяженность дорожного полотна, 4. наличие неровностей, 5. качество разметки, 6. коэффициент сцепления, 7. колеяность.

Измерение ведется с дискретностью 1 метр и привязкой к координатам глобального позиционирования или к существующим километровым знакам.

Недостатками работы данного комплекса является отсутствие представления данных мелких дефектах в наглядном виде, отсутствие алгоритмов сопряжения данных видеокамеры и сканирующего лазера для определения дефектов дорожного полотна. Отсутствие алгоритмов автоматической оценки состояния дорожного покрытия.

Все рассмотренные устройства имеют недостатки и не обеспечивают желаемый уровень детализации дорожного покрытия и не имеют встроенной системы экспертной оценки.

К устройствам такого рода предъявляются следующие требования:

1. Обеспечивать определение основных параметров дорожного покрытия.
2. Осуществлять привязку измеренных параметров координатам глобального позиционирования.
3. Работать в автоматическом режиме.
4. Обеспечивать измерения с уровнем дискретности не более 1 сантиметра.
5. Все узлы устройства должны быть модульными для легкого конфигурирования под определенные задачи
6. Обеспечивать возможность ведения видеопаспартизации дорог.
7. Иметь встроенную систему экспертных оценок для оценки состояния дорожного покрытия.

1. видеочамера используется для получения видеоряда изображения дорожного покрытия, который в дальнейшем анализируется на выявление дефектов, а так же для подготовки документов видеопаспартизации, дорог.

2. сканирующий лазерный дальномер используется для получения значений высот дорожного покрытия. Данные полученные с дальномера помогут устройству более адекватно различать наличие количество и состав дефектов дорожного покрытия.

3. цифровые гироскопы предназначены для получения цифрового значения продольных и поперечных уклонов.

4. GPS приемник используется для получения абсолютных координат глобального позиционирования. Все данные упаковываются в пакеты с определенной дискретностью. Пакет получает свой маркер с координатами от приемника.

5. ПК используется как устройства для сбора всей необходимой информации, упаковки ее в пакеты. Из полученных пакетов формируется база данных о параметрах дорожного покрытия. После окончания процесса сбора данных на компьютере происходит процесс анализа собранных



данных, по результатам которой выносятся оценки общему состоянию дорожного покрытия, безопасности движения и безопасности для автомобиля. Так же по результатам анализа собранной информации автоматически формируется отчетная документация.

6. устройство хранения информации. Вся собранная информация, а так же результаты ее анализа записывается для удобства на съемном носителе.

Структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия представлена на рис 2.

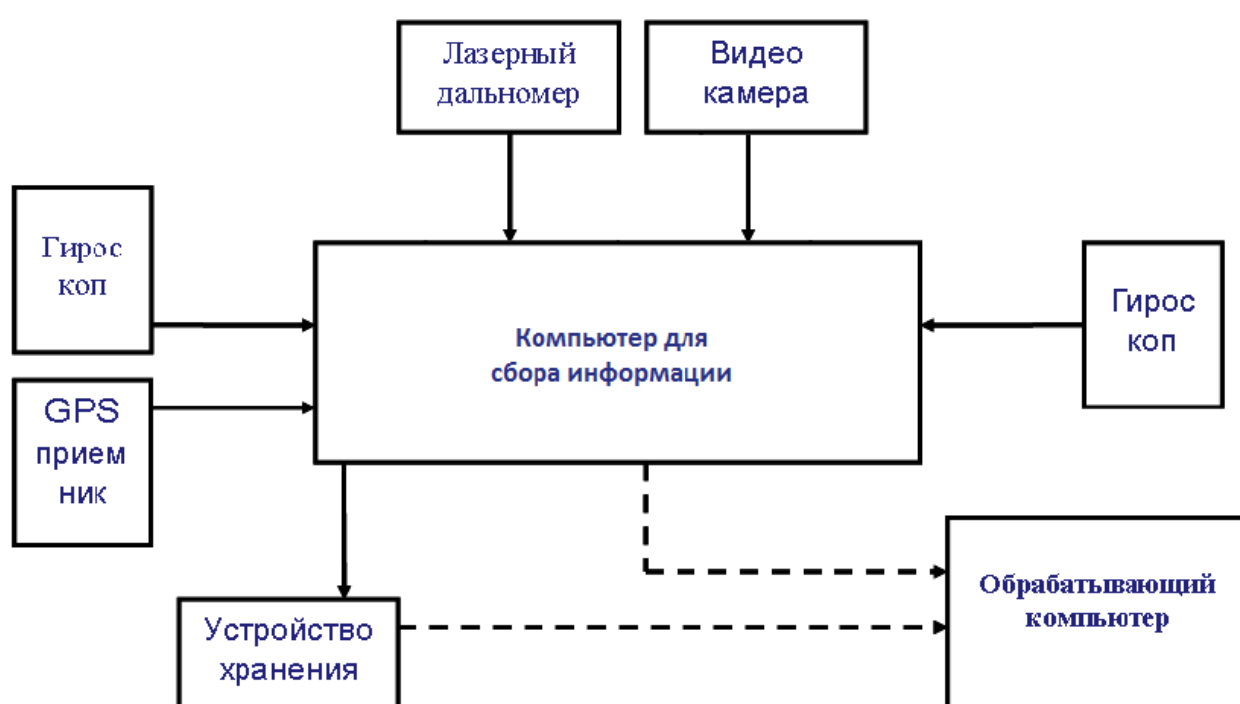


Рис. 2. Структурная схема устройства оценки состояния дорожного покрытия

## **ГЛАВА 3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО КАПИТАЛЬНОМУ РЕМОНТУ**

### 3.1 Размещение производственных баз, обеспечение материалами

Климат района расположения автомобильной дороги, расположенной в Республике Саха (Якутия) с. Верхневилуйск, климат резко-континентальный. Зима суровая, холодная, продолжительная, с сильными ветрами и метелями, весенними возвратами холодов, поздними весенними и ранними осенними заморозками. Лето сравнительно короткое, но довольно теплое, с непродолжительным безморозным периодом. Переходные периоды очень короткие, особенно весна.

Верхневилуйск как зимовье впервые упоминается в 1637 году. Становление его как села приходится примерно на 1780-е годы. Статус самостоятельного сельского образования получил в 1835 году.

По дорожно-климатическому районированию автомобильная дорога Верхневилуйского улуса расположена во 2 дорожно-климатической зоне, II подзоне.

Среднегодовая температура воздуха равна 11,1 °С. Самым холодным месяцем в году является январь – 46,3 °С, самым теплым июль + 28,1 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха достигает – 56,0 °С, абсолютный максимум +40,0 °С.

Относительная влажность воздуха в течении года изменяется от 56 до 80%. Климат района изысканий относится к типу влажного. За год выпадает 601 мм осадков, основное количество (429 мм) выпадает в теплое время года с мая по сентябрь.

Снежный покров появляется в середине октября, а к 11 ноября образуется устойчивый снежный покров, который лежит всю зиму. Разрушение устойчивого снежного покрова происходит в начале апреля. Средняя из наибольших декадных высот снегового покрова на открытом участке 41 см, на защищенном участке – 63 см.

Преобладающее направление ветра в районе эксплуатируемой дороги западное. Существующая автомобильная дорога имеет юга-восточное направление. Согласно схеме инженерно-геологического районирования район работ находится в Республике Саха (Якутия) в с. Верхневилуйск.

Рельеф равнинный слегка покатый на восток расчленен редкими речными долинами, оврагами и логами преимущественно широтного направления.

Ремонтируемый участок трассы общей длиной 5км проходит по существующей дороге в, км 112+000 – км 117+000 в Республике Саха (Якутия).

В административном отношении реконструируемая автомобильная дорога (участок км 112+000-117+000) находится в Республике Саха (Якутия). Дорога имеет важное административное и экономическое значение.

По существующей дороге осуществляется грузовые и пассажирские перевозки. Трасса связывает города и населенные пункты.

Численность населения						
1939 <sup>[3]</sup>	1959 <sup>[4]</sup>	1970 <sup>[5]</sup>	1979 <sup>[6]</sup>	1989 <sup>[7]</sup>	2002 <sup>[8]</sup>	2010 <sup>[9]</sup>
979	↗2898	↗4304	↗5428	↗6431	↗6555	↘6457
2012 <sup>[10]</sup>	2013 <sup>[11]</sup>	2014 <sup>[12]</sup>	2015 <sup>[13]</sup>	2016 <sup>[14]</sup>	2017 <sup>[15]</sup>	2018 <sup>[2]</sup>
↘6340	↘6308	↘6214	↗6237	↗6283	↘6282	↗6329

Рис. 3 Численность населения с. Верхневилуйск Республики Саха (Якутия)

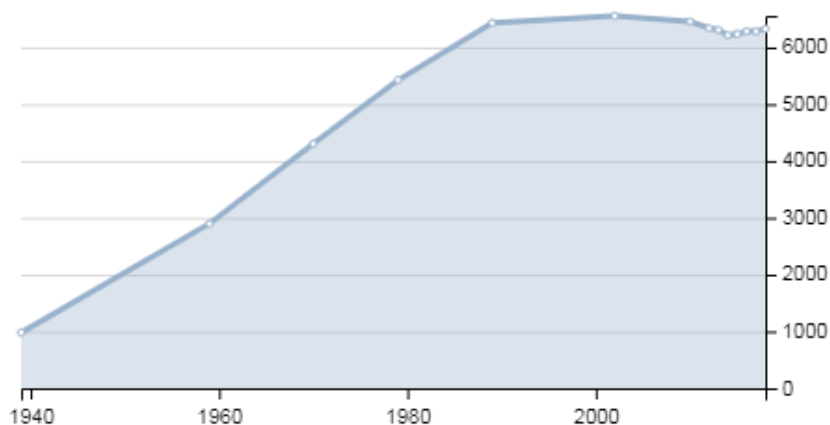


Рис. 4 Динамика численности населения с. Верхневилуёйск Республики Саха (Якутия)

Развитие транспорта и дорожного хозяйства является важнейшим условием улучшения качества жизни населения. Обеспечение транспортной доступности населенных пунктов – одно из основных направлений социально-экономического развития улуса.

Сеть автомобильных дорог муниципального района представляет собой систему дорог общего пользования местного значения, переданных согласно постановлению Правительства Республики Саха (Якутия) от 11 декабря 2004 года № 582 «Об утверждении перечня автомобильных дорог общего пользования республиканского значения Республики Саха (Якутия) и передаче автомобильных дорог общего пользования местного значения в муниципальную собственность муниципальным образованиям» в собственность МО «Верхневилуёйский улус (район)» и части федеральной автодороги «Вилуёй» проходящей по территории улуса.

Таблица 1 - Перечень автомобильных дорог общего пользования местного значения переданных МР «Верхневиллюйский улус (район)» согласно постановлению Правительства РС(Я) от 11.12.2004 г. №582

Номер а/д (индекс)	Наименование муниципальных автомобильных дорог общего пользования	Общая протяженность дорог, км	в т.ч. с твердым покрытием, км
006-1	Булгунняхтах-Липпэ Атах-Ботулу-Багадя	150	5
006-2	Булгунняхтах-Дюллюкю-Далыр-Сайылык-Харбала	100	9,6
006-3	Верхневиллюйск-Куду-Тойуку-Быракан	85	13
006-4	Верхневиллюйск-Харыялах	9	9
006-5	Багадя-Киенг Кюель	11	0
006-6	Дюллюкю-Хомустах	14	7
006-7	Подъезд к с. Балаганнах	9	9
	Итого	378	52,6

С 2008 года ведется строительство и ремонт автодороги 700км +380 м федеральной автомобильной дороги «Вилюй» -с. Онхой -уч. Май - Ботулу. В 2008-2011 г.г. освоено 107 млн рублей, в т.ч. средства бюджета муниципального района 42 млн рублей и средств государственного бюджета в размере 65 млн рублей. Построено 2 км дороги, проведен капитальный ремонт 10 км на отрезке «700 км +380 м ФАД «Вилюй» – Онхой», капитальный ремонт 9,504 км на отрезке «с. Онхой – уч. Май».

В 2011 году выполнены работы по строительству и капитальному ремонту на отрезке в 15 км уч. Май - р. Тюкян. Генеральный подрядчик: ООО «Тонго-ВВК». Для завершения строительства от р. Тюкян до с. Ботулу осталось 44 км.

В 2012 г. проведен капитальный ремонт муниципальных автодорог «15 км ФАД - Оргет» и Верхневилюйск – Кентик, «Дюллюкю-Хомустах». Разработана проектно-сметная документация на проведение капитального ремонта автомобильной дороги «Мейик». Профинансировано составление ПСД от км 644+391 а/д «Вилюй» до с.Балаганнах протяженностью 5 км.

В 2013 г. проведены капитальный ремонт и ремонт муниципальной автодороги «Ботулу» на участке с. Май – с. Ботулу км 34 – км 54 протяженностью 5 км со сметной стоимостью 25272057,00 руб. Выполнены работы по содержанию муниципальных автодорог стоимостью 5638465 рублей.

В 2014 г. проведены работы по капитальному ремонту муниципальной автодороги «Ботулу» на участке с. Май – с. Ботулу км 34 – км 54 протяженностью 4 км со сметной стоимостью 21250000,00 руб.

Выполнены работы по содержанию муниципальных автодорог стоимостью 2623610 рублей.

Выполнена реконструкция автомобильной дороги к с. Балаганнах от 641+391 от автомобильной дороги «Вилуой» протяженностью 5 км со сметной стоимостью 47324210,00 руб. за счет средств федерального бюджета – 44729700,00 руб, за счет средств Дорожного Фонда РС (Я) – 2464510,00 руб, за счет бюджета муниципального района 130000,00 руб. За счет этих же источников проведена реконструкция автомобильной дороги к с. Тамалакан от 633+100 от автомобильной дороги «Вилуой» протяженностью 0,3 км со сметной стоимостью 2780100,00 руб.

Проведены работы по ремонту муниципальной автодороги «Ботулу» протяженностью 3 км со стоимостью 2 477 682,00 руб, мостовых переходов «Сылгы Сынаага» и «Эбэ Урэгэ» и подходов к ним на автодороге «Ботулу» со стоимостью 1264541,00 руб.

Тем не менее, отставание в развитии транспортных коммуникаций является одним из основных факторов, сдерживающих развитие экономики и социальной сферы улуса. Все еще отсутствует устойчивое транспортное

Быракан, Тобуя. Количество дотируемых социально значимых авиационных рейсов не отвечает потребностям отдаленных населенных пунктов в пассажироперевозках.

77% автомобильных дорог общего пользования местного значения составляют сезонные дороги (автозимники) и с низкой пропускной способностью и грузоподъемностью (грунтовые дороги V технической категории). сообщение

между населенными пунктами правобережных населенных пунктов улуса Магассы, Сургулук, Далыр, Мейик, Кырыкый, с населенными пунктами

Таблица 2 - Сравнительная таблица изменения состояния автомобильных дорог общего пользования местного значения переданных МР «Верхневилуойский улус (район)» за период 2004-2020 г.г.

Номер а/д	Наименование муниципальных	Общая протяженность	в т.ч. с твердым покрытием, км
-----------	----------------------------	---------------------	--------------------------------

(индекс)	автомобильных дорог общего пользования	дорог, км	2004 г.	2020 г.
006-1	Булгунняхтах-Липпэ Атах- Ботулу-Багадя	150	5	39.5
006-2	Булгунняхтах-Дюллюкю- Далыр-Сайылык-Харбала	100	9,6	9,6
006-3	Верхневиллойск-Куду- Тойуку-Быракан	85	13	13
006-4	Верхневиллойск-Харыялах	9	9	9
006-5	Багадя-Киенг Кюель	11	0	0
006-6	Дюллюкю-Хомустах	14	7	7
006-7	Подъезд к с. Балаганнах	9	9	9
	Итого	378	52,6 (13,9%)	97,6 (25,82%)



За 2009-2012 годы не проведена государственная регистрация автомобильных дорог.

В дорожном хозяйстве улуса есть следующие проблемы:

- на территории улуса находятся бесхозные автомобильные дороги, которые могут быть отнесены по технической классификации к автомобильным дорогам общего пользования;
- плохое состояние дорог, только 23% их протяженности имеет твердое дорожное покрытие;
- плохое состояние автомобильных дорог в границах сел, в том числе в улусном центре с. Верхневиллюйск;
- слабая материально-техническая база предприятий, занимающихся дорожным строительством.

По состоянию на 01.01.2021 г. в результате проведенных работ по сплошной инвентаризации составлены информационные карты, присвоены идентификационные номера на муниципальные автомобильные дороги, составлены технические паспорта, проведена регистрация земель, отведенных

Таблица 3 – План финансирования содержания муниципальных автомобильных дорог общего пользования из местного бюджета МР «Верхневиллюйский улус (район)»

Наименование муниципального образования	Протяженность, км	Вид покрытия дорожного полотна	Финансирование содержания автодорог				
			2021 факт.	2022	2023	2024	2025
Всего по Верхневиллюйском у улусу (району)	378		1589	1127,69	2623,61	3611,32	3500,0

В 2021 г. доля протяженности автомобильных дорог общего пользования, с твердым покрытием составляет 23 %. К 2025 г. этот показатель составит 40%.

Планируется проведение государственной регистрации автомобильных дорог общего пользования.

На 01.01.2021 г. протяженность муниципальных автомобильных дорог общего пользования составляет 745,1 км принято в собственность муниципального района 408 км безхозных дорог.

Для создания условий развития транспортной инфраструктуры улуса необходимо:

- провести процедуру установления права собственности на бесхозные автодороги;
- создать единую улусную концепцию развития транспортной системы населенных пунктов;
- обеспечить ускоренную реконструкцию и ремонт существующих автодорог;
- вести постоянный мониторинг состояния дорожно-транспортной сети;
- развивать инженерное оборудование дорожной сети.

Ситуация транспортной доступности населенных пунктов усугубляется проблемами на транспорте.

Грузовые перевозки в улусе осуществляются предприятиями по 10-15 автомобилей: СХПК «Чолбон», ОАО МТС «Верхневиллюйск», ГБУ «СХВМ Верхневиллюйск», ФГУ «Верхневиллюйский лесхоз», филиал Верхневиллюйск ГУП ЖКХ РС(Я), Верхневиллюйский филиал ОАО «Виллюйавтодор», МУ Верхневиллюйское транспортное предприятие.

Пассажирское обслуживание в улусе развивается достаточно динамично.

Таблица 4 – Показатели деятельности автотранспорта в Верхневилуйском улусе за 2018-2020 г.

№ п/п	Показатели	Единица измерения	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2020 г./2018 г. в %
1	Перевозка грузов автомобильным транспортом всех видов деятельности	тыс. тонн	92	76	127,8	139%
2	Грузооборот автомобильного транспорта всех видов деятельности	тыс. т.-км	6907	4666	5511,4	80%
3	Перевозки пассажиров автомобильным транспортом всех видов деятельности	тыс. пасс	80	102	73,1	91%
4	Пассажиरोоборот автомобильного транспорта всех видов деятельности	тыс. пасс-км.	879	1712	743	85%

Деятельность предприятий транспорта за последние несколько лет сохраняет тенденцию понижения объемов пассажирских перевозок и грузооборота. В некоторой степени это связано с тем, что пассажироперевозками интенсивно начали заниматься службы такси, деятельность которых не находит отражения в статистических документах. В 2020 году увеличение грузоперевозок по сравнению с 2018 годом составило 139%, снижение грузооборота - до 80%.

На территории заречных наслегов работают только АЗС «Саханефтегазсбыт» в с.с. Хоро и Дюллюкю и АЗС ОАО «Туймада Нефть» в с. Ботулу.

Существующие проблемы в автотранспорте:

- возрастающий износ муниципального парка пассажирского транспорта;
- остается актуальным вопрос неорганизованности и неподконтрольности перевозок пассажиров автомобилями-такси. Количество авто происшествий с участием этой категории водителей растет, имеются факты ДТП с тяжелыми последствиями;
- есть острая необходимость в удовлетворении потребности населения труднодоступных населенных пунктов в транспортных средствах повышенной проходимости.

Таблица 5 – Список населенных пунктов расположенных в районе прохождения автомобильной дороги общего пользования федерального значения А-331 «Виллюй»

№	Наименование населенного пункта	Адрес, км
Территория подчиненная администрации г. Якутска		
1	Граница	61+176
Горный улус		
1	Граница	61+176
2	Магарас	97+080 – 99+700

3	Бердигестях	182+900 – 188+370
4	Асыма	216+300 – 218+480
5	Орто-сурт	308+540 – 311+120
6	Граница	338+107
Виллойский улус		
1	Граница	338+107
2	Илбенге (сворот)	366+700
3	Лекечен	399+600 – 400+930
4	Жемкон (сворот)	474+180 (1)
5	Хампа (сворот)	506+820 (1)
6	Тасагар (сворот)	520+350
7	Кысыл сыр (сворот)	523+800 (16)
8	Бетюнг (сворот)	533+130 (15)
9	Екюндю (сворот)	549+230 (1)
10	Чинеке (сворот)	560+920 (5)
11	Сосновка (сворот)	564 + 650 (1)
12	Виллойск	572+370 – 582+220
13	Чочу (сворот)	584 +500 (12)
14	Кеданда (сворот)	600+000 (5)
15	Граница (р. Чыбыда)	609 + 637
Верхневиллойский улус		
1	Граница (р. Чыбыда)	609+637
2	Харбалах	618+050 – 621+310
3	Тамалакан	628+280 – 629+630
4	Оросу	633+430 – 635+540
5	Балаганнах (сворот)	640+670 (9)
6	Нам	644+230 – 647+050
7	Верхневиллойск	656+800 – 659+720
8	Р. Виллой (переправа)	660+000 – 661+500
9	Булгунняхтах (Хоро)	670+930 – 672+670
10	Дилюккю (сворот)	672+470
11	Онхой-Ботулу (сворот)	696+630 (90)
12	Р. Дюгалах	684+020

13	Р. Туора-Кюель	687+275
14	Граница (р. Тюкан)	702+607
Нюрбинский улус		
1	Граница (р. Тюкян)	702+607
2	Едей	715+250 – 717+200
3	Ханалас	727+950 (1)
4	Маар	741+450 – 744+100
5	Р. Марха (переправа)	752+300 – 752+600
6	Жархан	752+780
7	Чаппанда	767+500 – 769+450
8	Нюрба (объездная)	787+900 – 798+350
9	Р. Виллой (переправа)	807+800 – 808+600
10	Кюндядя	808+780 – 809+720
11	Граница (р. Ботомою)	843+076
Сунтарский улус		
1	Граница (р. Ботомою)	843+076
2	Шея	865+440 – 866+720
3	Кутана (сворот)	884+200
4	Кюкей (сворот)	884+200 (9)
5	Толон (сворот)	901+230 (40)
6	Эльгяй (объездная)	907+950 – 914+030
7	Хоро (сворот)	914+030 (15)
8	Эльгян	924+780 – 925+060
9	Кюндяе (сворот)	938+350
10	Кемпендяй (сворот)	955+200 (50)
11	Устье	955+110 – 955+920
12	Р. Виллой (переправа)	956+200 – 956+800
13	Сунтар	959+975 – 962+750
14	Аллага (сворот)	996+280 (10)
15	Тойбохой	1012+030 – 1015+375
16	Нахара (сыстах) (сворот)	1031+600

17	Крестях	1047+300-1048+720
18	Р. Виллойс (переправа)	1048+800 – 1049+300
19	Граница (возле р. Черная)	1145+015
20	Граница (р. Оччугуй-Ботуобуя)	1151+450
Мирнинский район		
1	Граница (р. Оччугуй-Ботуобуя)	1151+450
2	Р. Виллойчан	1090+000
3	Новый	1151+730-1152+450
4	Алмазный	1154+410 – 1155+560
5	Мирный (сворот)	1162+900 (12)
6	Заря (сворот)	1204+630
7	Ленск (сворот)	1241+800
8	Сворот на автозимник	1310+482
9	Граница РС(Я) и Иркутской области 1533+190	1533+190

Учитывая, что в существующих условиях значительно выросла интенсивность движения автотранспорта по автомобильной дороге А-331 «Виллой» в пределах границы Верхневиллойского улуса, изменился состав автопарка в сторону увеличения тяжелых и сверхтяжелых автомобилей, существующая конструкция дорожной одежды не отвечает требованиям по прочности.

Покрытие на изыскиваемом участке существующей автомобильной дороги – асфальтобетонное шириной 6,5–10,1 м в основном находится в неудовлетворительном состоянии (трещины, неровности и местами колейность).

Характер дефектов свидетельствует о недостаточной прочности дорожной одежды, недостаточной деформативной способности покрытия и возможных дефектах в технологии устройства дорожной одежды. Фактический коэффициент сцепления по данным диагностики, на данном

участке ниже требуемого, фактический показатель ровности 148–203 при нормативном 170.

Земляное полотно находится в хорошем состоянии.

На рассматриваемом участке ремонтируемой дороги имеются водопропускные трубы различных отверстий. Трубы требуют не значительного ремонта.

Предусмотрен ремонт поверхности оголовков ремонт деформационных швов цементным раствором, устройство укрепительных работ, расчистка русла.

На проектируемом участке дороги необходим ремонт 3 примыканий.

При ремонте дороги предусмотрен комплекс мероприятий, обеспечивающих безопасные условия движения по ней с расчетными скоростями, основными из которых являются:

- для более четкой организации движения по дороге и лучшей ориентации водителей предусмотрена разметка проезжей части;

- на участках насыпей высотой до 2м, у водопропускных труб предусмотрена установка сигнальных столбиков ударобезопасной пустотелой конструкции из полиэтилена.

### Основные технические показатели

Проект дороги в с. Верхневилуёйск имеет следующие технические характеристики

Таблица 6 – Основные технические показатели

№	Наименование показателей	Ед.изм.	Величина
1	Категория дороги		III
2	Строительная длина	км	5,00
3	Расчетная скорость	км/ч	100



	движения		
4	Число полос движения		2
5	Ширина земляного полотна	м	12,0
6	Ширина проезжей части дороги	м	7,0
7	Ширина обочин	м	2,5
8	Тип дорожной одежды		капитальный
9	Вид покрытия		АБ
0	1 Водопропускные трубы	шт.	4
1	1 Примыкания	шт.	3

Ремонт и содержанием участка автомобильной дороги А-331 «Виллюй» в пределах границы Верхневиллюйского улуса занимается АО «РИК Автодор». Данное предприятие имеет необходимую производственную базу для строительства автомобильных дорог: профессионально подготовленные бригады строителей, укомплектованный парк дорожных машин и механизмов, материалы и изделия для строительства.

Снабжение строительства автомобильной дороги дорожно-строительными материалами принимается в соответствии с методическими и нормативными документами и ГОСТами РФ. Транспортировка строительных материалов предполагается автосамосвалами и бортовыми автомобилями от базы складирования материалов.

Дальность возки строительных материалов и изделий принята в соответствии с актами промеров расстойный до начала участка ремонта и составляет:

- АБЗ – 12 км

- карьер грунта - 7 км

- Склад на базе АО «РИК Автодор» - 15 км

Забор воды производится на базе АО «РИК Автодор».

Людей, к месту производства работ и обратно, доставляются на автобусах. Строительством временных подъездных дорог проектом не предусматривается.

Таблица 7 – поставка материалов

№пп	Материалы, изделия и конструкции	Дальность возки, км	Порядок поставки
1	Асфальт, битум, битумная эмульсия	12	АБЗ
2	Щебень, песок	7	карьер грунта
3	Дорожные знаки, сигнальные столбики и т.д.	15	Склад на базе АО «РИК Автодор»

Для выполнения дорожно-ремонтных работ в АО «РИК Автодор» имеются следующие машины и механизмы.

Таблица 8 – Местные ресурсы

№ п.п.	Название	Кол-во
1.	Поливомочная машина ЭД - 403	1
2.	Автогудронатор ДС - 142	1
3.	Автомосвал КамаЗ - 6520	5
4.	Автомосвал КамаЗ - 5490	3
5.	Асфальтоукладчик Vo gele super 1900 - 2	1
6.	Каток гладко вальцовый ДУ - 50	1
7.	Каток гладко вальцовый ДУ - 49А	2
8.	Автогрейдер ДЗ - 122	2
9.	Вибрационный каток HD - 90	1
10.	Вибрационный каток HD -85	2
11.	Ресайклер RACO - 550	1
12.	Автопогрузчик	2
13.	Кран автомобильный до 16т.	1
14.	Экскаватор 1м <sup>3</sup>	1

### 3.2 Техноλογическая карта на строителството асфалтобетонного покрытия.

Техноλογическая карта разработана на основе методической организации труда и предназначена для использования при разработке проективных заданий работ и организации труда на объекте капитального ремонта автомобильной дороги на участке км 112+000-км 117+000, Республики Саха (Якутия) с. Верхневиллюйск.

Техноλογическая карта составлена на строителството асфалтобетонного покрытия шириной 8 м, отвечающих требованиям ГОСТ 9128-09 «Смеси асфалтобетонные, дорожные, аэродромные и асфалтобетон. Технические условия».

Для устройства верхнего слоя покрытия следует применять плотный, асфалтобетон.

Верхний слой асфалтобетонного покрытия принят 7 см, в соответствии с Типовыми проектными решениями серии 503-0-11 «Дорожные одежды автомобильных дорог общей сети».

В техноλογической карте принят механизированный способ выполнения работ с применением асфальтоукладчика Vo gele super 1900-2, автомобиль-самосвалов Кама 3-6520 и гладковальцовых катков.

Покрытие из горячих асфалтобетонных смесей устраивают в сухую погоду весной и летом при температуре воздуха не ниже 5 °С, осенью - при температуре воздуха не ниже 10 °С.

Во всех случаях применения техноλογической карты не обойтись без привязки ее к конкретным условиям проективных работ.

До начала работ по строителству асфалтобетонного покрытия должно быть полностью закончено строителство дорожного ос

но ва ни я и пр ин ят о пр ед ст ав ит ел ям и те хн ич ес ко го на дз ор а ор га на уп ра вл ен ия.

Ра бо ты по ст ро ит ел ьс тву ас фаль то бе то нн ог о по крыт ия в да нн ой те хн ол ог ич ес ко й кар те ве ду тся по то чн ым сп ос об ом по раз аб от ан но й те хн ол ог ич ес ко й по сл ед ов ат ел ьн ос ти пр ои зв од ст ва ра бо т на дв ух за хв ат ка х по 500 м. Дл ин а за хв ат ки ра сс чи та на с уч ет ом см ен но й пр ои зв од ит ел ьн ос ти ас фаль то бе то нн ог о за во да (АБЗ) не ме не е 700 т.

На пе рв ой за хв ат ке вы пол няю т след ую щие те хн ол ог ич ес кие оп ер ац ии:

- оч ист ку ос но ва ни я от пы ли и гр яз и;
- ро зл ив би ту мн ой эм ул ьс ии (по дг ру нт ов ка ос но ва ни я).
- ра зб ив ка

Чи ст ое и су хо е ос но ва ни е по дг ру нт ов ыв аю т би ту мн ой эм ул ьс ие й ил и жи дк им би ту мо м, ко то ры е ра сп ре де ля ют ав то гу др он ат ор ом ДС-142.

Жи дк ий би ту м ра сп ре де ля ют за су тки до ук ла дк и по крыт ия; би ту мн ую эм ул ьс ию не ме не е че м за 4 ч. Эт ог о вре м ени до ст ат оч но для пол но го ис па ре ни я ра зж иж ит ел я би ту ма ил и во ды по сле ра сп ад а би ту мн ой эм ул ьс ии.

На вт ор ой за хв ат ке вы пол няю т ос но вн ые те хн ол ог ич ес кие оп ер ац ии по ус тр ой ст ву ас фаль то бе то нн ог о по крыт ия в след ую щей по сл ед ов ат ел ьн ос ти:

- по дв оз ка го ря чей кр уп но зер нис то й ас фаль то бе то нн ой см ес и для ве рх не го сл оя по крыт ия ав то мо би ля ми-са мо св ал ам и;
- вы гр уз ка см ес и в бу нк ер ас фаль то ук ла дч ик а;
- ра сп ре де ле ни е см ес и ас фаль то ук ла дч ик ом;
- уп ло тн ен ие сл оя по крыт ия;

Транспортивную асфальтобетонной смеси производят автомобиль-самосвалами КаМА 3-6520.

Продолжительностью транспортирования горячих асфальтобетонных смесей должна устанавливаться из условия обеспечения их минимальной температуры при укладке и уплотнении, указанной в табл. 14 СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги». Асфальтобетонная смесь, имеющая температуру выше или ниже указанного в СНиП интервала, должна быть забракована и возвращена на АБЗ.

Во избежание остывания смеси при транспортировании и в прохладную погоду кузова автомобиль-самосвалов следует оборудовать двойными стенками для обогрева отходящими газами и закрывать непромокаемым полом.

Края пола должны закрывать борта кузова и укрепляться на деревянной раме.

При выгрузке смеси в бункер асфальтоукладчика автомобиль-самосвал должен устанавливаться в непосредственной близости перед асфальтоукладчиком, не отталкивая его назад.

В контакт с автомобилем-самосвалом должен входить асфальтоукладчик. Автомобиль-самосвал не должен оказывать давление на приемный бункер асфальтоукладчика.

Перед выгрузкой кузова автомобиль-самосвала следует слегка приподнять, чтобы смесь сползла к заднему закрытому борту. Такой прием позволяет выгрузить смесь в бункер асфальтоукладчика в виде единой массы после открытия заднего борта автомобиль-самосвала.

Следует отметить, что выгрузка асфальтобетонной смеси на прямую из кузова автосамосвала приводит к усадке асфальтоукладчика, в результате которой уменьшаются толщина укладки ваемого слоя.

По мере выработки смеси и снижения нагрузки на механизмы тощина слоя увеличивается. В конечном итоге нарушается ровность полосы укладки и, как следствие, снижается качество уплотнения и ровность готового покрытия.

Асфальтоукладчик укладывает смесь на ширину от 3 до 7,5 м.

В зависимости от ширины покрытия определяют число и ширину укладываемых полос.

В данном случае при общей ширине покрытия 8 м целесообразно укладывать две полосы по 4 м.

Асфальтоукладчик в процессе работы выполняет следующие технологические операции:

- прием асфальтобетонной смеси из транспортных средств;
- подачу асфальтобетонной смеси на подготовленное и уплотненное основание;
- распределение смеси по ширине укладываемой полосы слоем заданной толщины;
- профилировку асфальтобетонной смеси с требуемым поперечным уклоном и продольным профилем в соответствии с проектными отметками и поперечности укладываемого покрытия;
- предварительное уплотнение укладываемого слоя;
- отделку (выглаживание) поперечности укладываемого покрытия.

Температура асфальтобетонных смесей при укладке в конструктивные слои дорожной одежды должна соответствовать требованиям ГОСТ 9128-09.

В процессе производства работ следует выполнять следующие рекомендации:

- при небольших перерывах в поступлении и асфальтобетонной смеси не следует расходовать всю имеющуюся в укладчике смесь, а оставлять рабочие органы укладчика заполненными до прихода следующей автомобиль-самосвала;

- при длительных перерывах вся смесь, имеющаяся в укладчике, должна быть уложена, чтобы не допустить ее остывания;

- в конце смены или при длительных перерывах в течение смены необходимо подготовить конец уложенной полосы к устройству поперечного вертикального стыка для последующего продолжения работ.

Поперечный стык выполняют двумя способами:

- простого стыка;
- клиновым стыком.

Выбор способа зависит от того, будет или нет осуществляться по уложенной полосе движение транспорта в период между окончанием и возобновлением строительства.

Стороны уложенной полосы формируются вертикальная кромка так же, как при устройстве простого стыка, с помощью упорной доски. Затем подсыпают асфальтобетонную смесь, формируя из нее клиновидный скат от верхней кромки доски к основанию. Чтобы движущийся транспорт не выбивал доску из покрытия, она должна быть ровной и иметь ту же толщину, что и уплотненный асфальтобетонный слой.

При возобновлении работ на участке необходимо удалить асфальтобетонный скат, снять упорную доску. Вертикальную кромку ранее уложенной полосы разогреть горелками и инфракрасного излучения, смазать горячим битумом.

Уплотнение асфальтобетонной смеси следует начинать после ее укладки на поlose 8 - 10 м, соблюдая температурный режим, указанный в табл. 14 СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги».

В данной технологической карте предусмотрено уплотнение горячих асфальтобетонных смесей звеном самоходных катков с гладкими металлическими вальцами, которое состоит из: легких катков ДУ-50 массой 6 - 8 т и тяжелых - ДУ-49А массой 11 - 18 т.

Катки должны иметь гладкие, хорошо отшлифованные вальцы, что необходимо для получения качественной поверхности покрытия.

Для предотвращения прилипания смеси вальцы следует смачивать водой, смесью воды и керосина (1:1) или однопроцентным водным раствором отходав соапстока. Такая операция является обязательным условием качественного уплотнения и нормальной работы катка. Необходимо строго регулировать подачу антиадгезионных составов, излишний расход которых отрицательно сказывается на качестве асфальтобетонного слоя. Не следует применять для смазки вальцов соляровое масло и топочный мазут, растворяющие пленку битума на поверхности покрытия.

При работе одним асфальтоукладчиком уплотнение второй свежееуложенной поlose начинают по продольному сопряжению с ранее уложенной поloseй.

Уплотнение стыка следует начинать с наездом на «холдную» поlose на расстояние 50 см. Второй проход - с наездом 15 - 20 см. В таком случае основное уплотняющее воздействие оказывается на смесь, находящуюся в области стыка. Смесь подается в сторону стыка до тех пор, пока уровень свежееуложенной поlose не сравняется с уровнем соседей.



В начале процесса уплотнения скорость катков должна быть 1,5 - 2 км/ч, а после пяти - шести проходов по одному следу ее увеличивают до 3,5 км/ч.

При первом проходе гладко вальцовых катков ведущие вальцы должны быть впереди.

Во избежание образования неровностей не следует оставаться на вальцах катков на горячей асфальтобетонной смеси.

После предварительного уплотнения (двух - трех проходов легкого катка) необходимо проверить поперечный уклон и ровность покрытия с помощью трехметровой рейки. Просвет между нижней плоскостью рейки и поперечной поверхностью покрытия не должен превышать 3-5 мм.

Обнаруженные неровности должны исправляться после первых же проходов катка. Одновременно должны устраняться и другие дефекты (раковины, зазоры, скопления щебня, трещины, наплывы и др.).

При исправлении неровностей необходимо:

- вырубить дефектный участок;
- обмазать края и дно вырубленного места («ящичка») горячим вязким битумом;
- заполнить «ящик» горячей асфальтобетонной смесью;
- уплотнить.

Швы должны быть параллельными и перпендикулярными осям дороги.

Признаком достаточного уплотнения покрытия является отсутствие следа от прохода задних вальцов тяжелых катков. Контроль плотности асфальтобетонного слоя в процессе уплотнения рекомендуется осуществлять экспресс-методами.

Коэффициент уплотнения покрытия должен быть не ниже:

0,99 - для выскокоплотного и плотного асфальтобетонных типов А и Б;

0,98 - для плотного асфальтобетонных типов В, Г, Д, пористого и выскокопористого асфальтобетонных.

Наиболее достоверные значения коэффициента уплотнения получают при испытаниях и образцов (кернов), отобранных из покрытия.

В этом случае при составлении данной работы проигнорировать работ не обязательно после уплотнения нижнего слоя покрытия предусмотрено треть организационный перерыв, производительностью не менее двух смен, для лабораторных испытаний.

К работам по устройству асфальтобетонных покрытий допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, а также обучение и инструктаж по безопасности труда.

Лица, допускаемые к эксплуатации дорожных машин (асфальтоукладчик, автогрейдер, каток), должны иметь удостоверение на право работы на них.

При работе машин по устройству покрытий необходимо соблюдать требования, изложенные в СНиП III-4-80.

При проведении работ необходимо принять меры по обеспечению безопасности движения. С этой целью на участках проведения работ до их начала устанавливаются временные дорожные знаки, ограждения и направляющие устройства, а в необходимых случаях устраивают объезд. Ограждение места работ производят с помощью ограждающих щитов, штакетных барьеров, стоек, вешек, конусов, шнуров с цветными флажками, сигнальных огней. Установку технических средств организации движения производят в соответствии с ВСН 37-84.

Схемы организации движения и ограждения мест работ не зависят от того, являются они типовыми или индивидуальными, а также

е сроки проведения работ утвреждаются руководителем дорожной организации и согласовываются с органами ГИБДД.

При составлении схем организации движения в местах проведения дорожных работ необходимо обеспечить выполнение следующих требований:

- предупредить заранее водителей транспортных средств и пешеходов об опасности, вызванной дорожными работами, и указать характер этой опасности;

- четко обозначить направление объезда, имеющихся на проезжей части препятствий, а при устройстве объезда ремонтного участка - его маршрут;

- создать безопасный режим движения транспортных средств и пешеходов на подходах и на участках проведения дорожных работ.

При работах, имеющих подвижный и краткосрочный характер, временные знаки можно размещать на переносных ограждающих барьерах, щитах, а также на автомобилях и самоходных дорожных машинах, участвующих в работе. В темное время суток дорожные машины и оборудование должны находиться за пределами земляного полотна. В случае невозможности выполнения этого требования дорожные машины должны быть ограждены с обеих сторон барьерами с сигнальным фонарем желтого цвета, зажигаемым и с наступлением темноты, с установкой барьеров на расстоянии 10-15 м от машины.

Выполнение требований по организации движения и техники безопасности в местах производства дорожных работ возлагается на инженерно-технический персонал, который непосредственно руководит производством работ (руководителя организации, главного инженера, начальника участка, прораба, мастера).

При производстве работ по устройству асфальтобетонного покрытия руководствуются следующей технической литературой:

1. СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
3. ТОИ Р-218-13-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста укладчика асфальтобетона.
4. ТОИ Р-218-14-93. Типовая инструкция по охране труда машиниста автогрейдера.
5. ТОИ Р-218-07-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста катка.

Технологическая карта разработана на основе методов научной организации труда и предназначена для использования организации труда при капитальном ремонте автомобильных дорог.

Карта составлена на регенерацию дорожной одежды, укрепляемой битумной эмульсией, методом холодной регенерации при капитальном ремонте дороги с шириной проезжей части 7 м. Ремонтируемый участок дороги характеризуется следующими дефектами: ямочностью, выбоинами, келейностью и другими дефектами асфальтобетонного покрытия. Общая толщина регенерируемого слоя дорожной одежды 15 см, с добавлением битумной эмульсии 10 см (рис. 5).

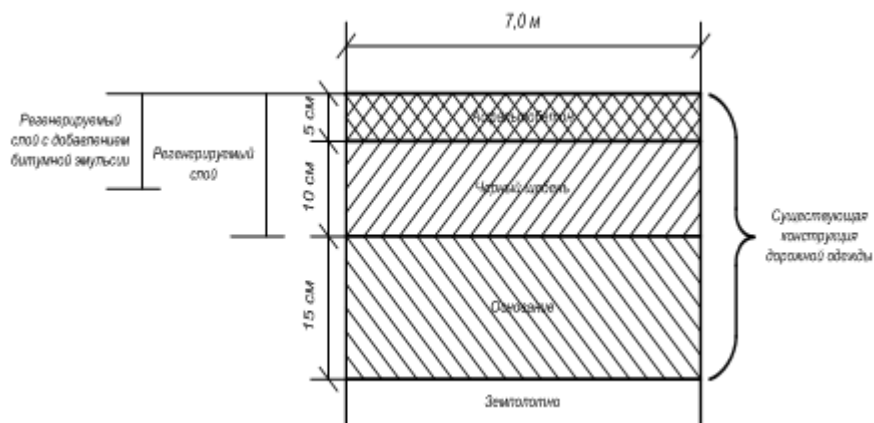


Рис. 5 Конструкция дорожной одежды

В качестве ведущего механизма принят ресайклер RACO 550 с рабочей скоростью регенерирования до 10м/мин. Состав отряда вспомогательных механизмов включает: катки HD-85. и HD-90, универсальную машину ЭД-405 для подвоза воды, гудронатор ДС-142, автогрейдер ДЗ-122.

Ресайклер RACO 550 предназначен для дробления, измельчения материалов конструктивных слоев существующей дорожной одежды, приготовления и равномерного введения в смесь битумной эмульсии, перемешивания всех компонентов укрепленных смесей.

После начала работы ресайклера за ним с интервалом 4-5м по регенерируемой полосе (между колес ресайклера) с такой же скоростью движется вибрационный каток HD-90 для прикатки разрыхлительной смеси. Одновременно каток подготавливает сфрезерованный слой под профилирование автогрейдером ДЗ-122. Эта технологическая операция осуществляется за два прохода катка по одному следу.

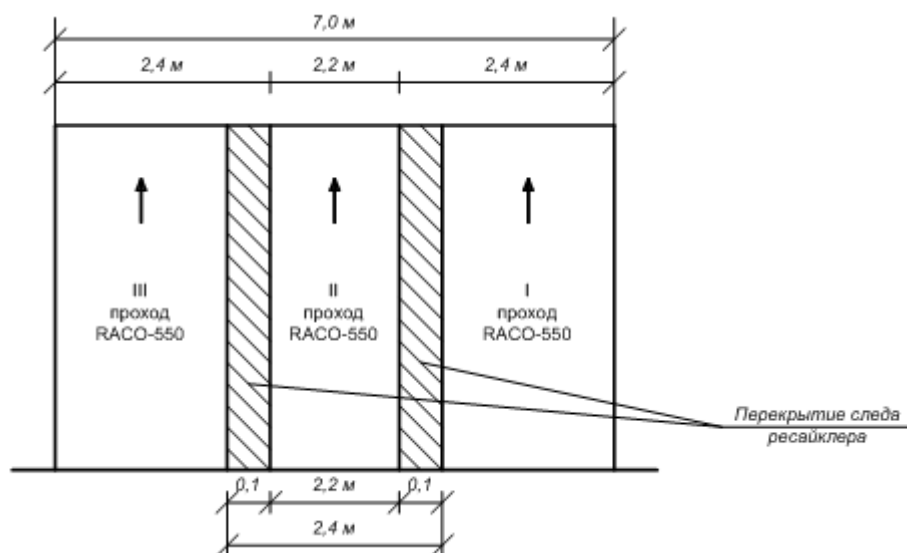


Рис. 6. Схема работы ресайклера RACO-550

При ширине дороги 7 м ресайклер совершает три проходки. Длина сменной захватки составит 400 м. (Длину захватки применяем исходя из технической документации на ресайклер)

По завершении регенерации на одном участке ресайклер передвигается на следующий. Прикатанная поверхность основания профилируется автогрейдером ДЗ-122, оснащенный автоматической системой слежения за вертикальными отметками. Профилирование проходов завершается после проходов автогрейдера при рабочем ходе в одном направлении.

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие предварительный медицинский осмотр, обученные по соответствующей программе, сдавшие экзамены квалификационной комиссии и получившие удостоверения.

При работе машин посторонним лицам запрещается находиться сзади по ходу машины ближе 15 м.

Смену фрез ротора следует производить после остановки двигателя.

При производстве работ по устройству земляного полотна бульдозером руководствуются следующей технической литературой:

1. СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1.

Общие требования.

3. ТОИ Р-218-05-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста автогрейдера.

4. ТОИ Р-218-07-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста катка.

5. ТОИ Р-218-26-94. Типовая инструкция по охране труда для машиниста автополивомоечной машины.

6. Спельман Е.П. Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и средств малой механизации. — М.: Стройиздат, 1986. — 271с.

### 3.3. Использование резиновой крошки в дорожной одежде

Важные исследования и опытно-производственные работы с целью использования асфальтобетона с добавкой резины, полученной от переработки старых автомобильных шин, проводились такими отечественными учеными, как А. С. Гладких, В. А. Кретов, А.В. Руденский, Б.М. Слепая и др. И в нашей Республике Саха (Якутия) с добавлением резиновой крошки занимаются В.Е. Копылов, С.Э. Филиппов, А.А. Христофорова и др.

В работах показано большое влияние содержания битума на деформативность асфальтобетона, а так же влияние на температурную трещиностойкость коэффициента температурного расширения асфальтобетона.

Резиновая добавка в асфальте создает препятствие для попадания воды внутрь и асфальтированный участок не разрушается, сохраняет свою твердость. Несмотря на то, что асфальтирование с использованием резиновой крошки немного дороже, чем обычный асфальт, тем не менее такой асфальт долго прослужит и избавит от необходимости частого проведения ямочного ремонта, что в долгосрочном периоде снизит затраты.

Обычный асфальт при высокой температуре окисляется, происходит высвобождение мелкозернистых материалов и асфальтированная дорога начинает расслаиваться. Асфальт с резиновой добавкой не содержит такого количества мелкозернистого материала поэтому такая дорога более устойчива.

На обычной асфальтированной дороге трещины появляются довольно рано. А асфальтировка с использованием резиновой крошки позволит увеличить время появления трещин на асфальтированном участке в несколько раз. Резина является модификатором асфальта. Во-первых резина становится частью связывающего материала. Например обычный асфальт содержит 5–6% связывающего материала. Асфальт с резиновой добавкой

содержит 7–9% связующего материала. Во-вторых, в отличие от обычного асфальта резина выступает как компонент наполнителя, что позволяет асфальту из резиновой крошки не терять мелкозернистые материалы под воздействием солнца.

Использование резиновой крошки позволяет:

- увеличить срок службы дорожного покрытия на 5-10 лет. Резиновая крошка добавляет гибкость асфальтовому покрытию.
- в несколько раз увеличить межремонтный период дорог, особенно в районах с резко-континентальным климатом с частыми циклическими нагрузками типа «тепло-холод».
- практически на порядок снизить себестоимость ремонта и обслуживания дорожных покрытий.
- уменьшить вероятность заносов, возрастает сопротивление скольжению (на 50% меньше несчастных случаев со смертельным исходом).
- увеличить дренажные свойства дорожного покрытия, что отлично сказывается в дождливый осенне-зимний и зимне-весенний период и в гололедицу.
- повысить устойчивость к появлению следов от машин при высоких температурах. Повысить устойчивость к появлению трещин на поверхности при низких температурах.
- покрытие почти не проседает и не образует колеи, за счет такого качества, присущего резиновой крошке, как эластичность.
- существенно снизить шумовые характеристики дорог (до 70%) на 3-8 db что соответствует увеличению расстояния от дороги до жилищной постройки в 2 раза.
- снизить истираемость колес.
- уменьшение светоотражающих свойств дорожной поверхности, что увеличивает безопасность движения.



- поверхность более черная, она сохраняет высокую температуру лучше, поэтому на таком покрытии используется меньше количества соли, песка и реагентов в зимние месяца.

- позволяет утилизировать отходы изношенных автомобильных шин.

Вопрос влияния гранул резиновой крошки, введенных в состав цементобетона, на его коэффициент температурной деформации, исследован американскими учеными, давно занимающимися вопросами утилизации изношенных покрышек, в том числе и использованием продукта их дробления (резиновой крошки и чипсов) в асфальто - и в цементобетонных смесях.

Полученные американскими учеными результаты показывают, что цементобетон гранулами резиновой крошки в своем составе является менее чувствительным к воздействию температурного градиента. Так, коэффициент температурной деформации образцов цементобетона ( $a_{ц.б}$ ), содержащих 3% гранул резиновой крошки по объему ( $=35\text{кг/м}^3$ ), снизился в сравнении с аналогичным показателем образцов контрольного состава с 6.63 до 5.24 (на 29%).  $a_{ц.б}$  образцов, содержащих в своем составе 15% гранул резиновой крошки ( $=180\text{кг/м}^3$ ), оказался равным 3.23 (снижение по сравнению с образцами контрольного состава на 51%).

Представляет интерес количественная оценка снижения величины напряжений в асфальтобетонном покрытии жестких дорожных одежд за счет применения низкомарочного цементобетонного основания, проведенная на равнопрочных конструкциях.

Согласно таблице 2.10 Методических рекомендаций по проектированию жестких дорожных одежд, были приняты три равнопрочные конструкции жестких дорожных одежд с одинаковой толщиной слоев асфальтобетонного покрытия 18см и основаниями, выполненными из цементобетона марок М150 (конструкция 1),

M100(конструкция 2) и M50 (конструкция 3), толщиной 19; 22 и 26см соответственно.

Численные значения основных параметров сравниваемых равнопрочных конструкций представлены в таблице 9.

Таблица. 9 - Численные значения основных параметров

Параметр	Конструкция 1	Конструкция 2	Конструкция 3
Кэф. температурной деформации цементобетона $a_{ц.б.}, 10^{-6}/^{\circ}C$	8,6	6,63	5,24
Модуль упругости основания $E_0, МПа$	21000	16000	9500
Модуль упругости покрытия $E_{ц}, МПа$	7000		
Перепад температуры $\Delta T_0=T_2-T_1, ^{\circ}C$	От +5 до -30		
Длина плит основания $L, м$	15		

В соответствии с рекомендациями Л.Б. Гезенцева, для асфальтобетон температуру  $T$ , приняли равной плюс  $5^{\circ}C$ , так как при этой температуре асфальтобетон переходит из вязко-пластичного в упруго-вязкое состояние. За конечную температуру приняли минимальную годовую температуру конструктивного слоя дорожной одежды.

Проведенный численный анализ показал, что устройство основания и цементобетона марки M100 вместо M150 (переход от конструкции 2 к конструкции 1) позволит снизить величину действующих температурных напряжений в асфальтобетонном покрытии приблизительно на 35%. Переход от марки M100 к марке M50 (от конструкции 2 к конструкции 3) приведет к снижению напряжений приблизительно на 50%, а переход от марки M150 к марке M50 (от конструкции 1 к конструкции 3) - приблизительно на 70% (рисунок 7).

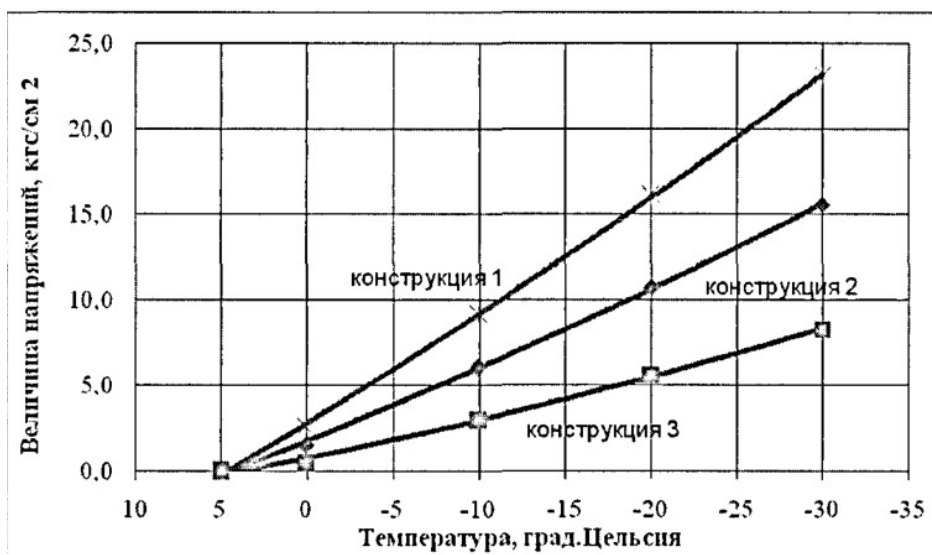


Рисунок 7 - Зависимость величины температурных напряжений в а/б покрытии от величины перепада температуры ц.б. основания

В результатах проведенных исследований установлено, что с точки зрения повышения морозостойкости цементобетона (испытания проводились согласно ГОСТ10060.0-95 по второму базовому методу), оптимальное количество вводимых в его состав гранул резиновой крошки составляет 3-5% от объема смеси при их крупности не более 0,63мм

Исследования, направленные на определение оптимума количества гранул резиновой крошки в составе цементобетона с точки зрения повышения его морозостойкости были проведены на образцах мелкозернистого цементобетона. Количество введенных гранул резиновой крошки варьировалось от 0 до 7% по объему смеси (контрольный состав, в массовых частях, Ц:П = 1:3,3. Водоцементное отношение у всех смесей принято равным 0,5, подвижность характеризовалась расплавом малого конуса в пределах 12,5-13,5см). Состав цементобетонных образцов контрольного состава, используемых для определения оптимума по размеру гранул резиновой крошки с точки зрения повышения морозостойкости цементобетона, в массовых частях, Ц:П:Ц:В = 7,1:5,2:1,1:1; составы с включением гранул резиновой крошки -Ц:П:Ц:В:РК = 7,1:5,2:1,1:1:0,23.

В экспериментах применялся портландцемент ПЦ400Д0 («Михайлов цемент»), песок с  $M_{кр} = 2,6$  («Вяземское карьеро - управление»); гранитный

щебень (в составах тяжелых цементобетон) фр.5-20 М1200 («Павловск гранит») и резиновая крошка, выпускаемая Чеховским регенератным заводом (марка РД 0,5).

Морозостойкость цементобетон без гранул резиновой крошки в своем составе не отличалась от морозостойкости составов с гранулами резиновой крошкой размером более 0.63мм Согласно полученным результатам данные бетоны соответствуют марке по морозостойкости F25 (образцы выдержали 5 циклов попеременного замораживания - оттаивания). Образцы цементобетона содержащего в своем составе гранулы резиновой крошки размером менее 0.63мм выдержали 20циклов, что соответствует марке по морозостойкости F100.

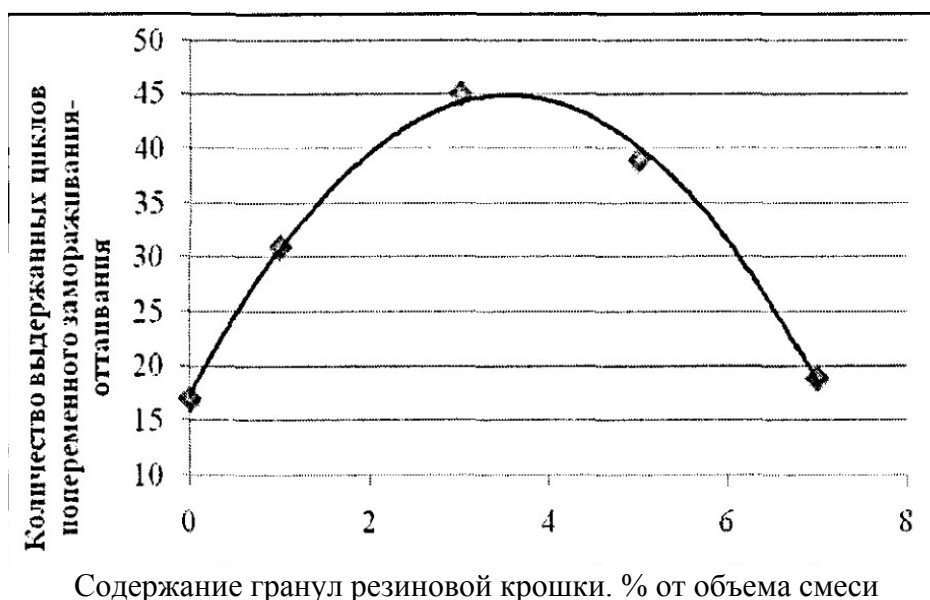


Рисунок 8 - Зависимость морозостойкости цементобетона от количества введенных в его состав гранул резиновой крошки.

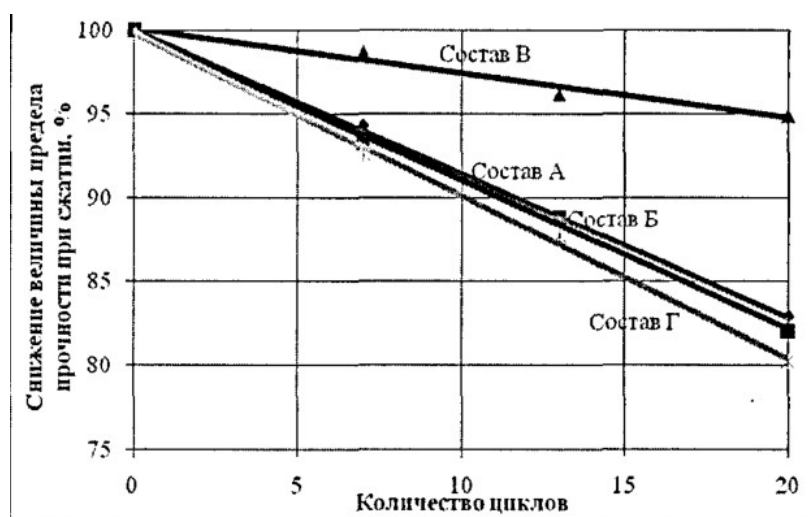
Контрольная проверка полученных результатов было проведена на образцах тяжелого низкомарочного цементобетона, составы серий представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Составы тяжелых цементобетон

Маркировка серии	Состав, кг/м <sup>3</sup>					В/Ц	Примечание
	Щ	П	Ц	В	РК		
А	1150	840	115	165	-	1,45	Без резиновой крошкой
Б	1150	865	90	165	-	1,85	

В	1150	770	120	165	37,5	1,35	С резиновой крошкой
Г	1150	785	105	165	37,5	1,55	

Результаты проведенных испытаний показали, что образцы с гранулами резиновой крошки в своем составе оказались более морозостойкими по отношению к образцам контрольных составов. Так, образцы состава Г (марка по прочности при сжатии М25) смогли выдержать 7 циклов попеременного замораживания-оттаивания что соответствует марке по морозостойкости F50, а образцы состава В (iM50) - 13, что соответствует марке F75. При этом цементобетон контрольного состава А (М75) смог выдержать 3 цикла попеременного замораживания-оттаивания (марка по морозостойкости F25), тогда как образцы цементобетона состава Б (М50) не выдержали ни одного цикла.



Состав А - контрольный; состав Б с включением гранул резиновой крошки (далее РК) размером 1,25-2,5мм; состав В - РК размером менее 0,63мм; состав Г - с РК размером 0,63-1,25мм.

Рисунок 2.7 - Зависимость морозостойкости цементобетона от размера введенных в его состав гранул резиновой крошки

Первоначальные исследования влияния гранул резиновой крошки, введенных в состав цементобетонной смеси, на прочность получаемого цементобетона было решено проводить на образцах мелкозернистого цементобетона (указанного выше состава). Испытания проводились в возрасте 7, 28, 56 и 90 суток нормального твердения. Было отмечено, что введение гранул резиновой крошки оказывает благоприятное влияние на гидратацию цементного камня, о чем свидетельствует более равномерный

во времени набор прочности образцам всех серий с включением гранул резиновой крошки (особенно наглядно проявляется на кинетике набора прочности образцов на растяжение при изгибе (рисунок 2.7)).

По результатам проведенных испытаний был построен график, отражающий зависимость прочности при сжатии образцов мелкозернистого цементобетона от количества введенных в его состав гранул резиновой крошки (рисунок 2.8).

Согласно данным, приведенным в работах Л.М. Шейнина, увеличение пористости мелкозернистого цементобетона на 1 % приводит к снижению его прочности при сжатии и прочности на растяжение при изгибе на 4 - 7 % и 2 - 3 % соответственно. Из результатов проведенных нами исследований видно, что гранулы резиновой крошки, введенные в состав мелкозернистого цементобетона, влияют на его прочностные характеристики аналогичную агрегатам вовлеченного воздуха.

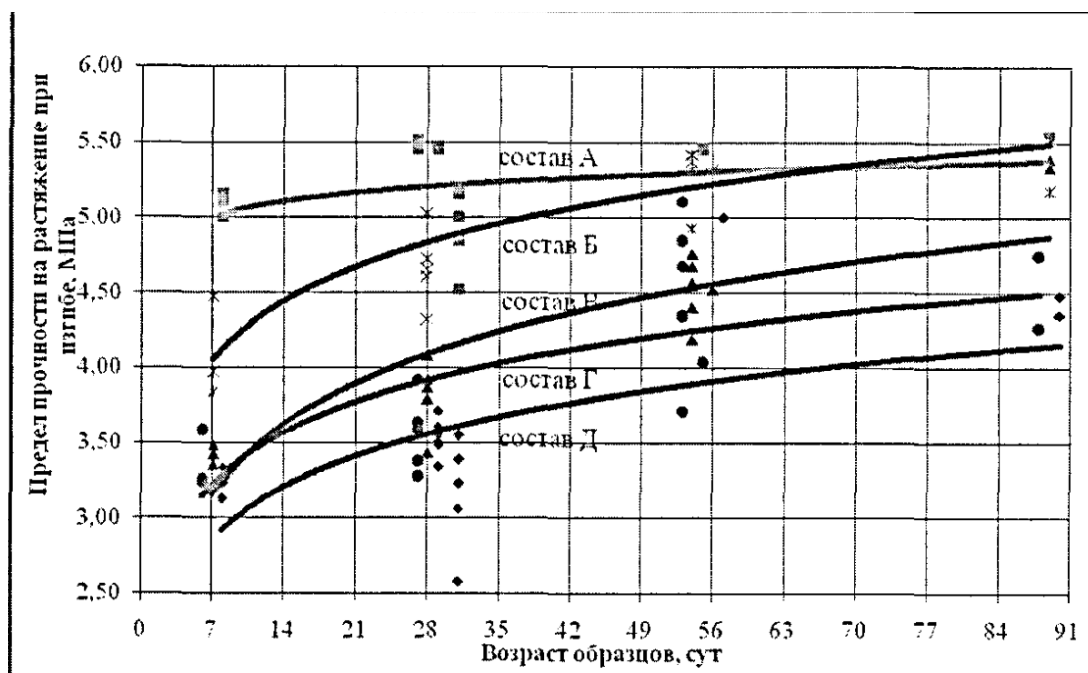


Рисунок 9 - Кинетика набора образцами прочности на растяжение при изгибе



Рисунок 10 - Зависимость прочности при сжатии мелкозернистого цементобетона от содержания гранул резиновой крошки

Для исследования влияния гранул резиновой крошки, введенных в состав тяжелого цементобетона, на его прочность, была проведен следующий эксперимент входе которого были изготовлены серии образцов с гранулами резиновой крошки(количество гранул принято равным 3% от объема смеси) и без них при различном водоцементном отношении ( $V/C = 1,1; 1,4; 1,7$ ). Удобоукладываемость смесей характеризовалась жесткостью 25секунд.

Результаты испытаний проведенных на 28 сутки нормального твердения представлены на рисунке 10

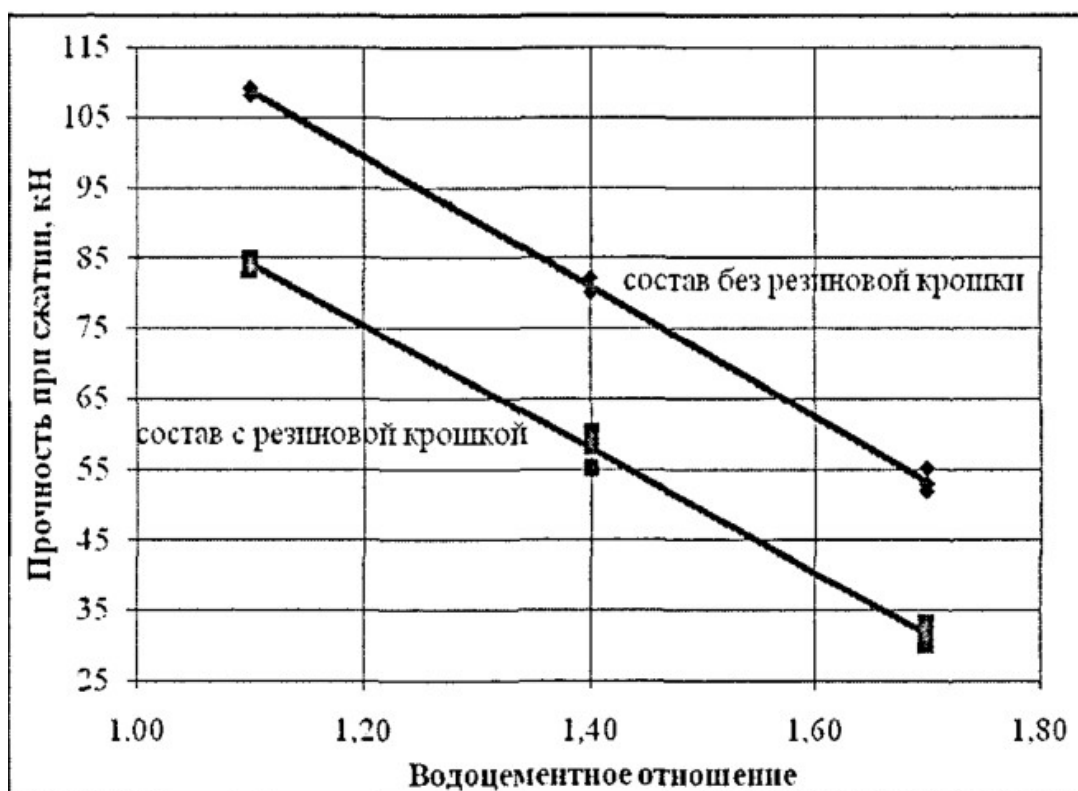


Рисунок 11 - Зависимость предела прочности при сжатии образцов цементобетона от водоцементного отношения (в возрасте 28сут)

Таким образом, путем некоторого снижения водоцементного отношения цементобетона контрольного состава удалось получить цементобетон с добавкой гранул резиновой крошки с аналогичной маркой по прочности при сжатии. При этом прочность на растяжение при изгибе образцов цементобетона с гранулами резиновой крошки в своем составе, за счет сниженного водоцементного отношения, будет соответствовать более высокой марке нежели прочность контрольного состава. Так, бетон контрольного состава марки на сжатие М50 имел марку по прочности при изгибе М5, а бетон с гранулами резиновой крошки в своем составе при аналогичной прочности при сжатии имел марку на растяжение при изгибе М10.

Следующая серия проведенных экспериментов имела целью изучение влияния гранул резиновой крошки, введенных в состав цементобетона, на его модуль упругости.



В нашем случае модуль упругости образцов мелкозернистого цементобетона с различным процентным содержанием гранул резиновой крошки определялся по формуле:

$$E = \frac{P \cdot l^3}{24 \cdot f \cdot J} \cdot \left( \frac{3a}{l} - \frac{4a^3}{l^3} \right), \text{ МПа} \quad (2.1)$$

где:

P- нагрузка на образец, вызывающая прогиб/ кН;

l- расстояние между опорами, м.;

f - прогиб образца, м;

J- момент инерции образца, м<sup>4</sup>:  $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ ;

a - расстояний от опоры до точки приложения силы, м.

b - ширина образца, м;

h - высота образца, м;

Определение прогиба образца производили при помощи индикатора часового типа с ценой деления 0,001мм, ножка которого устанавливалась строго по геометрическому центру нижней растянутой плоскости образца.

Нагружение образца проводили на гидравлическом прессе с максимально возможным усилием 4000 кгс, увеличивая нагрузку ступенями по 100 кгс, снимая при этом показания индикатора. Нагружение проводили до разрушения образца, фиксируя при этом величину максимального прогиба. Полученные расчетным путем значения модулей упругости образцов мелкозернистого цементобетона с включением гранул резиновой крошки в свой состав, сравнивались со значениями модулей упругости цементобетонов сопоставимой прочности, приведенными в нормативной литературе.

В данном случае теоретические и расчетные значения модулей упругости отличаются на величину, размер которой не превышает 10%, что говорит о хорошей сходимости результатов эксперимента. Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что введение в состав цементобетона гранул резиновой крошки приводит к снижению величины

модуля упругости исследуемого материала только за счет снижения его статической прочности.

Таблица 11

Состав	Экспериментальные данные			Теоретические данные*		
	Содержание гранул резиновой крошки, % по объему	Прочность при сжатии МПа	Модуль упругости МПа x 10 <sup>2</sup>	Класс бетона на сжатие	Средняя прочность образцов при данном классе, МПа	Модуль упругости бетона, МПа x 10 <sup>2</sup>
А	0	25,8	204	В20	29,5	224
Б	1	23,0	183	В15	22,9	119
В	3	18,6	161	В12,5	18,0	178
Г	5	15,5	158	В10	14,7	150
Д	7	13,5	146	В7,5	11,4	138

Примечание. \* Согласно табл.18 СПиП 2.03.01-84 для мелкозернистых бетонов группы А-бетоны, приготовленные на песке с модулем крупности  $M_{кр} > 2$ .

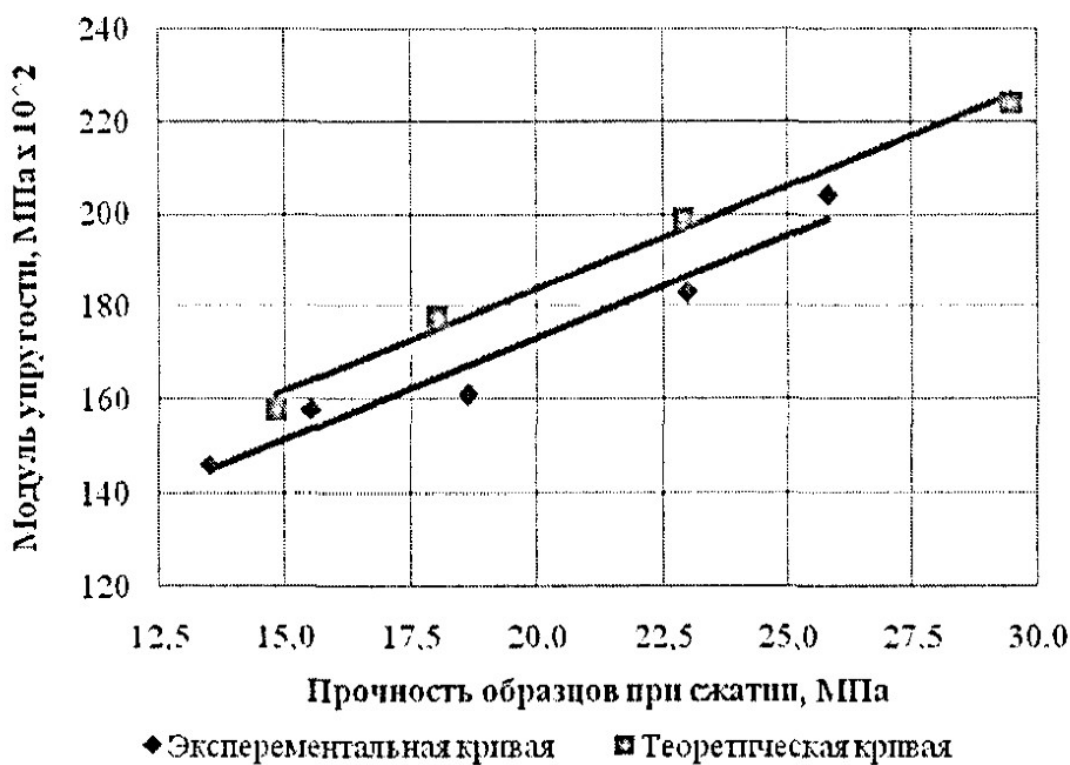


Рисунок 12 - Зависимость модуля упругости мелкозернистого ц.б. от его прочности

Было изучено влияние гранул резиновой крошки на однородность и уплотняемость цементобетонной смеси.

Однородность перемешивания цементобетонной смеси с добавкой гранул резиновой крошки оценивалась по коэффициенту вариации прочности при сжатии образцов размером 10x10x 10см, испытанных в возрасте 28 суток. При этом коэффициент вариации прочности образцов с добавкой резиновой крошки сравнивался с аналогичным показателем прочности контрольных образцов бетона. Время перемешивание смеси было принято равным 1,2 и 3 минутам.

Для проведения данного эксперимента были выполнены шесть замесов бетонной смеси марки БСГ В7.5 Ж4 ГОСТ 7374-78 заводского состава и состава, включающего гранулы резиновой крошки. Объем замеса был принят равным 0.5м<sup>3</sup>. Из каждого замеса было изготовлено по 30 образцов размером 10x10x 10см. Состав смесей представлен в таблице 12.

Таблица 12 Состав бетонной смеси с резиновой крошкой

Состав	Состав смеси, кг/м <sup>3</sup>					В/Ц
	Щ	П	Ц	В	РК	
Без гранул резиновой крошки	1250	800	150	145	-	0,97
С гранулами резиновой крошки	1250	720	150	145	37,5	0,97

Введение необходимого на замес предварительно отвешенного количества резиновой крошки, производилось вручную параллельно с набором инертных материалов непосредственно в подъемный скип. Крошка находилась в сыпучем состоянии без комков.

После 28 суток хранения в нормальных условиях партия образцов была разделена на серии по 6 образцов. Распределение по сериям проводили случайно (при помощи генератора случайных чисел). Для каждой серии рассчитывалось среднее значение прочности при сжатии, среднее квадратичное отклонение, дисперсия и коэффициент вариации прочности.

Коэффициент вариации прочности серий образцов контрольного состава оказался равным 5,0; 3,5 и 2,7% при 1, 2 и 3 минутах

перемешивания соответственно. Значения коэффициента вариации прочности серий образцов, содержащих гранулы резиновой крошки в своем составе, оказались равными 4,0; 3,2 и 2,1% при аналогичном времени перемешивания.

При увеличении времени перемешивания как контрольной смеси, так и смеси с гранулами резиновой крошки в своем составе, снижалось и значение коэффициент вариации прочности, и величина его внутри серийного размаха. При этом значение коэффициентов вариации прочности при сжатии цементобетонных образцов, содержащих гранулы резиновой крошки в своем составе, несколько ниже аналогичных показателей образцов контрольного состава.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что введение гранул резиновой крошки в количестве 3% по объему в состав цементобетонной смеси не требует увеличения времени перемешивания.

В лабораторных условиях жесткие смеси уплотняют на вибростоле, обеспечивающем определенную частоту и амплитуду вибрации. При этом нагрузку от дорожной уплотняющей техники моделируется при помощи пригруза, создающем давление на поверхность образца 40 г/см<sup>2</sup> (при жесткости смеси до 60 секунд). Окончанием уплотнения образца принято считать момент появления на его поверхности цементного молочка.

По сравнению с традиционными инертными заполнителями, входящими в состав цементобетона, резиновая крошка является компонентом пониженной жесткости обладающим, кроме того, упругими свойствами, вследствие чего можно предположить, что резина способна гасить колебания и приводить к общему недоуплотнению цементобетонной смеси.

Для оценки степени уплотнения цементобетонной смеси с резиновой крошкой был проведен эксперимент, который заключался в определении и сравнении степени уплотнения образцов цементобетона контрольного состава и состава с резиновой крошкой. Определение коэффициента

уплотнения проводили для составов с различной жесткостью (20; 40 и 60 секунд). Уплотнение велось до появления на поверхности образца цементного молочка. Составы смесей представлены в таблице 12.

При жесткости смеси 20 секунд коэффициент уплотнения ( $K_{упл}$ ) для традиционного состава оказался равным 0.989, при жесткости 40 секунд - 0.982, при жесткости 60 секунд - 0.983. При аналогичных значениях жесткости коэффициенты уплотнения ( $K_{упл}$ ) состава с резиновой крошкой оказались равны 0.994; 0.983 и 0.982 соответственно.

Таблица 12 - Составы цементобетонных смесей

Состав	Состав, кг/м <sup>3</sup>					Р <sub>расч</sub> , кг/м <sup>3</sup>	В/Ц	Жесткость смеси, с
	Щ	П	Ц	В	РК			
1	1150	740	170	185	-	2245	1,1	20
2	1150	810	150	165	-	2275	1,1	40
3	1150	870	135	150	-	2305	1,1	60
4	1150	610	185	205	37,5	2188	1,1	20
5	1150	710	160	175	37,5	2233	1,1	40
6	1150	790	145	160	37,5	2285	1,1	60

Результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод, что введение в состав цементобетона гранул резиновой крошки в количестве 3% по объему практически не влияет на степень уплотнения смеси.

Приготовленная смесь (составы представлены в таблице 12) к месту укладки транспортировалась автомобилями-самосвалами КамАЗ-6520. Разравнивание цементобетонной смеси и планирование поверхности основания производилась автогрейдером НВМ ВГ 190 ТА-3. Уплотнение слоя основания производилось вибрационным катком Bomag 170AD-2AM за 16 проходов по одному следу.

На заводе, сразу после выпуска смеси, была заформована серия контрольных образцов и образцов экспериментального состава (состояла из образцы с размером 10\* 10\* 10см для испытания на морозостойкость и образцов-призм размером 10x10x40см).

На 7 сутки после устройства основания, для определения коэффициента уплотнения цементобетонной смеси и прочностных

характеристик, из него были выбурены керны. Средний коэффициент уплотнения как для образцов контрольного состава, так и для образцов цементобетона с включением гранул резиновой крошки оказался равным 0,98.

После 28 суток твердения в нормальных условиях образцы, заформованные на заводе, были испытаны на морозостойкость согласно ГОСТ 10060.0-95. Испытания проводили по второму базовому методу.

Согласно проведенным испытаниям, образцы контрольного состава соответствуют марке по морозостойкости F25 (выдержали 4 цикла). Введение в состав цементобетонной смеси резиновой крошки в количестве 3% по объему способствовало увеличению марки по морозостойкости с F25 до F100 (выдержали 13циклов).

Различие морозостойкости контрольного состава и состава с резиновой крошкой может объясняться различной поровой структурой. Результаты испытаний, проведенных согласно ГОСТ 12730.3-78 и ГОСТ 12730.4-78, позволяют говорить, что при одинаковой величине открытой пористости ( $P_0=17.5\%$ ), величина условно-замкнутой пористости ( $P_!$ ) у образцов цементобетона с резиновой крошкой выше почти в 2 раза (9% против 5.2%). Кроме того, введение резиновой крошки способствовало более равномерному распределению пор по размеру, о чем косвенно можно судить, анализируя график отражающий кинетику водопоглощения воды образцами.

Таким образом, введение гранул резиновой крошки в состав низкомарочных цементных бетонов при снижении статической прочности позволяет добиться повышения морозостойкости, что объясняется увеличением условно-замкнутой пористости и созданием более равномерно распределенной по размеру поровой структуры образцов.

Таблица 13 Зависимость физико – механических свойств асфальтобетона от дисперсности исходной и активированной резиновой крошки

Состав модифицированной добавки	$\rho_m, \text{г/см}^3$	$\rho^M_m, \text{г/см}^3$	$V^M_{\text{пор}}, \%$	$V^o_{\text{пор}}, \%$	$W, \%$	$R_{\text{сж}0}, \text{МПа}$	$R_{\text{сж}20}, \text{МПа}$	$R_{\text{сж}50}, \text{МПа}$	$K_{50/0}$	$K_{50/20}$	$R_p, \text{МПа}$	$R_{\text{сж}}^a, \text{МПа}$	$K_g$	$K_{25}$
ГОСТ 9128-2013	-	-	14-19	2.5-5.0	1.5/4. 0	<10.0	2.2	0.9	-	-	2.5-6.0	-	>0.90	-
-	2.19	2.05	17.16	4.20	3.62	8.12	4.25	1.55	0.19	0.36	3.83	4.30	1.01	0.85
РК 0,75+цеолит	1.96	1.96	17.01	4,28	4,06	8,14	4,31	2,11	0,26	0,49	3,49	4,27	0,99	0,89
РК 0,75+цеолит А	2.13	2.02	17.47	4,75	4,18	8,87	5,68	2,14	0,24	0,37	3,32	5,74	1,01	0,91
РК 0,50+цеолит	2.05	2.05	17.61	4,14	3,28	8,21	5,14	1,91	0,23	0,37	3,95	5,19	1,01	0,88
РК 0,50+цеолит А	2.20	2.06	17.56	4,04	3,47	8,52	5,76	2,15	0,25	0,37	4,03	5,78	1,00	0,88
РК 0,25+цеолит	2.22	2.06	17.44	4,16	3,43	8,21	5,64	2,21	0,27	0,39	3,97	6,15	1,09	0,89
РК 0,25+цеолит А	2.27	2.23	17.06	3.31	2.38	8.57	5.59	2.44	0.28	0.44	3.96	6.14	1.1	0.88

где  $\rho_m$ - средняя плотность уплотняемого материала,  $\rho^M_m$ - средняя плотность минеральной части,  $V^M$ - пористость минеральной части,  $V^o$ - остаточная пористость,  $W$  - водонасыщение,  $R_{\text{сж}}$  - предел прочности при сжатии,  $R_p$  - предел прочности на растяжение при расколе,  $K_{50/0}$  – коэффициент температурной чувствительности,  $K_{50/20}$  – коэффициент температурной теплостойкости,  $R_{\text{сж}}^a$  - предел прочности при сжатии водонасыщенных образцов,  $K_g$  – коэффициент водостойкости,  $R_{\text{сж}}^M$  – предел прочности при сжатии после 25 циклов замораживания и оттаивания,  $K_{25}$ –коэффициент морозостойкости после 25 циклов замораживания и оттаивания.

В таблице приведены данные по морозостойкости асфальтобетона на основе анализируемых резинобитумных композитов. Результаты проведенных исследований показали, что прочность образцов при сжатии после 25 циклов замораживания и оттаивания снижается на величину более 15% от первоначальной. Коэффициент морозостойкости варьируется в интервале от 0,85 до 0,91.

### 3.4 Эко ном и че ск ая ча сть

Сбор, обработка и анализ информации о проводимых работах по капитальному ремонту, текущему ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)

Анализ информации о проводимых работах по капитальному ремонту, текущему ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Республики Саха (Якутия) проведен на основании предоставленных исходных материалов и в результате обработки информации из других достоверных источников.

В Республике Саха (Якутия) протяженность региональной дорожной сети в 2019 году составила 13079,09 км со снижением на 0,02% или 23,45 км в сравнении с 2018 годом (таблица 14).

Таблица 14 – Протяженность автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)

Год	Протяженность автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, км								
	всего	в том числе по категориям					Сезонные дороги		
		I	II	III	IV	V	сухопутные	ледовые	
2016	12509,89	0	0	127,06	1206,81	2125,41	4524,72	4525,89	
2017	12632,54	0	0	127,06	1400,86	1912,41	4705,21	4487	
2018	13102,54	0	0	127,06	1400,86	1912,41	5070,21	4592	
2019	13079,09	0	0	127,06	1447,54	1936,08	4949,37	4619,04	



Характерной особенностью Республики Саха (Якутия) является то, что 73% региональной дорожной сети занимают сезонные дороги (ледовые – 35%, сухопутные – 38%) (Рисунок 13).

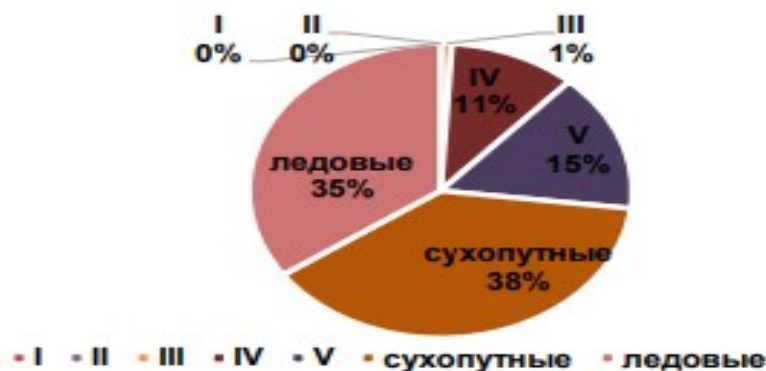


Рисунок 13 – Структура автомобильных дорог регионального и межмуниципального

Расчетная нормативная потребность бюджетных ассигнований на содержание автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения Республики Саха (Якутия) в 2019 году составила 6017,19 млн. рублей, согласно проведенным расчетам по правилам Постановления РС(Я) №352 от 27.08.2009 г. (таблица 1.2). Базовый норматив применяется в ценах 2008 года с учетом индекс-дефлятора инвестиций по годам планирования к базовому, согласно правил расчета №352 6 . Но следует учесть, что индекс-дефлятора инвестиций по годам не в полной мере учитывает динамику роста стоимости затрат на товары, услуги(работы) в регионе, поэтому предлагается использовать в правилах расчета индекс-дефлятор потребительских цен по региону, так же как его используют в аналогичных правилах расчета другие субъекты РФ.

Таблица 15 – Расчетная нормативная потребность бюджетных ассигнований на содержание автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения РС(Я), тыс. рублей.

Категория автомобильных дорог	2016 г	2017 г	2018 г	2019 г
I	0	0	0	0
II	0	0	0	0
III	71081	91720	124758	127145
IV	360462	539305	733563	762374
V	680750	798170	1085672	1019673
сухопутные сезонные дороги	1478286	1983890	2922485	2502413
ледовые сезонные дороги	1045693	1339693	1866553	1605585
Всего	3636272	4752777	6733031	6017191
Темпы прироста, %	=	30,7%	41,7%	-10,6%
Расчетная нормативная потребность бюджетных ассигнований на содержание 1 км, тыс. рублей	290,67	376,23	513,87	460,1

Для сопоставления фактического и нормативного значения бюджетных ассигнований на содержание 1 км региональной дорожной сети в Республике Саха (Якутия) были получены следующие результаты, представленные в таблице 16.

Таблица 16 – Обеспеченность нормативной потребности бюджетных ассигнований на содержание 1 км автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)

	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Объем финансирования (факт) на содержание автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения РС (Я) (без БКАД/с учетом БКАД в 2019 г.), тыс. рублей	1533408	1787025	1558269	1624134/ 2858668
Общая протяженность автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения РС (Я), км	12509,89	12632,54	13102,54	13079,09
Бюджетные ассигнования (факт) на содержание 1 км, тыс. рублей/км (без БКАД/с учетом БКАД)	123	141	119	124/219
Расчетная нормативная потребность бюджетных ассигнований на содержание 1 км автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения РС (Я), тыс. рублей	290,67	376,23	513,87	460,1
Обеспеченность нормативной потребности, %	42%	38%	23%	27%/48%

В результате на содержание 1 км автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения из Дорожного фонда Республики Саха (Якутия) 2019 году обеспеченность нормативной потребности составила 27 % или ниже уровня в целом по РФ (29,6%). Что не позволяет поддерживать надлежащее техническое состояние автомобильных национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги (далее БКАД) обеспеченность дорог. При учете выделенных дополнительных средств, направленных на реализацию нормативной потребности возросла до 48%.

Следовательно, полный объем работ по содержанию региональной дорожной сети не проводится. Фактически в 2019 году охвачено 61% региональной дорожной сети РС (Я) финансируемых их дорожного фонда, где выполнены работы по содержанию со средней стоимостью на 1 км 157,7 тыс. рублей, что ниже общероссийского уровня (288,1) на 45% (таблица 17).

Таблица 17 – Бюджетные ассигнования (факт) на содержание 1 км региональной и межмуниципальной дорожной сети дорожного хозяйства Республики Саха (Якутия).

Наименование	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
Объем финансирования (факт) на содержание автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения из Дорожного фонда РС (Я), тыс. рублей	1129854	1423083	1172457	1254613
Протяженность дорог, на которых выполнено фактическое содержание, км	9451,38	17433,89	7327,23	7956,78
Бюджетные ассигнования (факт) на содержание 1 км, тыс. рублей/км	119	82	160,0	157,7
Доля дорог от общей протяженности автодорог РС (Я), где выполнены работы по содержанию, %	76%	138%	56%	61%
<b>в том числе КП РС (Я) "Дороги Арктики":</b>				
Смета расходов КП РС (Я) "Дороги Арктики" и доведенные средства по соглашению с Минтранс РС(Я) за вычетом средств на кап.ремонт, на покупку техники, тыс. руб.	413 076	485 077	534 315	541 298

Протяженность а/д на которых проведены работы КП РС (Я) "Дороги Арктики" по содержанию, км	4 404,06	4 522,20	4 972,82	5 287,21
Стоимость содержания 1 км, тыс. руб.	93,79	107,27	107,45	102,38
Общая протяженность а/д, закрепленных за КП РС (Я) "Дороги Арктики", км	4638,86	4757,07	5722,01	5708,61
Доля дорог на которых проведены работы по содержанию КП РС (Я) "Дороги Арктики" из общей закрепленной протяженности а/д, %	95%	95%	87%	93%

В арктической зоне Республики Саха (Якутия) автомобильные дороги регионального и межмуниципального значения, закреплены на праве оперативного управления за КП Республики Саха (Якутия) «Дороги Арктики». В 2019 году за КП РС (Я) «Дороги Арктики» закреплено 5708,61 км автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения, из которых 92% сезонные дороги, в том числе: 44% - сухопутные и 48% - ледовые. Фактическая стоимость содержания 1 км автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения Арктической зоны РС (Я), закрепленными за КП РС (Я) «Дороги Арктики» составила 102,38 тыс. руб./км с охватом 93% из общей закрепленной протяженности автомобильных дорог.

Следовательно, реальная стоимость содержания 1 км автомобильных дорог региональной дорожной сети Республики Саха (Якутия) в 5 раз ниже нормативной.

Указанная ситуация крайне негативно сказывается на транспортно-эксплуатационном состоянии региональной сети дорог.

Ежегодные расходы на дорожное хозяйство республики планируются не только на основании среднесрочных программ с учетом данных диагностики и обследования, но и под влиянием ограниченной финансовой обеспеченности бюджета. Если финансирование содержания региональных автомобильных дорог в последнее время не вызывает нареканий, то темпы финансирования ремонтов оставляют желать лучшего.

Положение дел с ремонтом региональных и межмуниципальных автодорог, исходя из Классификации работ по ремонту и содержанию автодорог и таб. №5 постановления РС (Я) от 27.08.2009 г. №352, из максимального межремонтного срока - 10 лет (для асфальтобетонного покрытия 12 лет, для переходного соответственно 6 лет) выглядит совершенно иначе.

Тогда в сети с усовершенствованным и переходным покрытием 3510,68 км, необходимо ежегодно ремонтировать по 351 км региональных и муниципальных автодорог.

По фактическому значению в 2019 году на ремонт дорожного хозяйства РС (Я) направлено 19,93 км и капитальный ремонт произведен на 3,73 км (таблица 1.5). Также в рамках реализации национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги» за 2019 год из федерального бюджета профинансирован ремонт 117,34 км и капитальный ремонт 2,2 км.

Таблица 18 – Бюджетные ассигнования (факт) на ремонт и капитальный ремонт 1 км региональной дорожной сети Республики Саха (Якутия).

Наименование	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
<b>РЕМОНТ</b>				
Объем финансирования (факт) на ремонт автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения (из ДФ РС (Я) / БКАД), тыс. рублей	212054	310032	322097	270942/ 1187084
Протяженность дорог дорожного хозяйства РС (Я), на которых выполнен ремонт (из ДФ РС (Я) / БКАД), км	72,14	145,29	57,91	8,19 /117,3
Бюджетные ассигнования (факт) на ремонт 1 км (из ДФ РС (Я) / БКАД), тыс. рублей/км	2939,5	2266,2	5562,0	33082

				/10117
Доля дорог от общей протяженности автодорог РС (Я) (из ДФ РС (Я) / БКАД), где выполнены работы по ремонту, %	0,6%	1,2%	0,4%	0,1% /1%
<b>КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ</b>				
Объем финансирования (факт) на капитальный ремонт автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения РС (Я) (из ДФ РС (Я) / БКАД), тыс. рублей	191500	53911	63715	81499 /1607054
Протяженность дорог дорожного хозяйства РС (Я), на которых выполнен капитальный ремонт (из ДФ РС (Я) / БКАД), км	5,77	3,54	3,73	3,73/2,2
Бюджетные ассигнования (факт) на капитальный ремонт 1 км (из ДФ РС (Я) / БКАД), тыс. рублей/км	33189,0	15229,0	17081,8	21849,5 /21568
Доля дорог от общей протяженности автодорог РС (Я), где выполнены работы по капитальному ремонту (из ДФ РС (Я) / БКАД), %	0,046%	0,028%	0,028%	0,029% /0,045%

Недостаточный уровень финансирования работ на ремонт и капитальный ремонт региональной дорожной сети Республики Саха (Якутия) становится причиной следующих негативных последствий:

- не позволяет поддерживать надлежащее техническое состояние автомобильных дорог и приводит к снижению уровня содержания автомобильных дорог;
- низкий уровень содержания автомобильных дорог, приводит к росту количества ДТП, в том числе из-за недостатков транспортно-эксплуатационного состояния участков улично-дорожной сети;

– ограниченность финансовой обеспеченности работ приводит к несоблюдению межремонтных сроков при требуемых их увеличениях с учетом Правил №6587.

### 3.5 Техника безопасности и охрана труда при выполнении работ

При производстве строительных-монтажных работ следует руководствоваться нормами и правилами техники безопасности в соответствии с указаниями СНиП 12-03-2001, СНиП 12-04-2002. При этом особое внимание должно быть уделено проведению инструктаж мастеров и рабочих безопасным методом труда с использованием наглядных методов пропаганды

Запрещается работа и перемещение грунта машинами (бульдозерами, скреперами и др.) при движении на подъеме или под углом, углом наклоне более указанного в паспорте машины.

Строительные машины должны быть исправны и оборудованы звуковой и световой сигнализацией.

Траверы и другие грузозахватные приспособления для подъема грузов должны исключать самопроизвольное отцепление и обеспечить устойчивость груза во время подъема и перемещения.

Канаты, не имеющие свидетельства об их испытании, к работе не допускаются.

Подъем сборных ж/бетонных конструкций, не имеющих монтажных петель или маркировки, обеспечивающих их правильную строповку и монтаж, запрещается. Растроповка установленных элементов и конструкций допускается лишь после пробного и устойчивого их закрепления.

Вновь поступающие рабочие могут быть допущены к работе только после прохождения:



- вв од но го ин ст ру кт аж а по те хн ик е бе зо па сн ос ти и про и зв од ст ве нн ой са ни та ри и;

- ин ст ру кт аж а по те хн ик е бе зо па сн ос ти не по ср ед ст ве нн о на ра бо че м ме ст е, ко то ро й до лж ен про и зв од ит ь ся та кж е про и ка жд ом пе ре хо де на др уг ую ра бо ту ил и про из ме не ни и ус ло ви й ра бо ты.

От ве тс тв ен н о ст ь за со бл юд ени е м нор м и пра вил те хн ик и бе зо па сн ос ти про и про и зв од ст ве ст ро ит ельн о-мо нт аж ны х ра бо т воз ла га ет ся на ин же не рн о-те хн ич еск и х ра бо тн ик ов ст ро ит ельн о-мо нт аж но й ор га ни за ци и.

До на ча ла ра бо т с про и ме н ени ем ма ши н ру ко во ди тель ра бо т до лж ен оп ре де ли ть сх ем у дв иж ени я и ме ст о ус та но вк и ма ши н, ме ст а и сп ос об ы за зе мл ени я ма ши н, им ею щих эл ект ро при вод.

За пр ещ ае тся ра бо та по гр уз чи ка, э кс к ав ато ра, ст ре лк ов ог о кр ана не по ср ед ст ве нн о по д ли ни ями эл ект ро пе ре да ч.

По гр уз ка гр ун та на ав то са мо св алы до лж на про и зв од ит ь ся со ст ор он ы зад не го ил и бо ко во го бор та. Пе ре ме щ ени е, ус та но вк а и ра бо та ма ши н вб ли зи вы ем ок с не ук ре пл ен ны ми от ко са ми ра зр еш ае тся то ль ко за пре де лам и про из мы об ру ше ни я гр ун та на ра сс то ян ии бо ле е 1,0 м.

За пр ещ ае тся ра зр абот ка и пе ре ме щ ени е гр ун та ма ши на ми про и дв иж ени и на по дъ ем и ук ло н, с уг ло м на кл он а бо ль ши м, че м ук аз ан в па сп ор те ма ши ны.

### 3.6 Охрана окружающей среды

#### Природопользование в зоне автодороги

В экон ом ич ес ко м от но ше ни и ра йо н тя го те ни я до ро ги оп ре де ля ет ся со во ку пн о с тью т р а н с п о р т н о-э к о н о м и ч е с к и х с в я з е й м е ж д у Р е с п у б л и к о й С а х а (Я к у т и я) и о с т а л ь н ы м и р е г и о н а м и.

Р е м о н т а в т о м о б и л ь н о й до ро ги по зв ол ит ул уч ш и т ь п р о б л е м у з д р а в о о х р а н е н и я, с ф е р у к у л ь т у р ы и о б р а з о в а н и я д а н н о г о р а й о н а т я г о т е н и я. Н а и б о л ь ш и й у д е л ь н ы й в е с в т р а н с п о р т н о м п о т о к е с о с т а в л я ю т п р о м ы ш л е н н ы е г р у з ы. З н а ч и т е л ь н ы е о б ь е м ы п е р е в о з о к п о д о р о г е ф о р м и р у ю т в н у т р и х о з я и с т в е н н ы е п е р е в о з к и, с в я з а н н ы е с о с п е ц и ф и к о й р а б о т ы п р о м ы ш л е н н ы х п р е д п р и я т и й.

- С т р о и т е л ь н ы е в о з д е й с т в и я
- Р е м о н т д о р о ж н о й о д е ж д ы

П р и к а п и т а л ь н о м р е м о н т е д о р о ж н о й о д е ж д ы з а г р я з н е н и е а т м о с ф е р н о г о в о з д у х а б у д е т п р о и с х о д и т ь в р е з у л ь т а т е:

- в ы б р о с а о т р а б о т а в ш и х г а з о в в п р о ц е с с е р а б о т ы д о р о ж н о-с т р о и т е л ь н ы х м е х а н и з м о в
- о б р а з о в а н и я п ы л и п р и р а з р а б о т к е г р у н т а и з р о в и к о в у ш и р е н и я, а т а к ж е п р и т р а н с п о р т и р о в к е и у к л а д к е щ е б е н о ч н ы х м а т е р и а л о в.

В п р о ц е с с е с т р о и т е л ь с т в а а в т о д о р о г и и с п о л ь з у ю т с я м а ш и н ы п р е и м у щ е с т в е н н о с д и з е л ь н ы м и д в и г а т е л я м и, в с о с т а в е о т р а б о т а н н ы х г а з о в п р е о б л а д а ю т о к и с л ы а з о т а и с е р н и с т ы й а н г и д р и т. У с т а н о в л е н о, ч т о м и н и м а л ь н у ю т о к с и ч н о с т ь о т р а б о т а в ш и х г а з о в и м е ю т д и з е л ь н ы е д в и г а т е л и п р и 60-70% р а б о ч е й н а г р у з к е.

М н о г и е т е х н о л о г и ч е с к и е п р о ц е с с ы п о с т р о и т е л ь с т в у а в т о д о р о г и в ы з ы в а ю т в ы д е л е н и е п ы л и, з а г р я з н я ю щ е й а т м о с ф е р н ы й в о з д у х. П ы л е

образовани е может прои сходит ь при ра зра бот ке гру нта в вы ем ка х, тр ан спор ти ров ке гру нта и до ро жно-стро ите ль ных ма те ри ал ов, ук ла дке, ра зра вни ва ни и уп ло тне ни и гру нта и ка ме нных ма те ри ал ов. Об ра зо ва ни е пы ли вы зы ва ет ся не до ст ат оч но й вла жно ст ью гру нта, ма те ри ал ов, на ли чи ем в гру нте ди сп ер сных пы ле ва ты х I г ли нис ты х ча ст иц, а та к же ве тр ов ым во зд ей ст ви ем.

При ор га ни за ци и стро ите ль но го про цес са не об хо ди мо ос ущ еств ить сле ду ющи е ме ро при яти я и ра бо ты по ох ра не ок ру жа ющ ей при род но й сре ды. В про ек те пред ус мо тр ен ы сле ду ющи е ме ро при яти я:

- Сто янк а до ро жных ма ши н и ме ха ни зм ов ра сп ол оже на на вре мен но й по ло се от во да.

- Го рю че - см аз оч ны е ма те ри ал ы при за прав ке ма ши н и ме ха ни зм ов не до лж ны по па да ть за по ло су от во да, е сли же эт о до пу ще но, не об хо ди мо пл од ор од ны й сл ой зе мли уб ра ть и за сы па ть ра ст ите ль ным гру нто м.

- При вы пол не ни и зе мля ных ра бо т по чве но-ра ст ите ль ны й сл ой, при год ны й для по сле ду ющ е го ис по ль зо ва ни я, пред ва ри те ль но с ни ма ет ся и скла ди ру ет ся в спе ци аль но от ве де нных ме ст ах.

- Не лзь я до пу ск ат ь сто янку до ро жных ма ши н и ме ха ни зм ов вб ли зи во до то ко в.

По ок он ча ни и ре мо нта про и зв од ит ся ре ку ль ти ва ци я вре мен но за ни ма ем ых зе мель.

Ни зкие вы брос ы от ав то тра нспор та, по ст уп ая в ат мо сфе ру, ср аз у ок аз ы в аю тся в зо не жи зн ед ея те ль но ст и и сла бо ра зб ав ля ют ся в при зем ном сло е ат мо сфе ры. В про ек те оп ре де лё н вклад от все х не ор га ни зо ва нных ис то чн иков (ав то тра нспор та) и вы бран ы оп ти маль ны е про ек т ны е

решения по охране окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов.

Атмосфера, как и вся природная среда в целом, обладает способностью к самоочищению. Вредные вещества, поступающие в атмосферу от источников, оседают на поверхности домов, растений, почвы, вымываются атмосферными осадками или: переносятся на значительные расстояния от места выброса. Все эти процессы происходят е помощью ветра и зависят от температуры воздуха, солнечной радиации и атмосферных осадков.

Атмосферные процессы, определяющие скорость самоочищения, существенно изменяются в течение всего года. Роль метеорологических условий в формировании уровня загрязнения атмосферы иногда может превышать роль количества и состава выбросов, поэтому большее значение имеет прогноз метеорологических условий и вероятности повышения загрязнения воздуха в отдельные периоды.

В состав отработавших газов двигателей автотранспорта входит ряд компонентов, из которых существенный объем занимают токсичные газы: окись СО, углеводороды СН и П, окислы азота NO, соединения свинца.

Концентрация загрязнения воздуха различными компонентами определена на расстоянии 30 м от кромок проезжей части.

Концентрация токсичных веществ, таких как, окись углерода, углеводород и окись азота не должна превышать предельно допустимой концентрации.

***Загрязнение придорожной полосы пылью и соединением свинца***

Почти все технологические процессы при строительстве автомо

бильной дороге вызывают выделение пыли, загрязняющей атмосферный воздух и придорожную полосу. Выделение пыли происходит при работе грунта и его транспортировке; при погрузочно-разгрузочных работах и транспортировке сыпучих материалов; движении транспортных средств; при укладке, разравнивании и уплотнении каменных и других материалов.

Пылеобразование на дороге происходит в результате износа покрытия, внесения колесами автомобиля на проезжую часть грязи и пыли, а также износа автопокрышек. На интенсивность пылеобразования влияют физико-механические свойства материалов и состояние покрытия, скорость движения автотранспорта и тип движущихся по дороге автомобилей, погодноклиматические условия в районе проложения трассы.

Для предотвращения пылеобразования проектом предусматривается поливка грунта водой в сухой период при усройстве песчаных и щебеночных оснований (роек ушрения, укрепления обочин щебенем).

Во избежание износа грязи на покрытие дороги длина усройства дорожной одежды на пересечениях и примыканиях принята в соответствии с требованиями СНиП 2.05.02.- 85. Перевозка пылящих материалов (цемент, известь и др.) производится в специальных машинах.

Одним из компонентов, загрязняющих придорожную полосу в результате действия выхлопных газов автомобильных двигателей, работающих на этилованном бензине, являются соединения свинца, относящиеся к веществам повышенной токсичности. Санитарные нормы допускают увеличение концентрации свинца в почве по сравнению с естественным фоновым содержанием не более чем на 20 мг/кг.

Предельно допустимая концентрация соединений свинца от тран

спортивных выбросов не должно превышать 32 мг/кг.

Воздействие на геологическую и гидрогеологическую среду

Земляное покрытие существующей автодороги на всем протяжении располагается на местности с 2-типом увлажнения, прочным основанием. Учитывая данные условия и характер конструкции земляного покрытия автодороги, не следует ожидать изменения на протяжении срока службы грунтово-иловых оснований, способного изменить условия протекания грунтовых вод, вызвать осыпание или переувлажнение почв в райо не трассы.

В пониженных местах проектом предусмотрена конструкция водопропускных сооружений, обеспечивающая беспрепятственный пропуск воды.

***Загрязнение водных объектов поверхностным стоком с автомобильной дороги.***

Сброс дождевых и талых вод с поверхности автодороги производится в кюветы на рельеф. Дно и откосы кюветов крепятся по всем многолетним трав. Откосы полотна автодороги также крепятся по всем многолетним трав. Сбив взвешенных частиц веществ - минимальный.

- *Рекомендации и перечень рекомендуемых инженерных*

- *Мероприятий по охране окружающей среды*

- Проектом предусмотрено ряд мероприятий, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду при ремонте и эксплуатации автодороги.

В целях уменьшения загазованности при капитальном ремонте проектом рекомендуется усилить контроль над работой выхлопной системы дорожно-строительных механизмов.

В качестве сыпучих материалов для ус трой ст ва до ро жн ой од еж ды пред ус ма тр ив ае т с я ис пол ь зо в а т ь э к ол ог ич ес ки чи ст ую пр од ук ци ю де йс тв ую щих пред при я т и й, что по зв ол яе т ис кл юч ит ь не об хо ди мо ст ь до пол н ит ел ьн ог о от во да зе ме ль по д ка рь ер ы.

Для уменьшения пылеобразования предусм о тр ен тв ер ды й тип по кр ыт ия до ро жн ог о по ло тн а, ук ре пл ен ие об оч ин ав то до ро ги ще бн ем.

Для предотвращения водной эр оз ии, по дт оп ле ния и за бо ла чи ва ния зе ме ль в до л ь ав то до ро ги пр ое кт ом пред ус м о тр ен о: ре мо нт су щес тв ую щих во до пр оп ус кн ых т р у б.

Ввод до ро ги в э к сп лу ат ац ию су щес тв ен но ул уч ш ит ус ло ви я пр о ж ив ания, до ро жно-т р ан сп ор тн ую об ст анов ку; по вы с ит бе зо па сн ост ь дв и ж ения и ур ов ень бл аг оу ст ро йс тв а на при л ег аю щих те рр ит ор ия х.

При соблюдении предусм о тр ен ных те хн ич ес ких ре ше ний и те хн ол ог ии пр ои зв од ст ва ст ро ит ел ьн ых ра бот, сам пр оц ес с ка пи таль но го ре мо нта ав то до ро ги не ок а ж ет от ри ца тель но го во зд ей ств ия на ок ру жа ющ ую сре ду.

## **Выводы**

При капитальном ремонте гравийных, щебеночных и грунтовых улучшенных дорог производят:

- полное восстановление и повышение работоспособности дорожной одежды с добавлением щебеночных и им подобных материалов в количестве более 500 м<sup>3</sup> на километр дороги;
- устройство более совершенных типов покрытий с использованием существующих дорожных одежд в качестве основания (методом холодной регенерации).

Устройство новых слоев дорожной одежды осуществляют с проведением дополнительных операций по сплошному киркованию, профилированию и уплотнению существующего покрытия.

Сплошную кирковку или фрезерование производят на глубину наиболее характерных для данного участка неровностей, но не менее, чем на 5 см. Перед этим в сухую погоду покрытие поливают водой в количестве 6-12 л/м<sup>2</sup>.

Для усиления гравийных и щебеночных покрытий используют решения по увеличению толщины слоев или устраивают более совершенные покрытия. При этом старые покрытия выполняют функцию оснований. Технология устройства покрытий принимается согласно положений действующих документов.

Использование резиновой крошки позволяет:

- увеличить срок службы дорожного покрытия на 5-10 лет. Резиновая крошка добавляет гибкость асфальтовому покрытию.

- в несколько раз увеличить межремонтный период дорог, особенно в районах с резко-континентальным климатом с частыми циклическими нагрузками типа «тепло-холод».

- позволяет утилизировать отходы изношенных автомобильных шин.

введение гранул резиновой крошки в количестве 3% по объему в состав цементобетонной смеси не требует увеличения времени перемешивания. Таким образом, введение гранул резиновой крошки в состав низкомарочных цементных бетонов при снижении статической прочности позволяет добиться повышения морозостойкости, что объясняется увеличением условно-замкнутой пористости и созданием более равномерно распределенной по размеру поровой структуры образцов.

В результате на содержание 1 км автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения из Дорожного фонда Республики Саха (Якутия)



2019 году обеспеченность нормативной потребности составила 27 % или ниже уровня в целом по РФ (29,6%).

Следовательно, полный объем работ по содержанию региональной дорожной сети не проводится. Фактически в 2019 году охвачено 61% региональной дорожной сети РС (Я) финансируемых их дорожного фонда, где выполнены работы по содержанию со средней стоимостью на 1 км 157,7 тыс. рублей, что ниже общероссийского уровня (288,1) на 45%

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. СНИП III-4-80. Техника безопасности в строительстве.
2. СНИП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
3. ТОИ Р-218-13-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста укладчика асфальтобетона.
4. ТОИ Р-218-14-93. Типовая инструкция по охране труда машиниста автогудронатора.

5. ТОИ Р-218-07-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста катка.
6. СНиП III-4-80. Техника безопасности в строительстве.
7. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.
8. ТОИ Р-218-05-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста автогрейдера.
9. ТОИ Р-218-07-93. Типовая инструкция по охране труда для машиниста катка.
10. ТОИ Р-218-26-94. Типовая инструкция по охране труда для машиниста автополивомоечной машины.
11. Васильев А.П. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. А.П. Васильева.- М:Транспорт,1989.-287 с.
12. Веселов А.В., Трубкин И.С. Строительство дорог эстакадного типа как возможность решения дорожной проблемы России. Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: св. мат. междунар. науч. – практ. конф. / ПНИПУ. – Пермь: 2019. – Том 3. – С. 256 – 264.
13. Веселов А.В. Обоснование экономической эффективности строительства автомобильных дорог эстакадного типа из сборных железобетонных элементов. Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе: св. мат. междунар. науч. – практ. конф. / ПНИПУ. – Пермь: 2017. – Том 3. – С. 265-270.
14. Спельман Е.П. Техника безопасности при эксплуатации строительных машин и средств малой механизации. — М.: Стройиздат,1986. — 271с.

15. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочная энциклопедия дорожника (СЭД). Т. 2. Под ред. д-ра техн. наук, проф. А.П. Васильева. М.: Москва, 2014. - 805 с.

16. Нормативно-методическое обеспечение развития инновационной деятельности в дорожном хозяйстве / Аржанухина С.П., Сухов А.А., Кочетков А.В. // Инновации. 2020. №7. С. 82-85.

17. Куватов В.И. Фундаментальные проблемы единого транспортного пространства Российской федерации / Баринова Л.Д., Белый О.В., Забалканская Л.Э., Куватов В.И., Малыгин И.Г., Стариченков А.Л. – СПб: // «Элмор», 2020, 116 с.

18. Шаталова Н.В., Федоров В.П. Стратегия долгосрочного развития магистральных автомобильных дорог. СПб.: Транспорт Российской Федерации, №2, 2019. – с. 20-22.

19. Овчинников И.И., Гарибов Р.Б. Транспортные сооружения (автомобильные дороги, мосты, тоннели, водопропускные трубы): учебное пособие. – Саратов: СГТУ, 2019. – 165 с.

20. Инженерные сооружения в транспортном строительстве. В 2 кн. Кн. 2: учебник для студ. высш. учеб. заведений / П.М. Саламахин, Л.В. Маковский, В.И. Попов и др.; под ред. П.М. Саламахина. – М.: Издательский центр «Академия», 2017. – 272 с.

21. Бондарик Г.К. Инженерно-геологические изыскания: учебник / Г.К. Бондарик, Л.А. Ярг. М.: КДУ, 2020. - 424 с.

22. Формирование научно-инновационной политики дорожного хозяйства / Сухов А.А., Карпеев С.В., Кочетков А.В., Аржанухина С.П. // Инновационная деятельность. 2019. №3. С. 41.

23. Отчет о результатах контрольного мероприятия «Проверка использования бюджетных ассигнований, направленных на содержание автомобильных дорог общего пользования федерального, регионального и

межмуниципального значения в 2018 году и истекшем периоде 2019 года» (с контрольно-счетными органами субъектов Российской Федерации), Счетная палата Российской Федерации, 2020, 39с.

24. Утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 20 декабря 2017 г. № 1596. «Об утверждении государственной программы Российской Федерации

«Развитие транспортной системы». [Электронный ресурс] Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/71843998/#ixzz6ZrXvBl70>.

25. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 марта 2010 №146 (с изменениями на 12 ноября 2019 года) «Об утверждении Перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/815003319>.

26. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 12 ноября 2019 г.

№328«О внесении изменений в постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 марта 2010 г. №146 «Об утверждении Перечня автомобильных дорог общего пользования регионального и межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)»». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/561614556>.

27. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 15 мая 2018 г. №141

«О внесении изменений в постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 марта 2010 г. №146 «Об утверждении Перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)»». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/550110974>.

28. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 28

августа 2017 г.

№292 «О внесении изменений в постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 марта 2010 г. №146 «Об утверждении Перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)»». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/450324803>.

29. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 25 декабря 2015 г.

№530 «О внесении изменений в постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 марта 2010 г. №146 «Об утверждении Перечня автомобильных дорог общего пользования регионального или межмуниципального значения Республики Саха (Якутия)»». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/450324803>.

30. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 августа 2009 г.

№352 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения и правилах их расчета». [Электронный ресурс] Система ГАРАНТ: <http://base.garant.ru/26715703/#ixzz6aEz0YfRC>.

31. Постановление Правительства РФ от 30 мая 2017 г. №658 «О нормативах финансовых затрат и Правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения». [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://base.garant.ru/71689744/>.

32. Постановление Правительства Республики Саха (Якутия) от 27 августа 2009 г. №352 «О нормативах денежных затрат на содержание и ремонт автомобильных дорог регионального и межмуниципального значения

и правилах их расчета»

33. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 мая 2017 г.

№658 «О нормативах финансовых затрат и правилах расчета размера бюджетных ассигнований федерального бюджета на капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог федерального значения»

34. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации (Минтранс России) от 16 ноября 2012 г. №402 г. Москва «Об утверждении Классификации работ по капитальному ремонту, ремонту и содержанию автомобильных дорог». - Российская газета, №119 05.06.2013