

Например:

- степень наполнения ковша, категория грунта, высота забоя и т.д. – для экскаватора;
- ширина укатываемой полосы, равная ширине вальца, рабочая скорость – для катка;
- аналогичные факторы – для других машин [2].

Данные расчеты позволяет сделать программа MS Excel. В перспективе создается модуль, который даст возможность выводить отчеты в табличном виде.

Данный модуль позволит пользователю рассчитывать:

- темп потока;
- ширину дорожной полосы;
- производительность дорожно-строительных машин.

## Библиографический список

1. Бойков В.Н., Федотов Г.А., Пуркин В.И. Автоматизированное проектирование автомобильных дорог (на примере IndorCAD/Road). М.: Изд-во МАДИ (ГТУ), 2005. С. 6.
2. Булдаков С.И. Последовательность выполнения проекта по строительству автомобильной дороги: учеб. пособие. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2016.

УДК 630. 625.7.06

Маг. А.Ю. Бузулуков  
Рук. Н.А. Гриневич  
УГЛТУ, Екатеринбург

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДОРОГ

Использование резиновой крошки в качестве композиционного сырья в дорожном строительстве частично решает проблему экономии битума, утилизации изношенных резинотехнических изделий и связанные с ней экологические проблемы охраны окружающей среды.

Одним из путей развития технологии модификации органических вяжущих материалов и асфальтобетона является применение измельченной шинной резины. Теоретически это может повысить как теплоустойчивость, так и трещиностойкость за счет улучшения эластичных свойств асфальтобетона. Этой проблемой в мире занимаются более 100 лет. Широко известны работы Л.Б. Гезенцева, Н.В. Горелышева, И.С. Руденской по данной проблеме.

В течение определенного периода действовало изменение в ГОСТ 9128-2013, позволяющее использовать резиновую крошку в составе асфальтобетона. Однако широкого применения этот материал в практике дорожного строительства не получил. Анализ публикаций по данной проблеме периода 60-х – 80-х годов показывает, что основной проблемой являлось отсутствие промышленных технологий измельчения шинной резины, дающих стабильный по свойствам продукт. В публикациях редко анализируются свойства исходной крошки по зерновому составу.

Прорезиненный асфальт – это асфальтобитумная смесь с содержанием резиновой крошки от 2 % от всего веса смеси. Применяются два основных метода получения такой смеси: влажная (горячая) и сухая (холодная).

Сухая система – резиновая крошка 1–2,5 мм смешивается в асфальтовом смесителе с готовой асфальтовой массой. Количество крошки колеблется от 2 до 3 % по весу или приблизительно 8 % от объема. При использовании сухой системы цикл соединения должен быть увеличен на 6–10 с, поскольку более легкая резиновая крошка имеет тенденцию плавать в верхних слоях, прежде чем полностью смешается с более тяжелыми минеральными компонентами.

Влажная система – резиновая крошка смешивается с горячим битумом в специальной установке, а затем смесь добавляется к асфальтовой массе. Используется резиновая крошка более мелких фракций – 0,5–0,62 мм.

При введении шинной резиновой крошки в асфальтобетонную смесь в любом случае в начальный период происходит ее набухание в жидких углеводородных фракциях битума. Этот процесс осуществляется легче и быстрее в присутствии большего количества ароматических соединений [1].

При смешивании минеральной части асфальтобетонной смеси с резиновой крошкой и битумом окислению воздухом и деструкции первоначально подвергается изопреновый компонент резины, как самый неустойчивый и легкоокисляемый. Как любая топохимическая реакция, этот процесс происходит на внешней поверхности частиц резины. На поверхности частиц появляется липкий адгезионно-активный слой с внедренными полярными химическими группами. В результате возрастает общая адгезионная способность вяжущего. В случае резин с отсутствием или малым содержанием изопренового или натурального каучука общая адгезионная активность битумного вяжущего падает [2].

Резинобитумное вяжущее (РБВ) – это смесь битума с переработанной резиной и другими добавками, где резина присутствует не менее чем 15 % от массы вяжущего и вступает в реакцию с горячим битумом достаточно для набухания резиновых частиц.

Резинобитумные вяжущие неоднородны по фазовому и химическому составу и по своей структуре являются типичными композиционными материалами, полезные свойства которых определяются свойствами

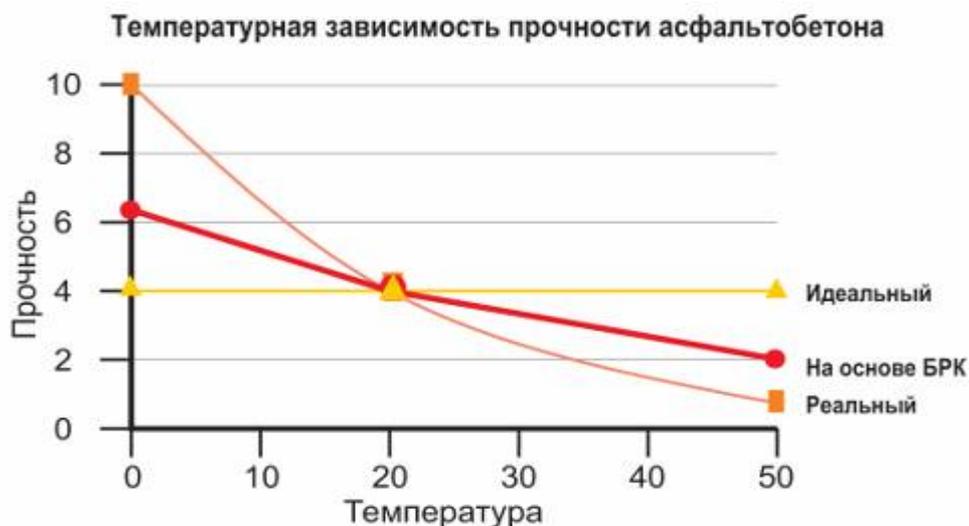
составляющих и их взаимодействием в общей системе. Резиновая крошка в составе вяжущего выступает в роли частиц полимерного компонента, которые осуществляют дисперсно-эластичное армирование асфальтобетона.

Приготовление РБВ осуществляют двумя способами:

- по первому способу резиновую крошку предварительно растворяют в пластификаторе, приготавливая раствор требуемой концентрации, который затем вводят в битум;

- по второму способу все компоненты РБВ согласно установленным составам перемешивают в одной емкости до однородной массы. Если в состав вяжущего входит пластификатор, то его вводят в битум в первую очередь, затем при постоянном перемешивании порционно добавляют в смесь полимер.

Выбор резинобитумного вяжущего продиктован самой идеей устройства слоев износа. Слои износа устраиваются для защиты нижележащих конструктивных слоев дорожной одежды от старения под действием условий окружающей среды, разрушительного действия нагрузок от транспортных средств и для более устойчивой прочности при изменении температуры (рисунок).



Зависимость прочности асфальтобетонов от температуры

Помимо обычной устойчивости к трещинообразованию за счет низкотемпературной пластичности тонких пленок жидкоподобной части битума, существует еще один механизм трещиностойкости. Он проявляется в композиционных материалах, имеющих в своем составе достаточное количество неоднородных включений с резко отличающимися от основного материала упругими свойствами. Частицы резиновой крошки по своему характеру являются элементами структуры асфальтобетона, демпфирующими

внутренние и внешние нагрузки. Включения дисперсной фазы резины служат центрами торможения и остановки распространения трещин различной этиологии. Этот механизм, по-видимому, дает значительно больший вклад в устойчивость к трещинообразованию при применении в составе асфальтобетонов крошки шинной резины.

По своей природе резиновая крошка обладает высокой устойчивостью к воде и солевым растворам. Ее введение способствует повышению устойчивости асфальтобетонной смеси к старению под действием факторов окружающей среды, ультрафиолетового излучения, значительному снижению водопоглощения, увеличению водостойкости. Частицы резины способствуют повышению в асфальтобетоне доли закрытой пористости, а это значит, что добавление резиновой крошки может улучшить коррозионную устойчивость и увеличить долговечность асфальтобетонного покрытия [3].

## Библиографический список

1. Морси Ахмед Гамал Махмоуд. Исследование свойств асфальтобетона с добавкой измельченной шинной резины: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Морси Ахмед Гамал Махмоуд. М. 2005. 22 с.
2. Вулканизированный асфальтобетон повышенной долговечности для дорожных покрытий. Сер. Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: экспресс-информ. М., 1980. Вып. 16. 53 с.
3. Строительство. Pandia. URL: <http://pandia.ru/text/77/22/53770.php> (дата обращения 30.11.2016).

УДК 625.731

Студ. Ю.К. Волынщикова  
Рук. А.Ю. Шаров  
УГЛТУ, Екатеринбург

## **ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫЙ АСФАЛЬТОБЕТОН СО СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ «VIATOR 66»**

В последнее время в России для обустройства верхних слоев дорожного покрытия все более широко применяется щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА).

ЩМА – это разновидность дорожного покрытия, разработанная в ФРГ в 60-х годах XX в. Отличается высокой прочностью, пригоден для сильно загруженных магистралей. Для ЩМА характерно высокое содержание щебня плотных горных пород, который образует каменный скелет, успешно сопротивляющийся деформациям. Еще одной особенностью ЩМА