

- Бондаренко. // Вода и экология: проблемы и решения. – 2014. – №4. – С. 59–68.
3. Перепелица Е. А. Обследование шахты №10 канализационного тоннельного коллектора 761-го микрорайона в г. Харькове / Е. А. Перепелица, Ю.Н. Яровой, Д. Ф. Гончаренко, А.А. Гармаш // Науковий вісник будівництва. – 2016. – Т.86, №4. – С. 94–97.
 4. Давыдов С.С. Расчет и проектирование подземных сооружений / С.С. Давыдов. – М.: Стройиздат, 1960. – 376 с.
 5. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах: Учебное пособие для вузов / Н.С. Булычев. – М.: Недра, 1989. – 270 с.
 6. Добромислов А. Н. Примеры расчета конструкций железобетонных инженерных сооружений / А. Н. Добромислов. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 269 с.
 7. Инженерные конструкции / Р. И. Берген, Ю. М. Дукарский, В. Б. Семенов, Ф. В. Расс; Под ред. Р.И. Бергена. – М.: Высшая школа, 1989. – 415 с.

УДК 625.7/8.004 (075.8)

Стороженко М.С., Аринушкина Н.С., Грищенко Т.М.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

УЛУЧШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ СВОЙСТВ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ УСТРОЙСТВОМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ

Введение

Производительность автомобилей, себестоимость перевозок, сохранность грузов, комфортные условия и безопасность движения в значительной степени зависят от потребительских свойств проезжей части автомобильных дорог, основными показателями которых являются ее транспортно-эксплуатационные показатели, включающие ровность и сцепные качества дорожных покрытий. Эти показатели подвергаются наибольшим изменениям в процессе эксплуатации дороги. В результате проезда автомобилей на покрытиях постепенно появляются нараста-

ющие деформации, их поверхность становится неровной и более скользкой, что отражается на эффективности работы транспорта, скорости и безопасности дорожного движения. Наиболее частыми причинами дорожно-транспортных происшествий (ДТП) являются скользкость и недостаточная ровность [1]. Чем выше скорость движения, тем чаще эти причины проявляются. Более полное представление о роли проезжей части дают специальные обследования дорог с анализом причин возникновения ДТП. Удельный вес основных недостатков дорог представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Удельный вес основных недостатков дорог, %

Показатели	Дороги государственного значения			Дороги областные и районные	В среднем по дорогам
	международные и национальные	региональные	территориальные		
Скользкость покрытия	65,3	50,7	48,2	35,9	45,0
Неровность покрытия	6,9	16,9	18,8	26,2	20,5
Прочие недостатки	27,8	32,4	33,0	37,9	34,5

Прочие недостатки включают: недостаточную видимость; отсутствие, недостаточная ширина или плохое состояние

обочин; отсутствие тротуаров и пешеходных дорожек в населенных пунктах; малый радиус кривой в плане; большой

уклон; отсутствие знаков, разметки, ограждений и др.

Установить последствия отрицательного воздействия природных и эксплуатационных факторов на асфальтобетонных покрытиях можно путем правильного назначения и своевременного проведения ремонтных мероприятий. Одним из эффективных способов повышения эксплуатационного состояния покрытий является периодическое устройство слоев износа [2]. Защитные слои и слои износа объединяют общие для них способы производства работ: поверхностная обработка, втапливание щебня и укладка слоя смеси, пасты или мастики [3].

Цель и постановка задачи

Целью работы является анализ улучшения потребительских свойств проезжей части автомобильных дорог традиционными методами устройства поверхностных обработок и по новым технологиям с синхронным распределением вяжущего и щебня. Внедрение новых технологий устройства поверхностных обработок позволяет сохранять и поддерживать высокие транспортно-эксплуатационные качества покрытий при минимальных затратах.

Традиционные методы улучшения потребительских свойств проезжей части автомобильных дорог устройством поверхностных обработок

Поверхностную обработку устраивают на покрытиях для уменьшения или восполнения их износа, увеличения шероховатости и предохранения одежды от воздействия атмосферных факторов. Поверхностной обработкой называют также процесс устройства таких слоев [4]. Существует два основных метода устройства поверхностных обработок – полива и укладки готовых смесей. При методе полива на поверхность покрытия разливают органическое вяжущее, рассыпают и уплотняют мелкие минеральные частицы. Минеральные частицы приклеиваются органическим вяжущим к покрытию и образуют тонкий коврик износа. При устройстве поверхностной обработки на неусовершенствованных покрытиях ее толщина обычно равна 2,5–4 см, на усовершенствованных – 1–2,5 см.

Различают одиночную, двойную и тройную поверхностные обработки. Одиночные и двойные поверхностные обработки, устроенные методом полива, применяют на покрытиях из черных и асфальтобетонных смесей; двойные и тройные – на щебеночных или гравийных покрытиях, а также на слоях из грунта, укрепленного цементом, и на булыжных мостовых. Для поверхностных обработок применяют каменные материалы прочных пород, которые не полируются под воздействием колес автомобилей.

Технологический процесс поверхностной обработки методом полива состоит из следующих основных технологических операций: подготовки поверхности покрытия подгрунтовкой; подогрева органического вяжущего (кроме эмульсий) и транспортировки его к месту работ; транспортировки каменных материалов к месту работ; розлива органического вяжущего по подготовленной поверхности; уплотнение россыпи минерального материала.

При двойной или тройной поверхностной обработке последние три технологические операции повторяют два или три раза.

Подготовка основания является одной из наиболее ответственных операций. Тонкий слой поверхностной обработки повторяет все неровности покрытия. При наличии неровностей на покрытии в них скапливается избыточное вяжущее, что ухудшает качество обработки, поэтому перед началом работы по устройству поверхностной обработки покрытие должно быть отремонтировано – заделаны проломы, выбоины, исправлен поперечный профиль.

Поверхность покрытия должна быть тщательно очищена от пыли и грязи. Розлив вяжущих производится автогудронаторами. Для обеспечения постоянной нормы розлива скорость движения автогудронатора должна быть постоянной. Розлив надо вести равномерно, без пропусков. Пропуски исправляют, поливая их вяжущим из шлангов или леек. Во избежание избытка вяжущего в местах поперечных стыков конец ранее обработанного участка закрывают на протяжении 2–3 м

бумагой, толем или слоем песка 2 см автогудронатор развивает расчетную скорость до начала розлива. Распределение вяжущего начинают над закрытым местом с таким расчетом, чтобы обеспечить расчетную норму вяжущего в начале обрабатываемого участка. На уклонах вяжущее разливают при движении на подъем. После розлива вяжущего материал, закрывающий поперечные стыки, сразу же убирают.

Минеральный материал распределяют по поверхности слоя навесным распределителем вслед за розливом вяжущего, чтобы предотвратить его остывание и стекание к обочинам. Эта операция должна быть завершена до остывания вяжущего, что требует сочетания площади розлива с производительностью распределителя. Для равномерности распределения минеральный материал разметаю по покрытию металлическими щетками или вручную. Рассыпанный минеральный материал немедленно уплотняют катками. Уплотнение должно быть выполнено до остывания вяжущего. Наиболее эффективно использовать для уплотнения самоходные катки на пневматических колесах при трех-пяти проходах по одному следу. При отсутствии таких катков уплотнение проводят жесткобарабанными катками. Вес жесткобарабанного катка выбирают таким образом, чтобы предотвратить дробление минерального материала под катком. В случае применения эмульсии для обеспечения ее распада и увеличения вязкости вяжущего уплотнение начинают не ранее чем через 1,5 ч после розлива.

При методе укладки на покрытие укладывают тонкий слой из смеси минеральных частиц с органическим вяжущим, приготовленной в установке. Толщина слоев не превышает 3 см. Метод укладки обеспечивает лучшее качество поверхностной обработки, однако стоимость его несколько выше. При устройстве поверхностных обработок по методу укладки применяют два способа – укладки смесей и вдавливания одномерного щебня в слой битумной мастики, уложенной на покрытие в горячем состоянии.

При первом способе применяют горячие и холодные смеси, приготовленные

смешением в установке или на дороге. Если используют готовую смесь, технологический процесс устройства поверхностных обработок состоит из следующих операций: подготовки основания путем подгрунтовки вяжущим, распределения готовой смеси и укатки. Подготовка основания заключается в очистке его от пыли и грязи, а в случае необходимости и в ремонте. Розлив вяжущего производят для обеспечения лучшего соединения слоя износа с покрытием. Для этого применяют жидкие битумы при норме 0,4 – 0,5 кг на 1 м². Розлив производят автогудронаторами, далее вяжущее растирают по поверхности покрытия щетками, так как при малой норме розлива оно не образует сплошной пленки. Уплотняют слой катками на пневматических колесах, а при отсутствии их – жесткобарабанными. Для увеличения шероховатости коврик износа укладывают готовую смесь с повышенным содержанием одномерного щебня.

На дорогах низших категорий устройство поверхностных обработок толщиной 3-4 см имеет целью частично повысить прочность одежды. При наличии местных материалов поверхностные обработки для этого устраивают способом смешения минеральных материалов с вяжущими на дороге. В качестве ведущей машины чаще используют автогрейдеры.

При втором способе на очищенное покрытие наносят слой теплой мастики толщиной 1,0-1,5 см. Примерный состав мастики: песка – 74 %, минерального порошка – 12 % и вязкого битума – 14 %. Для повышения прилипания мастики к основанию поверхность смазывают битумом с поверхностно-активными добавками. Поверх слоя мастики навесными распределителями на автомобилях-самосвалах распределяют одномерный черный щебень с таким расчетом, чтобы он погрузился в слой черной смеси на 1/2 - 1/3 толщины [4]. Окончательное формирование слоя происходит под воздействием движения автомобилей. Уплотнение производится самоходными катками на пневматических колесах либо легкими жесткобарабанными катками при трех-четырех проходах по одному следу.

Новый метод улучшения потребительских свойств проезжей части автомобильных дорог устройством поверхностных обработок с синхронным распределением вяжущего и щебня

Возросший уровень автомобилизации и понимание жизненной важности дорог, а также высокий уровень механизации и автоматизации дорожных работ привели к разработке и внедрению новых технологий по устройству поверхностных обработок [5]. Поверхностная обработка дорожных покрытий – это способ создания шероховатой поверхности покрытия и устройства слоя износа или защитного слоя путем нанесения на покрытие тонкой пленки органического вяжущего, распределения высокосортного щебня и его уплотнения. Вяжущий материал фиксирует щебень на поверхности покрытия, обеспечивает его герметичность и одновременно снижает и стабилизирует скорость деградации верхнего слоя старого покрытия. Щебень обеспечивает контакт с колесами автомобиля, воспринимает их сжимающее и истирающее воздействие и защищает верхний слой покрытия от износа. При этом нет непосредственного контакта колеса автомобиля с вяжущим.

Поверхностная обработка выполняет следующие функции: восстанавливает и повышает сцепные качества дорожного покрытия; формирует слой износа и защитный слой от проникания воды в дорожную одежду; останавливает разрушение и продлевает срок службы старых покрытий, на которых появились признаки износа в виде трещин, шелушения, выкрашивания и др.; при устройстве на щебеночных и гравийных покрытиях обеспечивает обеспыливание и значительно более комфортные условия движения автомобилей; во всех случаях улучшает эстетические свойства покрытий, придавая им однородный вид и цвет.

Сила сцепления шин с покрытием определяется в основном текстурой поверхности каменных материалов и прочностью ее элементов [6]. Значения коэффициента сцепления должны быть на

опасных участках не менее 0,60, в благоприятных дорожных условиях не менее 0,45.

Относительную опасность участков дороги с различными коэффициентами сцепления рекомендуется оценивать следующими значениями коэффициентов аварийности [7] (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние коэффициентов сцепления на значения коэффициентов аварийности

Коэффициент сцепления (x)	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
Коэффициент аварийности (y)	8	3	2	1,5	1	0,5

Зависимость коэффициента аварийности от значения коэффициента сцепления колеса автомобиля с покрытием описывается уравнением:

$$y = 0,3425x^{-2,565} \quad (1)$$

Если коэффициент сцепления снижается с 0,5 до 0,3, то тормозной путь автомобиля, движущегося со скоростью 80 км/ч, увеличивается с 73 до 106 м.

Основной недостаток технологии устройства поверхностной обработки с отдельным распределением горячего битума и щебня состоит в том, что любое нарушение в организации работ и задержка с распределением щебня приводит к тому, что распределенный битум может остыть и потерять свою подвижность и клеящую способность. В результате щебенки не будут равномерно покрыты битумом и приклеены к покрытию и одна к другой.

Еще большие отрицательные последствия могут возникнуть при задержке с распределением щебня в случае применения в качестве вяжущего битумной эмульсии, процесс распада которой может завершиться частично или полностью до рассыпки щебня. Опыт показывает, что низкое качество поверхностной обработки, выполненной традиционными способами, объясняется недостатками связей в системе «битум-покрытие-щебень».

Основным отличием новой технологии устройства поверхностной обработки

является синхронное, практически одновременное распределение вяжущего и россыпь щебня. При синхронном распределении вяжущего и щебня разрыв между этими операциями не превышает 1 сек., что существенно сказывается на повышении качества поверхностной обработки, как при использовании в качестве вяжущего горячего битума, так и битумной эмульсии. Уплотнение уложенного слоя также происходит при горячем состоянии битума, что обеспечивает максимальный эффект уплотнения.

Синхронное распределение вяжущего и щебня благоприятно сказывается на формировании сопряжения между вяжущим и щебнем, что гарантирует высокие эксплуатационные характеристики поверхностной обработки как с применением горячего битума, так и битумной эмульсии. Опыт показывает, что высокий уровень качества поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня позволяет добиться высоких результатов, когда тонкий слой щебня и вяжущего выдерживает интенсивное воздействие колес автомобилей в течение 10-15 лет.

Таким образом, синхронное распределение вяжущего и щебня с временем задержки в 1 секунду является самым новым нововведением в практике устройства поверхностной обработки за последние 20 лет.

Различают следующие виды поверхностных обработок, устраиваемых по новой технологии.

1. Однослойная поверхностная обработка с однократным распределением вяжущего и щебня применяется для создания шероховатой поверхности и слоя износа на прочной дорожной одежде. Чаще всего она устраивается из щебня фракций 6/10.
2. Однослойная поверхностная обработка с двойным слоем щебня. Для первого слоя применяют щебень фракции 8/11 или 10/14. Для второго слоя щебень фракции 2/5 или 5/10. Эффективно применяется на хорошем жестком основании.

3. Двухслойная поверхностная обработка. Применяется для улучшения ровности и сдвигоустойчивости, а также на цементобетонных покрытиях.
4. Поверхностная обработка типа «сэндвич» или ЩВЩ (щебень-вяжущее-щебень). Применяется на дорогах второстепенного, местного значения.

Выводы

Поверхностная обработка дорожных покрытий широко применяется во многих странах мира для устройства шероховатых слоев, слоев износа и защитных слоев как при строительстве новых так и при ремонте существующих дорог.

Разработка новой технологии поверхностной обработки с синхронным распределением вяжущего и щебня и создание современных средств механизации придало этому виду дорожных работ новую жизнь, подняла их на совершенно иной уровень по показателям производительности, качества и экономической эффективности. Общие затраты снижаются на 15 %, по сравнению с традиционным раздельным распределением материала.

Устройство поверхностной обработки по новой технологии с синхронным распределением вяжущего и щебня позволяет при минимальных затратах сохранять и поддерживать высокие транспортно-эксплуатационные качества дорожных покрытий.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Васильев А.П. Состояние дорог и безопасность движения автомобилей в сложных погодных условиях, – М: Транспорт, 1976. – 229 с.
2. Слободчиков Ю.В. Условия эксплуатации и надежность работы автомобильных дорог. – М: Транспорт, 1987. – 128 с.
3. Строительство автомобильных дорог. Т.2. Под ред. В.К. Некрасова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М: Транспорт, 1987. – 128 с.
4. Технология строительства автомобильных дорог, ч.2. Технология строительства дорожных одежд. Сиденко В.М., Батраков О.Т., Леушин А.И. Киев: Вища школа, 1970. – 330 с.
5. Александр Васильев, Пьер Шамбар. Поверхностная обработка с синхронным

- распределением материалов. – М.: Трансдорнаука, 1999. – 80 с.
6. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения. Учебник для вузов. – М: Транспорт, 1993. – 271 с.
 7. Стороженко М.С., Осипенко Ю.В. Повышение безопасности движения

изменением требований к сцепным качествам и ровности проезжей части. Материалы международной научно-практической конференции «Покращення конструктивних, технологічних та експлуатаційних показників автомобільних доріг і штучних споруд на них в дослідженнях студентів і молодих науковців». – Харків, ХНАДУ, 2014. С. 154-158.

УДК 539.3:691.32:535.4:778.38

Kesariyskiy A.G.,

Laboratory of Complex Technologies Ltd, Pavlograd, Ukraine

Kondrashchenko V.I., Wang Chuang,

Moscow State University of Railway Engineering (MIIT), Russia

Kondrashchenko E.V., Kiktova K.O.

O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkov, Ukraine

A STUDY OF DYNAMICALLY COMPACTED CONCRETE DEFORMATION BY LASER INTERFEROMETRY METHODS

Introduction

Dynamically compacted concrete is obtained by mechanical casting of mixture to the surface to be poured [1-3].

To study the deformation peculiarities of dynamically compacted heavy-weight concrete such methods are necessary that enable registration of deformation fields of its macro- and microstructure. To this end laser holographic interferometry methods were applied. These methods ensure contact-free inertialess registration of deformation fields in a wide range of dynamic and static loads [4].

Methods and equipment

In the course of study holographic interferograms were registered under “countercurrent beams” scheme (method by Y.N.Denisjuk) (метод Ю.Н. Денисюка) [5]. Such scheme (fig.1) is exceptionally simple, but enables registration of displacement field at high spatial frequency of interference fringes. This is especially important in study of high gradient deformation areas. Presence of such areas is typical for complicated structure systems, such as dynamically compacted concrete.

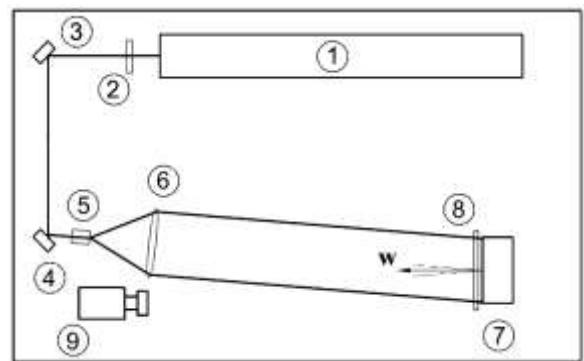


Fig. 1. Hologram registration scheme under Y.N.Denisjuk method (see explanation in text)

We used double exposure method with registration of displacement vector normal component. Interferograms were registered at increment $\Delta\sigma$ of stresses acting on the sample which are minor as compared to concrete sample strength σ_{scr} .

Under double exposure registration of interferograms (see Fig.1) gas laser 1 radiation comes via light gate 2 to mirrors 3 and 4. Light flux formed with the help of microscope objective 5 and collimator lens 6 passes through transparent hologram photoplate 7 and illuminates object surface 8 under study. Axis of collimated beam and optical axis of digital registratory camera 9 were so arranged