

УДК 625.08

Алексей Никифорович МАКСИМЕНКО,  
кандидат технических наук,  
доцент, профессор кафедры  
"Строительные машины и оборудование"  
Белорусско-Российского университета

Екатерина Александровна КОСЕНКО,  
студентка 5-го курса специальности  
"Строительные, дорожные, подъемно-  
транспортные машины и оборудование"  
Белорусско-Российского университета

Денис Юрьевич МАКАЦАРИЯ,  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры "Правовая информатика  
прикладные дисциплины"  
Могилевского высшего колледжа МВД  
Республики Беларусь

# ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА КОМПЛЕКТА МАШИН ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

SUBSTANTIATION OF THE CHOICE  
FOR INTRODUCTION OF NEW TECH-  
NIQUES  
IN ASPHALT CONCRETE PAVEMENT  
AND REPAIRS

КОМПЛЕКТА  
МАШИН  
ДЛЯ ВНЕДРЕНИЯ  
НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ  
АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ

MACHINE SET  
LOGIES  
INSTRUCTION

*В статье приводится обоснование выбора комплекса машин для внедрения технологий, обес-  
печивающих повышение качества асфальтобетонного покрытия при строительстве и ремонте автомобильных дорог.*

*This article presents the substantiation of the choice of machine set for introduction of the techniques  
providing higher quality of asphalt concrete pavement during construction and repairs of roads.*

## ВВЕДЕНИЕ

Эффективность социально-экономического развития страны во многом определяется протяженностью и качеством автомобильных дорог. Плотность дорог с твердым покрытием на территории Республики Беларусь близка плотности таких же дорог в странах Западной Европы, однако качество значительно уступает. Программой "Дороги Беларуси" на 2006–2015 годы предусмотрено дополнительно построить и провести реконструкцию 5360 км дорог, а также выполнить капитальный ремонт автомобильных дорог протяженностью 9921 км [1].

В настоящее время дороги Беларуси становятся составной частью европейских маршрутов, что существенно поднимает планку требований к обеспечению их качества. Особенно это важно при поддержании и восстановлении твердого покрытия, как наиболее капиталоемких и материалоемких составляющих. К сожалению, во всех регионах нашей страны наблюдается тенденция роста недоремонта автомобильных дорог (на республиканских автомобильных дорогах он составляет около 70 %), что ведет к необратимому процессу ухудшения состояния дорожного покрытия и увеличению средств на восстановительные работы в 2,5–3 раза.

Для решения этой проблемы необходимо внедрение современных технологий при строительстве, реконструкции, содержании и особенно ремонте автомобильных дорог, которые уже апробированы в странах Западной Европы.

Реализация современной технологии предусматривает использование зарубежных дорожно-строительных машин (ДСМ), которые имеют высокие показатели работоспособности и по стоимости значительно превышают машины, используемые в соответствии с традиционными технологиями (при восстановлении асфальтобетонного покрытия стоимость комплекта ремиксер-4500 превосходит аналогичную величину комплекта по традиционным технологиям в 3–15 раз в зависимости от дальности транспортирования материала). Однако расход дорогостоящего материала меньше в 10 раз

и более, что в процессе перекрывает расходы на ремонт.

При строительстве нового покрытия важно придать ему качество, которое обеспечивает надежность и долговечность, а также способствует снижению износов и повышению безопасности движения. Для этого необходимо использовать современные технологии, позволяющие добиться высокого качества и долговечности покрытия.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Строительство, поддержание и восстановление автомобильных дорог связаны с высокой стоимостью строительного монтажа 1 км дороги IV категории – 50 000 долларов США [2]. Для финансовых средств программы "Дороги Беларусь" на 2006–2015 годы может быть реализована по оценке, стоимость строительных работ должна быть снижена в 2–3 раза. Для этого необходимо внедрение современных технологий строительства, поддержания и восстановления автомобильных дорог.

Снижение стоимости строительства и повышение качества асфальтобетонного покрытия на горячий метод, то есть способом горячей укладки двух слоев асфальтобетонного покрытия, обеспечивает устойчивость методу "горячий ряд", при котором получается бесшовное

изделие, что позволяет значительно сократить время выполнения работ, значительно снизить стоимость строительства и повышение качества

изделия, что позволяет значительно сократить время выполнения работ, значительно снизить стоимость строительства и повышение качества

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ КАЧЕСТВО АСФАЛЬТОБЕТОННОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕМОНТЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Строительство, поддержание и восстановление автомобильных дорог связаны с высокой стоимостью строительного монтажа 1 км дороги IV категории – 50 000 долларов США [2]. Для финансовых средств программы "Дороги Беларусь" на 2006–2015 годы может быть реализована по оценке, стоимость строительных работ должна быть снижена в 2–3 раза. Для этого необходимо внедрение современных технологий строительства, поддержания и восстановления автомобильных дорог.

Снижение стоимости строительства и повышение качества асфальтобетонного покрытия на горячий метод, то есть способом горячей укладки двух слоев асфальтобетонного покрытия, обеспечивает устойчивость методу "горячий ряд", при котором получается бесшовное

экономия дорогостоящего вяжущего материала и повышение качества достигаются при внедрении устройств тонкослойных асфальтобетонов взамен поверхностных обработок и т. д. [3].

С. Е. Кравченко и Д. Г. Игошкин в работе [4], посвященной влиянию температуры формирования структуры на прочностные свойства асфальтобетона, представили асфальтобетон как бинарную систему, состоящую из вяжущего материала и минеральной части. При строительстве и реконструкции асфальтобетонного покрытия важно обеспечить оптимальный температурный режим, достаточную связь слоев, качество смеси и ее уплотнение в соответствии с принятой технологией [4].

Изменение температуры асфальтобетона от 150 °С до 50 °С приводит к увеличению предела прочности в 2–2,5 раза и модуля деформации в 4 раза. Следовательно, наибольший эффект уплотнения может быть получен при высокой температуре смеси, когда битум имеет малую вязкость. Однако время, в течение которого смесь имеет высокую температуру после ее укладки, незначительно и составляет около 8 %–10 % от продолжительности работы в заданном температурном интервале. С понижением температуры смеси вязкость битума увеличивается, образуются прочные связи между частицами материала и снижается эффективность работы катков [5].

Применение традиционной технологии ремонта асфальтобетонного покрытия укладкой нового слоя приводит к значительному расходу дорогостоящего материала и удорожанию процесса восстановления работоспособности автомобильных дорог. Кроме того, состояние с их недоремонтом, а также включение отечественных дорог в систему Европейских грузоперевозок требуют внедрения современных технологий — регенерации асфальтобетонных покрытий, которые начали активно внедряться еще в конце прошлого века в западноевропейских странах.

Применять эти технологии необходимо еще и потому, что при эксплуатации автомобильных дорог, требующих капитального ремонта, проявляются дефекты, которые невозможно устранить традиционными технологиями. Как правило, ремонтно-профилактические работы в настоящее время ограничиваются поверхностной обработкой с использованием ремонтных материалов с избыточным содержанием дорогостоящего битума. Кроме того, на дороге появляются колеи глубиной до 10 см, которые можно убрать только фрезерованием. Как правило, поверхностная обработка с фрезерованием повторяется через 4 года, что значительно удорожает процесс поддержания работоспособности твердого покрытия дороги. Применение технологий с регенерацией асфальтобетонного покрытия позволяет не только восстановить работоспособность автомобильных дорог, но и значительно снизить расход энергии и дорогостоящих материалов [6].

Ресурс асфальтобетонного покрытия дорожного полотна после горячей регенерации методом Remix и Remix-Plus может быть увеличен в 2 и более раз за счет осуществления технологии, аналогичной методу "горячий на горячий", то есть одновременное устройство нижнего и верхнего слоев асфальтобетонного покрытия, что обеспечивает их хорошее сцепление при сохранении высокой температуры укладываемого асфальтобетона, позволяющей производить более эффективное одновременное уплотнение обоих слоев по

сравнению со стандартной технологией, где между укладкой верхнего и нижнего слоев могут пройти часы и даже дни.

При осуществлении горячей регенерации на заводе, благодаря подбору оптимальной рецептуры гранулометрического состава, получаемого асфальтобетона и поддержания высокой температуры (160 °С–120 °С) при транспортировании и укладке, ресурс дорожного покрытия может быть равен нормативному сроку службы (периода 14 лет [7]). Но обеспечить температурный режим (с увеличенной дальностью транспортирования) уплотнения асфальтобетонной смеси трудно.

В настоящее время срок службы асфальтобетонного покрытия повышают путем его армирования геосетками. Сегодня на рынке представлены геосетки из стекловолокна, полиэстера, иных. Более высокие технологии имеют армирующая геосетка [8]. В этом случае увеличиваются затраты на материалы и ресурса дорожного покрытия.

В процессе организационных работ важно, чтобы было возможно геометрическое планирование машины с учетом ее технологической цепи при сечении максимальную производительность и строительного

Для определения производительности машины важно учитывать показатели и пространственное ее работоспособности. Проводится работа по каждой машине параллельно с началом эксплуатации. Составляются планы, определяющие объемы, трудоемкости и сроки выполнения работ по сменам смазочных материалов, выполняемых работ и т. д. На основе состоянию сборочных единиц позволяет повысить производительность. Для дальнейшего улучшения работоспособности машины на объектах, что выполняемых строительных и инженерных работ, определяется точность прогнозирования. Для этого необходимо сократить производительность восстановления работоспособности машин на объектах, что позволит повысить объемы работ и прибыль от реализации современных технологий.

Сбор и обработка информации позволяют не только оптимизировать процесс поддержания и восстановления работоспособности, но и разработать комплексной механизации труда [9, 10]. Особенно это важно для увеличения объемов строительства современных технологий. Необходимо иметь мощный парк строительной техники, производимый. В связи с этим, возникает вопрос о целесообразности закупки машин с геометрической и эффективной эксплуатации. Результаты



Таблица 2. Результаты сравнения применяемых технологий при устройстве асфальтобетонных покрытий

Применяемая технология	Скорость, м/мин	$K_{нп}$	$K_n^X$	Планируемая прибыль, у.е.
Традиционная технология	7,5	1	0,9	1
Перспективная технология "горячий на горячий"	5	2	0,95	7
	5	1,5	0,95	3
	5	1	0,95	-1,5
	5	1,165	0,95	0

коэффициентов  $K_{нп}$ ,  $K_n^X$ . Комплект "горячий на горячий" позволяет укладывать два слоя дорожной одежды за один проход ведущей машины. При этом снижается время работы двигателя без выполнения полезной работы ( $K_n^X = 0,95$ ), а ресурс дорожного покрытия увеличивается, что учитывается коэффициентом  $K_{нп}$ .

Традиционный комплект машин перед укладкой слоя износа должен снова вернуться к месту начала укладки. При этом часть времени тратится на маневрирование, возврат в исходное положение, повторную загрузку приемного бункера материалом и др. Следовательно, увеличивается время работы двигателя без непосредственного выполнения работы, а значение  $K_n^X = 0,90$ .

Анализ расчетов показывает, что ресурс дорожного покрытия по технологии "горячий на горячий" должен быть на 20 % выше для получения прибыли, сравнимой с традиционной технологией, и в 7 раз превышать ее с учетом приведенных данных по работоспособности дорожного покрытия [3]. Упрочнение дорожного покрытия с использованием армированных сеток способствует росту себестоимости единицы асфальтобетонного покрытия и повышению ресурса, что следует учитывать при определении планируемой прибыли по формуле (1).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа "Дороги Беларуси" на 2006–2015 годы.
2. Леонович, И. И. Теоретические и практические основы системного управления дорожным движением / И. И. Леонович, С. В. Богданович // Строительная наука и техника. — 2008. — № 1. — С. 10–14.
3. Говоров, А. Ю. Технология двухслойной укладки асфальтобетона за один проход / А. Ю. Говоров, С. Е. Кравченко // Строительная наука и техника. — 2008. — № 6. — С. 20–24.
4. Кравченко, С. Е. Влияние температуры формирования структуры на прочностные свойства асфальтобетона / Д. Г. Игошкин // Строительная наука и техника. — 2007. — № 2(11). — С. 37–41.
5. Зубков, А. Ф. Технология строительства асфальтобетонных покрытий автомобильно-дорожных сооружений / А. Ф. Зубков, В. Г. Однолько, С. Е. Кравченко // М.: Машиностроение, 2009. — 224 с., ил.
6. Новые технологии и машины при строительстве, содержании и ремонте автомобильно-дорожной инфраструктуры / А. Н. Максименко, А. Н. Кравченко, С. Е. Кравченко // Минск: Дизайн ПРО, 2002. — 224 с., ил.
7. Кравченко, С. Е. Усталостное разрушение асфальтобетона / С. Е. Кравченко // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: научно-технический журнал. — 2009. — № 1. — С. 33–36.
8. Официальный сайт компании Регдорстрой [Электронный ресурс] — режим доступа: <http://www.regdorstroy.com.ua/article/armoring.html>.
9. Максименко, А. Н. Эксплуатация строительных и дорожных машин: учебное пособие / А. Н. Максименко, Е. М. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительства. Издание третье, перераб. и доп. — М.: АСВ, 2010. — 464 с., ил.
10. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация строительства / Е. М. Кудрявцев, Е. М. Максименко // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: научно-технический журнал. — 2009. — № 5. — С. 62–69.
11. Официальный сайт компании Дупарас [Электронный ресурс] — режим доступа: <http://www.duparas.com/>.
12. Максименко, А. Н. Анализ различных вариантов строительных, дорожных машин и эффективность их использования на этапе эксплуатации жизненного цикла / А. Н. Максименко // Строительная наука и техника. — 2011. — № 1(34). — С. 117–121.
13. Максименко, А. Н. Выбор способа производства строительных и дорожных машин на базе комплексной механизации строительства / А. Н. Максименко // Строительная наука и техника. — 2011. — № 3(36). — С. 52–55.
14. Инструкция о порядке начисления амортизации основных средств и нематериальных активов / Министерство экономики Республики Беларусь, Министерство финансов Республики Беларусь, Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь от 27 февраля 2009 г. № 37/18/6 // Налоги Беларусь [Электронный ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь — Минск, 2010.
15. Методика расчета величины остаточной стоимости амортизируемых нематериальных активов / Министерство экономики Республики Беларусь от 18.06.2010 № 217 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь — Минск, 2010.
16. Методические указания по определению сметной стоимости работ с применением машин и механизмов, в том числе иностранных производителей / приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 08.07.2004 № 184 // КонсультантПлюс: Беларусь [Электронный ресурс] / ЮрСпектр, Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь — Минск, 2004.
17. Волкова, С. М. Расчетные нормы пробега грузовых автомобилей при расчете норм главного бухгалтера / С. М. Волкова // Строительство и эксплуатация автомобильных дорог: научно-технический журнал. — 2003. — № 2. — С. 39.

Учитывая данное изменение материалов и механизированной работой, количественное значение генерируемой прибыли при использовании рассматриваемым.

изменений по ресурсу, стоимости материалов и механизированным работам, количественное значение генерируемой прибыли при использовании рассматриваемых комплектов машин будет различным.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При формировании комплектов машин для реализации перспективных технологий необходимо учитывать как готовой продукции, интенсивных технико-экономических показателей, затрачиваемые материалы и энергетических ресурсов.
2. Для соответствия производительности ведущих машин важен индивидуальный проектирование комплекта с учетом их эксплуатации.
3. Перспективную технологию "горячий на горячий" можно реализовать при регенерации асфальтобетонного покрытия в соотношении в соответствии с предложенной авторами ил. 1.

Статья поступила в редакцию 18.10.2011.