

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ МАДИ В РАМКАХ ПРОЕКТА БКД



Ю.А. Васильев,
д.т.н., профессор
заведующий кафедрой
дорожно-строительных
материалов МАДИ

Московский автомобильно-дорожный институт, а ныне государственный технический университет, был создан в 1930 году и с тех пор стал одним из ведущих вузов России.

Подготовка высококвалифицированных кадров в области эксплуатации автомобильного транспорта, дорожно-мостового и аэродромного строительства, создания дорожно-строительной техники, а также выполнение соответствующих научно-исследовательских работ, осуществляемых в университете, направлено на повышение надежности и долговечности всех элементов дорожно-транспортного комплекса России.

Новый качественный уровень исследований и разработок возможен только на современной экспериментальной базе, в основе которой – исследовательские многофункциональные комплексы, позволяющие существенно расширить возможности экспериментов и интенсифицировать процесс их проведения.

Уже несколько лет в МАДИ действует Центр коллективного пользования (ЦКП) [1], объединивший лаборатории университета и малых инновационных предприятий, учрежденных университетом в соответствии с Федеральным законом от 2 августа 2009 г. № 217-ФЗ.

Имеющееся оборудование позволяет реализовать научно-методическое и приборное обеспечение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ по формированию и исследованию, в том числе в области транспортного строительства, направленные на реализацию Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».

Так, эффективность дорожно-ремонтных работ может быть реализована исключительно на базе результатов мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния дорожных покрытий. Именно результаты мониторинга позволяют получить необходимую информацию, обеспечивающую возможность прогнозирования состояния объекта и выработки оптимальных управленческих решений, связанных, в том числе, с назначением соответствующих ремонтных мероприятий. Комплексный учет реального состояния дорожных объектов позволяет добиться существенной экономии бюджетных средств, направляемых ежегодно на поддержание объектов улично-дорожной сети в соответствии с нормативными требованиями.

В соответствии с этим еще в 2007 году по заданию Департамента ЖКХ города Москвы университет разработал и передал городу 10 автоматизированных дорожных сканеров «АДС-МАДИ»[®], обеспечивающих возможность комплексного мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния дорожных покрытий [2] (Рис. 4).

«АДС-МАДИ»[®] в модификации 2007 года дает возможность на скорости до 80 км в час оценивать продольную и поперечную ровность дорожного покрытия, фиксировать дефекты (трещины, выбоины, ремонтные карты) и элементы горизонтальной дорожной разметки на поверхности дорожного покрытия. Кроме того, установленный на лаборатории двухдиапазонный георадар позволяет «заглянуть» под дорожное покрытие с целью оценки состояния дорожной одежды и земляного полотна. Основное преимущество лаборатории заключается в возможности полной работы преимущественно в темное время суток, создавая минимальные помехи движущемуся транспорту.

Данные лаборатории на протяжении 10 лет дважды в год осуществляют работы по комплексной диагностике транспортно-эксплуатационного состояния всех дорожных объектов Москвы, а также неоднократно участвовали в работах по диагностике федеральных дорог.



Рис. 1. Оборудование для подготовки образцов для испытания

В 2018 году была создана новая модификация передвижной дорожной лаборатории «АДС-МАДИ (2018)» (рис. б), которая воплотила в себя все технические решения предыдущей модели, на новой материально-технической базе, а также обеспечила возможность оценки сцепных параметров дорожного покрытия. Также вместо георадаров лаборатория оснащена системой электромагнитного зондирования на базе георадиотомографа, который позволяет объективно оценивать состояние земляного полотна и дорожной одежды на предмет степени их уплотнения и увлажнения.

«АДС-МАДИ (2018)» имеет модульную компоновку оборудования на автомобильной платформе, назначаемой Заказчиком.

Разработанное оборудование обеспечивает возможность полной работы лаборатории в круглосуточном круглосуточном режиме при рабочих скоростях до 90 км/час.

По желанию Заказчика лаборатория может быть укомплектована различными измерительными диа-



Рис. 2. Оборудование для проведения динамических и температурных испытаний.



Рис. 3. Оборудование для испытания на колеобразование.

гностическими системами из числа базового комплекта, включающего:

- систему фиксации дефектов дорожного покрытия при ширине захвата до 12 м, в том числе выбоин, продольных и поперечных трещин с определением линейных размеров в плане с точностью не менее 2 мм и по глубине с точностью не менее 1 мм;
- систему фиксации элементов горизонтальной дорожной разметки с оценкой их соответствия требованиям нормативных документов при ширине захвата до 12 м;
- систему замера продольной ровности покрытия с построением продольного профиля с шагом 0,125 м с возможностью пересчета результатов в показатели ровности покрытия в значения просветов под 3-х метровой рейкой, разности вертикальных отметок, а также определения международного индекса ровности (IRI);
- систему замера высотных отметок крышек смотровых колодезцев,ждеприемных решеток по отношению к поверхности дорожного покрытия с точностью до 1 мм;
- систему оценки состояния линейных элементов обустройства (бортового камня, металлических и бетонных ограждений, шумозащитных экранов) с выделением элементов, требующих ремонта;
- систему оценки толщин слоев дорожной одежды, состояния подстилающих грунтов и инженерных коммуникаций на глубину до 7 м с использованием геофизического оборудования на базе георадиотомаграфа, имеющего ряд технических преимуществ, относительно, широко применяемого на сегодняшний день – георадара;
- систему паспортизации объектов улично-дорожной сети;
- систему обеспечения оценки возможности проезда негабаритного транспортного средства;

- систему замера коэффициента сцепления колеса транспортного средства с дорожным покрытием;
- систему привязки всех фиксируемых объектов к глобальной системе координат GPS/ГЛОНАСС.

Одним из основных дефектов дорожных покрытий в настоящее время является колеиность. До недавнего времени колеиность была свойственна исключительно для дорог с асфальтобетонными покрытиями и формировалась главным образом на правых тяжело нагруженных полосах движения в летний период времени.

В настоящее время достаточно часто колеиность фиксируют на левых полосах, где движется преимущественно легковой транспорт, в том числе на дорогах с цементобетонным покрытием. Это связано, прежде всего, с деструктивным действием шипованной резины, широко применяемой в нашей стране для обеспечения безопасности движения в зимний период времени в



Рис. 4. Передвижная дорожная лаборатория «Автоматизированный дорожный сканер – АДС-МАДИ®» (модификации 2007 г.)



Рис. 5. Универсальный комплекс для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель»



Рис. 6. Передвижная дорожная лаборатория «Автоматизированный дорожный сканер – АДС-МАДИ» (модификации 2018 г.)

сочетании с массово применяемыми противогололедными реагентами.

Существующие методы исследования взаимодействия шипованной шины с дорожным покрытием не отражают реальных процессов, протекающих в системе «колесо транспортного средства – дорожное покрытие». Вза-

При этом известно, что процесс воздействия шипа с дорожным покрытием определяется скоростью, с которой шип ударяет о дорожное покрытие. В связи с этим для моделирования реального процесса взаимодействия в системе «шипованная шина – дорожное покрытие» необходимо реализовать реальный скоростной режим, имеющий место на автомобильных дорогах. Проводимые в лабораторных условиях исследования воздействия шипов не отражают фактического состояния, имеющего место на реальных дорожных объектах.

Для реализации этого в 2010-2012 годах на территории своего Учебно-научного центра МАДИ был сооружен универсальный комплекс для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин, получившего наименование «Карусель» (Рис. 5) [3].

Данный комплекс состоит из двух модулей диаметром по 30 ± 2 м: «легкового», обеспечивающего движение колеса с нагрузкой до 600 кг со скоростью до 140 км в час и «грузового», обеспечивающего движение колеса с нагрузкой до 7 тонн со скоростью до 80 км в час [3]. При этом имеется возможность осуществления одновременных испытаний воздействия на материал дорожного покрытия ведомых и ведущих колес, шипованных и нешипованных шин. Сравнительные испытания различных материалов, предназначенных для устройства слоев износа дорожных покрытий позволяют оптимизировать их состав и свойств с учетом обеспечения требуемой износостойкости.

Также на территории УИЦ МАДИ расположен комплекс «Умная дорога», который дает возможность тестировать и отрабатывать технологии современных интеллектуальных транспортных систем.

Характеристики Универсального комплекса для испытания дорожных покрытий и автомобильных шин «Карусель»

а также технологии их производства. Эти материалы решением Экспертного совета Минтранса России по повышению инновационности государственных закупок в транспортном комплексе признаны инновационными [4].

Вовлечение серы в дорожную и другие отрасли строительства позволяет устранить профицит серы, что будет способствовать решению проблемы оздоровления экологической обстановки, а также позволит получать новые эффективные материалы. За последние годы вопрос о использовании серы в строительстве трижды рассматривался на уровне Президента РФ, а с 2013 года работы осуществляются в рамках поручения Председателя Правительства РФ (ДМ-П9-3439 от 23 мая 2013 г.) о необходимости применения серосодержащих материалов в дорожном строительстве.

По инициативе МАДИ разработаны и утверждены Росстандартом предварительные национальные стандарты:

- ПНСТ 105-2016 «Серобетонные смеси и серобетоны. Технические условия»;
- ПНСТ 191-2017 «Сероасфальтобетонные смеси и сероасфальтобетон. Технические условия»;
- ПНСТ 192-2017 «Щебеночно-мастичные сероасфальтобетонные смеси и сероасфальтобетон. Технические условия».
- ПНСТ 266-2018 «Литые сероасфальтобетонные смеси. Технические условия».

В Астрахани введена в эксплуатацию при участии ООО НПП «ПромСпецМаш» установка по производству модифицированной серы марок «Сульфотекс-АБ» и «Сульфотекс-СБ» производительностью 15,0 тысяч тонн в год (при односменной работе). Указанная установка может тиражироваться и располагаться в непосредственной близости от источника производства технической серы.

Применение модифицированной серы увеличивает срок службы дорожных покрытий за счет повышения износостойкости, теплоустойчивости, трещиностойкости, стойкости к колеобразованию, сдвигоустойчивости. Сероасфальтобетонные смеси официально относятся к разряду теплых энергоэффективных «зеленых» асфальтобетонных смесей.

С покрытиями из сероасфальтобетона были построены объекты в Москве - (Крылатский мост (2002 г.), мост через р. Клязьма на Международном шоссе, Бауманская улица (2003 г.), МКАД 66-69 км, 86- 50 км, 87-88 км, (2006 г.), Таганский тоннель (2010 г.), ул. Лобачевского (2013 г.), инновационная дорога к Технопарку МФТИ (2016 г.). А также дорожные объекты в Астраханской, Волгоградской, Воронежской, Иркутской, Калужской, Липецкой, Московской, Оренбургской, Рязанской областях (2010-2016 г.г.), в Ямало-ненецком АО (2012 г.), в Красноярском крае (2015 г.), в аэропорту в г. Астана (2017 г.).

Серобетон, как разновидность полимербетона, относится к бетонам специального назначения и может быть использован при эксплуатации бетонных конструкций в условиях знакопеременных температур и агрессивных сред, в том числе в районах Крайнего Севера, в транспортном, гидротехническом строительстве и др. Серобетонные конструкции могут производиться по монолитной схеме и в виде сборных элементов. При этом в процессе изготовления сборных изделий и кон-

влагостойкостью водонепроницаемостью и является совершенным диэлектриком. С применением модифицированной серы можно получать бетоны класса В40-В100, со сроками формирования в течение нескольких часов по мере остывания материала.

Проект «Развитие производства модифицированной серы для выпуска серобетонных и сероасфальтобетонных смесей» поддержан рабочей группой «Бизнес-проекты» экспертного совета Агентства стратегических инициатив по продвижению новых проектов.

Кроме того лаборатории университета оснащены современным оборудованием, обеспечивающим проведение испытаний битумных вяжущих и асфальтобетонов в соответствии с отечественными, а также зарубежными нормативами.

Таким образом, в данной статье рассмотрены некоторые направления исследований, направленные на совершенствование развития дорожного хозяйства России.



Рис. 7. Результат взаимодействия шипованной шины и дорожного покрытия.

1. Васильев Ю.Э. Центр коллективного пользования МАДИ 9 Ю.Э.Васильев, И.Ю.Сарычев //Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 8. С. 107-108.

2. Васильев Ю.Э. Передвижная дорожная лаборатория «АДС-МАДИ» / Ю.Э.Васильев, В.М. Юмашев //Промышленное и гражданское строительство. 2010. № 2. С. 39-40.

3. Способ исследования физико-механических характеристик дорожных покрытий в условиях испытательного комплекса (варианты) / Приходько В.М., Васильев Ю.Э., Юмашев В.М., Кольцов В.И., Борисов Ю.В., Борисов В.М., Борисевич В.Б., Шкатулов И.П., Воейко О.А., Стесин С.П. патент на изобретение RUS 2435230 04.03.2010

4. Васильев Ю.Э. Инновационные экологически чистые серосодержащие композиционные материалы для транспортного строительства /Васильев Ю.Э., Мотин Н.В., Шубин А.Н. // Промышленное и гражданское строительство. 2015. № 12. С. 8-13.



Автомобильно-дорожный сканер «АДС-МАДИ»®

Лаборатория «АДС-МАДИ»® предназначена для проведения комплексного мониторинга транспортно-эксплуатационного состояния объектов улично-дорожной сети с целью прогнозирования состояния объектов и принятия обоснованных управленческих решений при назначении ремонтных мероприятий.

Измеряет параметры:

- продольную ровность (международный индекс ровности IRI)
- поперечную ровность (глубина, форма колеи и др.)
- фиксирует дефекты на покрытии проезжей части (трещины, выбоины, ремонтные карты)
- фиксирует элементы инфраструктуры (люки, дождеприемные решетки, разметку и др.)
- проводит геофизическое зондирование дорожной одежды и земляного полотна
- определяет коэффициент сцепления дорожного полотна

А также привязывает все вышеназванные параметры к GPS/ГЛОНАСС и позволяет проводить паспортизацию объектов улично-дорожной инфраструктуры.