

**Разработка CALS-системы компьютерного менеджмента качества пропиточных составов для дорожных покрытий**Глушко А.Н.<sup>1</sup>, д.т.н. проф. Бессарабов А.М.<sup>2</sup><sup>1</sup>ФГУП ИРЭА, <sup>2</sup>Научный центр «Малотоннажная химия»

bessarabov@irea.org.ru

*Аннотация.* На базе концепции CALS разработана система компьютерного менеджмента качества дорожных пропиток. Разработана архитектура системы по составу и способу приготовления пропиток с соответствующими показателями качества. Проведена систематизация показателей качества по предложенным информационным кластерам. По каждому показателю в архитектуру системы введены наиболее перспективные методы анализа и аналитическое оборудование.

*Ключевые слова:* аналитический мониторинг, компьютерный менеджмент качества, CALS-технологии, дорожные пропитки

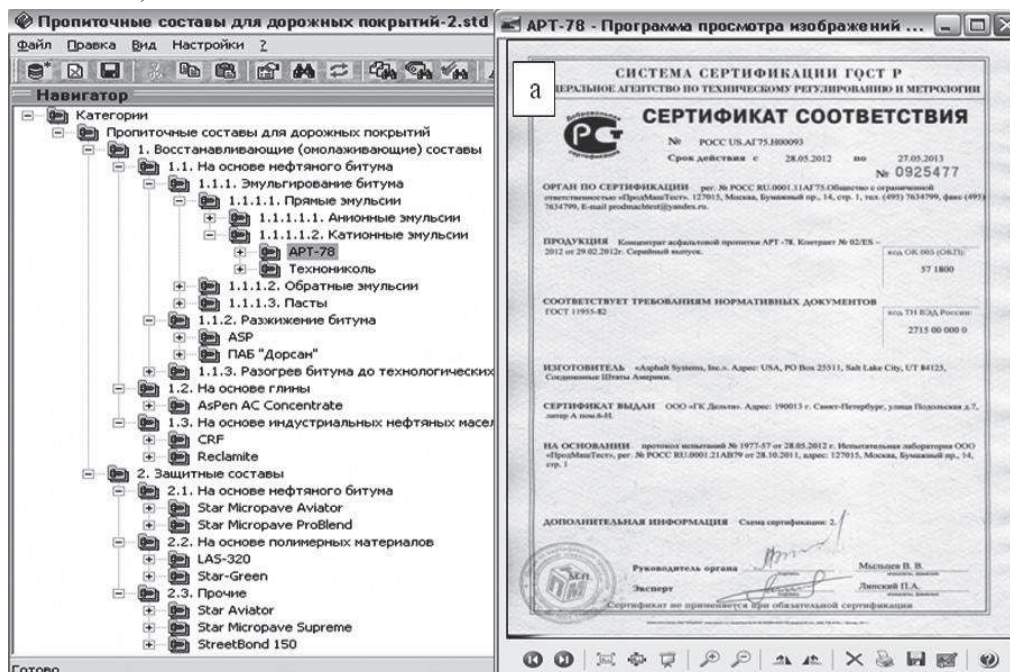
Покрытия автомобильных дорог в процессе эксплуатации находятся под воздействием, главным образом, двух групп факторов: погодно-климатических и механических, обусловленных нагрузками от транспортных средств. Под воздействием этих факторов происходят необратимые изменения свойств и структуры асфальтобетона в слое покрытия, снижающие его долговечность. Профилактические меры на асфальтобетонных покрытиях целесообразно проводить для предотвращения ускоренного «старения» (что характерно для используемых в нашей стране битумов) и предотвращения разрушений [1].

Анализируя имеющуюся на данный момент информацию по вопросу защиты дорожного покрытия от воздействия климатических и эксплуатационных факторов, можно сделать вывод о том, что одним из наиболее эффективных и экономически выгодных является способ пропитки верхнего слоя дорожного покрытия специальным пропиточным составом. При этом установлено, что пропитки существенно разнятся между собой как по составу и основным физико-химическим характеристикам компонентов, так и по технологическим и эксплуатационным свойствам [2]. Основными показателями устойчивости и работоспособности состава пропитки в соответствии с ГОСТ 9128-2009 считаются требования к эксплуатационному состоянию асфальтобетонного покрытия, а именно: коэффициент сцепления покрытия и его водонасыщение. Компоненты пропитки, проникая внутрь тела асфальтобетона и создавая на его поверхности плёнку, вступают в химическое взаимодействие с битумом, омолаживают его и образуют сополимерную битумную композицию (дополнительным показателем испытаний является глубина проникновения пропитки в поры асфальтобетонного покрытия и толщина плёнки на поверхности) [2].

Для выбора материалов, обладающих необходимой совокупностью свойств, создаются соответствующие муниципальные компьютерные системы, осуществляющие системный анализ и выбор оптимальных составов продуктов дорожной химии [3]. Одной из них и является разработанная нами система компьютерного менеджмента качества пропиточных составов для дорожных покрытий (рисунок 1). Программное обеспечение системы базируется на основе информационного CALS-стандарта ISO-10303 STEP (Continuous Acquisition and Lifecycle Support – непрерывная информационная поддержка жизненного цикла изделия или продукта) [4]. На верхнем уровне разработанной системы пропиточные составы классифицированы по назначению. Было выделено две основные категории: восстанавливающие (омолаживающие) составы (категория №1) и составы для защиты асфальтобетонных покрытий (категория №2).

В обеих рассмотренных группах пропиточные составы объединены по виду основы: различают восстанавливающие составы на основе нефтяного битума (подкатегория № 1.1), глины (подкатегория № 1.2) и промышленных нефтяных масел (подкатегория № 1.3). Материалы из второй группы пропиток (категория № 2), как правило, не влияют на структуру ас-

фальта, только создавая поверх него защитный слой, в том числе для декоративных целей. Проанализировав составы защитных пропиток, мы выявили, что большинство таких композиций составлено на основе полимерных материалов. Существуют также защитные составы на основе щелочей (StreetBond150), рафинированных смол (Star Aviator), на каменноугольной основе (Star Micropave Supreme), содержащие битум (Star Micropave Aviator, Star Micropave ProBlend).



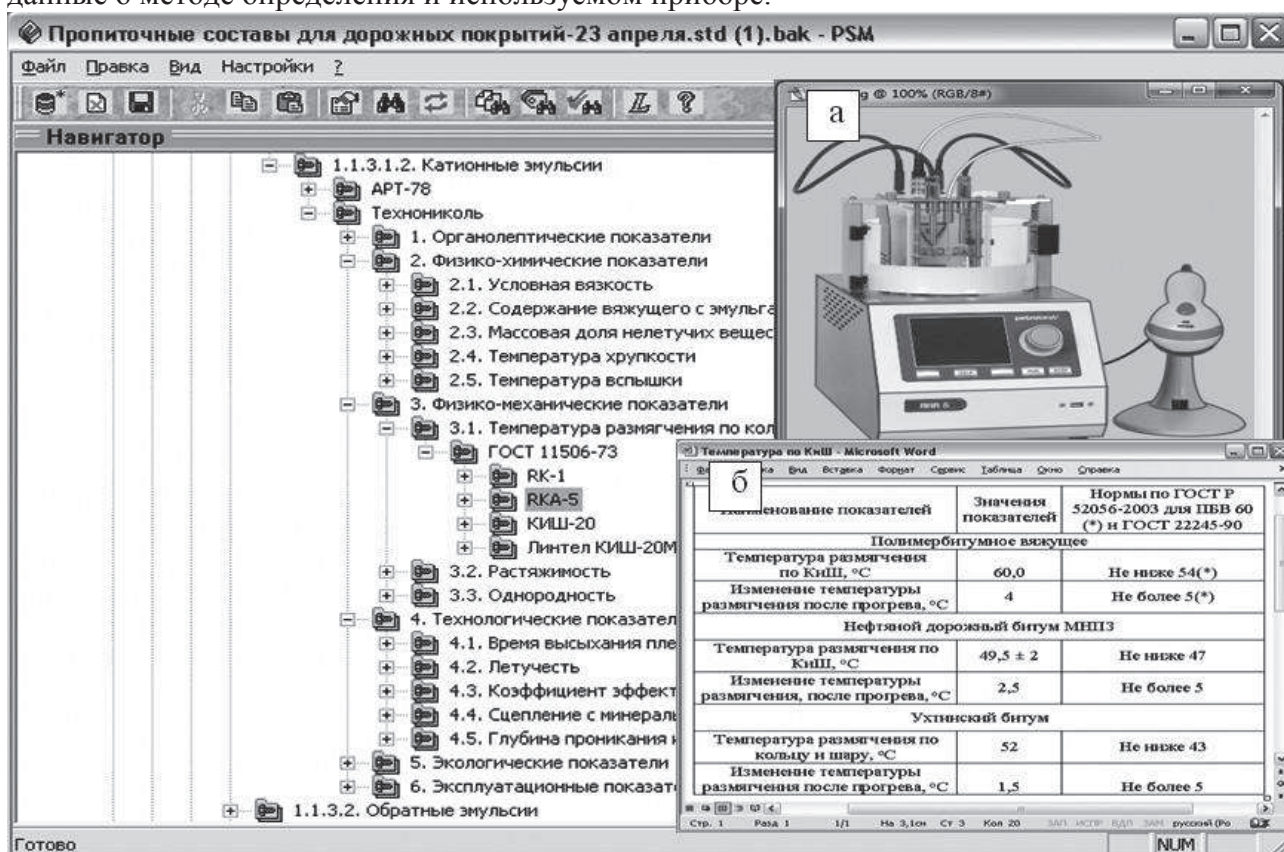
**Рисунок 1. Элемент CALS-проекта «Пропиточные составы». Восстанавливающие составы - Нефтяной битум – Эмульгирование битума – Прямые эмульсии - Катионные эмульсии – «АПТ-78» (а - сертификат соответствия «АПТ-78»)**

Технологически производство восстанавливающих пропиток на основе битума может быть организовано тремя различными способами: разогревом битума до необходимых (технологических) температур, разжижением битума легкими (как правило, органическими) растворителями или эмульгированием битума. Данные способы отражены в подкатегориях второго уровня подкатегории №1.1 «Пропиточные составы на основе битума». Наибольший интерес представляют дорожные пропитки, полученные эмульгированием битума: прямые и обратные эмульсии (подкатегории №№ 1.1.1.1 и 1.1.1.2 соответственно). По виду используемого эмульгатора битумные эмульсии подразделяют на анионные и катионные. Приведенный на рисунке 1а пропиточный состав АРТ-78 предназначен для сохранения, восстановления и модификации жизненно важных свойств асфальта. АРТ-78 повторно связывает и стабилизирует покрытие, уплотняя и восстанавливая связующие компоненты асфальтобетона, улучшая при этом внешний вид асфальта.

В КМК-систему занесен ассортимент защитных дорожных пропиток, не содержащих битумы. Например, дорожная пропитка LAS-320 является новой разработкой корпорации Enviroseal. Этот продукт рекомендован для обработки поверхности асфальта и не является составом на основе нефти. LAS-320 прошел всестороннее испытание под воздействием внешней среды, включая тесты по замораживанию и оттаиванию.

На основании проведенного анализа для каждой пропитки нами разработаны несколько групп показателей качества (рисунок 2): органолептические (подкатегория № 1), физико-химические (подкатегория № 2), физико-механические (подкатегория № 3), технологические (подкатегория № 4), экологические (подкатегория № 5) и эксплуатационные (подкатегория № 6). В каждой группе выделено несколько основных индикаторов качества, определяемых в

соответствии с ГОСТ или другими нормативными документами для каждой пропитки. Так, например, в подкатегории № 1 «Органолептические показатели» объединены такие индикаторы качества, как внешний вид, цвет и запах (подкатегории №№ 1.1, 1.2 и 1.3, соответственно). Проанализировав собранную документацию на различные пропитки, а также ГОСТ 18659-81 и ГОСТ Р 52128-2003 («Эмульсии битумные дорожные. Технические условия»), в подкатегорию № 2 «Физико-химические показатели» нами было выделено 5 позиций: условная вязкость, содержание вяжущего с эмульгатором, массовая доля нелетучих веществ, температура хрупкости и температура вспышки. Для каждого показателя в систему занесены данные о методе определения и используемом приборе.



**Рисунок 2. Элемент CALS-проекта «Пропиточные составы». Катионные эмульсии – Технониколь – Физико-химические показатели – Температура размягчения по кольцу и шару (а – аппарат RKA-5; б – температуры размягчения битумов)**

В подкатегории № 3 «Физико-механические показатели» представлены наиболее важные контролируемые индикаторы качества дорожных пропиток: температура размягчения по кольцу и шару, растяжимость, однородность, температура хрупкости и температура вспышки. В подкатегории № 4 «Технологические показатели» представлены основные индикаторы качества, характеризующие взаимодействие пропитки с дорожным покрытием: время высыхания пленки на поверхности, летучесть, коэффициент эффективности, сцепление с минеральными материалами и глубина проникания иглы.

Одним из важнейших физико-механических показателей является температура размягчения по кольцу и шару (подкатегория № 3.1). Методика определения описана в ГОСТ 11506-73 и ОДМ 218.7.004-2008. Используемый для испытания аппарат состоит из стакана (бани) термостойкого стекла; латунных ступенчатых колец; пластинок металлических (верхняя пластинка имеет три отверстия: два для помещения колец и третье – для термометра); штатива, поддерживающего пластинки; направляющей металлической накладкой для концентрического размещения шариков (допускается проводить определение без направляющей



накладки); шарики стальные по ГОСТ 3722-81 каждый и термометра ртутного типа ТН-3 и ТН-7 по ГОСТ 400-80. Требования к применяемым приборам занесены в соответствующие подкатегории КМК-системы.

Разработанная КМК-система позволила провести многокритериальный анализ современных составов дорожных пропиток применительно к использованию на асфальтобетонном покрытии автодорог РФ, так как по ряду причин асфальтобетонное покрытие стареет значительно раньше окончания межремонтного срока, а одним из недостатков традиционных методов защиты локальным применением известных битумных композиций является несбалансированность следующих свойств: недостаточная эластичность и невысокие прочностные показатели; недостаточная скорость проникновения в асфальтобетонное покрытие; недопустимо большое время затвердевания.

Проведенный анализ природно-климатических условий и дорожной обстановки показал, что ни одна из имеющихся марок пропиток полностью не отвечает требованиям, предъявляемым к качеству содержания объектов дорожного хозяйства. Показано, что на автодорогах РФ перспективна для применения восстанавливающая пропитка, обладающая герметизирующими, гидрофобизирующими и другими свойствами, не содержащая в составе воды, не имеющая в качестве примесей фрикционных частиц, имеющая высокую скорость высыхания на поверхности автодороги и адекватную дорожной обстановке технологию применения. В результате нами изобретен инновационный состав дорожной пропиточной композиции, включающий нефтяной битум, нефтеполимерную смолу и органический растворитель (в растворе с ним могут использоваться минеральное масло и поверхностно-активные вещества), и технология ее применения имеющимся парком дорожной специальной техники. На данное изобретение подана заявка «Способ обработки дорожных асфальтобетонных покрытий» (№ 2012153391 от 11.12.2012 г.). С помощью КМК-системы установлено, что этим требованиям максимально соответствует, восстанавливающий состав пропитки, включающий основу-нефтепродукт (битум или нефтяное масло), превращенную в эмульсию (разогревом с введением смолы). Экспериментальным путем был определен инновационный состав пропитки (битум, смола и растворитель), которая в настоящее время успешно проходит микро-натурные испытания. Было проведено патентование способа обработки автодорожного покрытия с использованием данного материала.

**Заключение.** Для компьютерного менеджмента качества дорожных пропиток разработан информационная система по двум целевым классам: восстанавливающие и защитные. Для каждого класса пропиток выделены основные подкатегории, по которым сгруппированы пропитки соответствующих химических составов, каждый из которых характеризуется совокупностью показателей качества. Проведена систематизация 32 показателей качества по предложенным нами 6 информационным кластерам. По каждому показателю в архитектуру системы имплементированы наиболее перспективные методы анализа и аналитическое оборудование. На основании проведенного многокритериального анализа эффективности дорожных пропиток разработан новый состав на основе модифицированного битума.

#### Литература

1. Котлярский Э.В., Воейко О.А. Долговечность дорожных асфальтобетонных покрытий и факторы, способствующие разрушению структуры асфальтобетона в процессе эксплуатации. – М.: Техполиграфцентр, 2007, 136 с.
2. Аррамбид Ж. Органические вяжущие смеси для дорожного строительства. – М.: Авто-трансиздат, 1961, 272 с.
3. Бессарабов А.М., Глушко А.Н., Степанова Т.И., Гордеева Е.Л. Компьютерный менеджмент качества противогололедных материалов для автомобильных дорог // Известия МГТУ «МАМИ». 2012. Т. 4, № 2 (14). С. 121-125.
4. Бессарабов А.М., Афанасьев А.Н. CALS-технологии при проектировании перспективных химических производств // Химическая технология. 2002. Т. 3, № 3. С. 26-30.