

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Ивкина Алексея Сергеевича

«Закономерности взаимодействия битума с минеральными материалами при температурах производства асфальтобетонных смесей»,

на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ

Актуальность темы исследования.

Увеличение срока службы дорожного покрытия, разработка энергосберегающих и ресурсосберегающих технологий производства используемых для этого материалов (асфальтобетонных смесей) является одной из важнейших экономических и научных задач, стоящих в дорожном хозяйстве Российской Федерации. Известно, что в России межремонтный период асфальтовых автомобильных дорог в разы меньше, чем в зарубежных странах со схожими климатическими условиями, поэтому в РФ значительная часть материальных, трудовых и энергетических ресурсов расходуется на ремонт и реконструкцию, а не на строительство новых дорог. Основными причинами преждевременного разрушения дорожных покрытий является малая водо- и морозостойкость асфальтобетона. В случае слабой адгезии битума к заполнителю вода, проникая в асфальтобетон, постепенно вытесняет битум с поверхности минерального материала, при этом воздействие динамических нагрузок от проезжающих автомобилей приводит к разрушению участков дорожного покрытия с пониженной прочностью. Другой причиной быстрого ухудшения качества асфальтобетона может быть каталитическое влияние заполнителя на процесс окислительного старения битума.

Установление закономерностей влияния элементного и минерального составов заполнителей на их адгезию с дорожным битумом, а также на скорость термоокислительного старения битума позволит научнообоснованно управлять составом и технологией производства асфальтобетонных смесей, обеспечивающих требуемую долговечность дорожных покрытий.

Научная новизна диссертационной работы.

С использованием разработанной автором оригинальной методики определено сцепление дорожного битума БНД-50/70 с 30-ю минеральными

материалами различной природы: гранитами, гнейсами, диоритами, габброидами, известняками и др. Найдено, что наилучшим сцеплением характеризуются мрамор, известняки, один из мергелей, наихудшим – различные граниты и гнейсы, что в целом согласуется с литературными данными.

Впервые установлено, что сцепление битума с минеральным материалом обеспечивается за счет отдельных участков, характеризующихся сильным адгезионным взаимодействием. Такими участками на поверхности горных пород являются зерна определенных минералов: кальцит (известняки, мрамор, мергели), биотит (граниты, гнейсы), роговая обманка (диориты) и пироксены (габброиды). В то же время проведенный автором анализ показал, что надежной корреляции между сцеплением и химическим составом породы не обнаруживается, можно говорить лишь о некоторых тенденциях: так, увеличением суммарного содержания оксидов кальция, магния, железа и алюминия в минеральных материалах их сцепление с битумом повышается, а с увеличением суммарного содержания оксидов кремния, калия, натрия и углерода - понижается. Следует отметить, что разделение на такие две группы оксидов элементов по влиянию на величину сцепления представляется не совсем правомерным, т.к., например, оксиды кальция и углерода входят в состав минерала кальцита, характеризующегося очень высоким сцеплением с битумом. Поэтому данные по адсорбции битума на карбонатных породах нужно рассматривать отдельно от аналогичных результатов, полученных для силикатных пород. Возможно, в последнем случае можно было бы обнаружить корреляцию между элементным составом и сцеплением с битумом не для пород, а для отдельных минералов.

Исследование термоскислительных превращений битума БНД-50/70 и его смесей с гранитом и рядом породообразующих минералов методом термогравиметрии с дифференциальной сканирующей калориметрией показало, что на кривых ДСК для всех исследованных минералов наблюдается два экзотермических максимума. Установлено, что доля низкотемпературных (в области 290-310°C) реакций в общем процессе в зависимости от вида минерального материала возрастает от 1,7 (для битума) до 89,0% (для смеси битума с ортоклазом). В соответствии с этим в присутствии минеральных добавок существенно снижается максимальная температура полного термического разложения битума: от 476°C для битума до 366°C для смеси битума с роговой обманкой. Показательно, что для смеси битума с гранитом на кривой ДСК наблюдается три максимума при температурах, примерно совпадающими с температурами экзотермических максимумов минералов, составляющих гранит: кварц, кислый плагиоклаз и

биотит. Вероятно, термоокислительные превращения битума протекают на разных зернах минерального заполнителя независимо друг от друга.

На примере наиболее распространенного в России минерального заполнителя – гранита – исследовано влияние адгезионных добавок различного строения и функциональности, в том числе ряда коммерческих продуктов, на адгезию битума в зависимости от способа их введения. Показано, что поверхностная обработка минерального материала водными растворами адгезивов как кислой (олеиновая кислота), так и основной ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, ПЭПА) природы улучшает его сцепление с битумом. Установлено, что промышленные адгезионные добавки в зависимости от своей природы показывают разную эффективность при введении в массу битума и при поверхностной обработке минеральных материалов. Для большинства добавок эффективней оказался первый способ. При поверхностной обработке наилучший эффект среди исследованных продуктов дают щелочные добавки на основе имидазолинов – импортная CescabaseRT 945 и отечественная АМДОР.

Практическая значимость диссертационной работы.

Рецензируемая работа имеет ярко выраженную прикладную направленность. К наиболее практически важным достижениям работы А.С. Ивкина следует отнести разработку количественной методики оценки сцепления битума с минеральными материалами, в которой используется компьютерная программа-видеоденситометр, исключая влияние субъективных факторов. Для этого исследовано влияние таких параметров, как степень шероховатости поверхности материала, соотношение площади минерального зерна и площади пластины, толщина слоя битума, температура термостатирования пластины и др. на величину сцепления, что позволило автору стандартизовать условия проведения измерений. Данная методика защищена патентом РФ и может быть рекомендована к широкому использованию, как в научных исследованиях, так и в промышленности.

С помощью разработанной методики автором были исследованы 14 образцов минеральных материалов, предоставленных ГК ОАО «АБЗ-1» и выявлены материалы, обладающие наилучшим сцеплением с битумом БНД-60/90. Такими материалами являются: диорит с карьера «Щелейки» (сцепление 70 %), габбро с Западно-Каккаровского месторождения (сцепление 75 %) и габбро-диабаз с карьера «Чевжавара» (сцепление 85 %). Результаты проведенной работы зафиксированы актом внедрения.

С использованием разработанной методики А.С. Ивкиным была оценена эффективность различных промышленных адгезионных добавок при различных способах их введения в асфальтобетон и выявлены образцы,

обеспечивающие наивысшее сцепление гранитного заполнителя с битумом, в том числе и отечественная присадка АМДОР.

Важное место в работе А.С. Ивкина занимает исследование термической стабильности адгезионных добавок. Методом ДСК установлено, что температура начала разложения наиболее термически стабильных добавок не превышает 200°C, в связи с чем рекомендуется процесс производства асфальтобетонных смесей вести при температуре не выше 180°C.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Диссертантом в ходе работы использованы современные прецизионные физико-химические методы исследований: синхронный термический анализ, инфракрасная спектрометрия, рентгенофлуоресцентный анализ, оптическая микроскопия, петрографический анализ, а также разработанная методика оценки сцепления битума с минеральными материалами, воспроизводимость которой подтверждена актом внедрения на ГК ОАО «АБЗ-1».

В связи с вышеизложенным обоснованность и достоверность основных положений диссертации А.С. Ивкина сомнений не вызывает.

Замечания по существу работы.

1. Имеется несколько вопросов по разработанной методике определения сцепления. В диссертации указано, что сушка и охлаждение подготовленных минеральных пластин происходит на воздухе. При этом неизвестно, влияет ли влажность окружающего воздуха на результат измерения и если влияет, то как? Правильнее было бы, по моему мнению, охлаждать высушенные пластины в эксикаторе над осушителем. В работе также нет данных по влиянию продолжительности термостатирования пластин с нанесенным слоем битума на величину сцепления, не указана систематическая погрешность измерения условной оптической плотности пластин. Следует отметить, что в работе отсутствуют показатели статистической обработки результатов измерений (среднеквадратичное отклонение, доверительный интервал и т.д.), что необходимо для широкого внедрения предлагаемой методики.

2. Один из исследованных образцов минеральных материалов, а именно образец №30, характеризуется аномально большим сцеплением с битумом, не соответствующим его элементному составу, что вызывает большой теоретический и практический интерес. К сожалению, автор не раскрывает природу указанного материала.

3. При исследовании влияния порообразующих минералов на термоокислительные превращения битума (раздел 4.3) было бы полезно сопоставить кривые ДСК (тепловой поток) с кривыми ДТГ

(дифференциальные кривые потери массы), что позволило бы более четко установить температурные границы различных процессов. Чтобы перенести результаты ТГ-ДСК исследования на условия эксплуатации дорожного покрытия желательнее на их основе рассчитать кинетические параметры процесса.

4. Указанный в табл. 21 расход адгезива очевидно завышен на два порядка.

5. Не ясно, почему сцепление битума с гранитом, обработанным водным раствором добавки АМДОР (табл.22-24, рис. 21-23), меньше, чем с необработанным гранитом (табл. 21).

6. Не понятно, каким образом второй экзотермический максимум на кривой ДСК для ПЭПА «свидетельствует о самовозгорании летучих компонентов» (стр.85).

7. То, что изображено на рис.34, не может называться технологической схемой асфальтобетонного завода

Отмеченные недостатки не снижают качество исследования и не влияют на главные теоретические и практические результаты рецензируемой работы. Диссертация оформлена аккуратно с использованием текстовых и графических редакторов, написана в целом грамотным научным языком и почти не содержит опечаток и грамматических ошибок, хотя в некоторых случаях встречается дублирование результатов в таблицах и на рисунках (табл.11,12,13 и рис.8,9,10; табл.22-24 и рис.21-23).

Заключение

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, содержащую достаточно обоснованные результаты исследований и испытаний, позволяющие рассматривать их как научную основу для решения актуальной технико-технологической задачи - разработки эффективной технологии производства и оптимального состава качественных асфальтобетонных смесей, обеспечивающих требуемую долговечность дорожных покрытий. Диссертационная работа содержит необходимый объем новых результатов, имеющих научную новизну и практическую ценность, ее основное содержание полностью отражено в автореферате и опубликованных статьях.

Считаю, что диссертационная работа А.С. Ивкина полностью соответствует требованиям п.2 «Положения о присуждении ученых степеней федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет», утвержденного приказом ректора Горного университета от 26.06.2019 № 839адм, а ее автор – **Ивкин Алексей Сергеевич** заслуживает

присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.07 – Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

**Официальный оппонент,
доктор химических наук,
старший научный сотрудник,
ведущий научный сотрудник кафедры
технологии нефтехимических и
углехимических производств
федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Санкт-Петербургский
государственный
технологический институт
(технический университет)»**

Ицкович Вильям Абрамович

10.10.18

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
технологический институт (технический университет)»

Адрес: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский пр., д. 26

Телефон: +7(812)494-93-85

E-mail: petrochemical_dept@technolog.edu.ru

Подпись *Ицковича Вильяма Абрамовича*
Ицковича _____
Начальник отдела кадров *Ильин*