

# МОДИФИКАЦИЯ БИТУМА

В журнале «Дорожная Держава» № 21 была опубликована статья «Битум – продукт капризный». Такое название выбрано не случайно, ведь битум доставляет специалистам немало хлопот и на стадии производства, и при транспортировке, хранении, непосредственном использовании. Но без битума в дорожном хозяйстве – как без рук... Приходится либо мириться с его норовом, принимая и применяя все необходимые меры, либо искать пути-выходы совершенствования многих процессов, связанных с ним.



**Татьяна Сергеевна  
ХУДЯКОВА**



**Роман Михайлович  
СМИРНОВ**



**Леонид Владимирович  
КОЛЕРОВ**

С № 25 в рубрику «Материалы, технологии» включен подраздел «Битум», где при помощи ведущих специалистов-экспертов мы настойчиво будем уделять прихотливому продукту особое внимание – с целью добиться наиболее оптимальных результатов в данной области. Тема текущего номера – модификация битума как направление улучшения эксплуатационных свойств битумов в дорожном строительстве.

Тема актуальная и неоднозначная.

## Эксперты:

**Татьяна Сергеевна Худякова,**

зам. генерального директора ООО «ИЦ «Дорсервис»

**Роман Михайлович Смирнов,**

инженер-технолог ЗАО «Растро»

**Леонид Владимирович Колеров,**

директор по развитию ООО «Колтек Интернэшнл»

**Виктор Анатольевич Жигалло,**

технический директор ООО «Эмульсионно-битумные технологии»

**Леонид Моисеевич Гохман,** заведующий лабораторией органических вяжущих материалов ОАО «СоюздорНИИ», канд. техн. наук

**Сергей Иванович Дубина,**

член Российского и международного общества механики грунтов, геотехники и фундаментостроения, канд. техн. наук, доцент, почетный дорожник России

**Томас Фальво,** специалист по битумам, совладелец и директор компании «Стар Асфальт» (Италия). («Стар Асфальт» является членом Европейской ассоциации асфальтовых покрытий (ЕАРА), членом административного совета Итальянской ассоциации битумов и дорожных покрытий (SITEB).

*– Насколько целесообразно применение модифицированного битума с технической и экономической точек зрения?*

## Л.В. КОЛЕРОВ:

– Срок службы дорожного покрытия зависит от интенсивности транспортного движения, нагрузок на ось и климатических условий на эксплуатируемых участках. Непременным требованием повышения эффективности дорожного строительства является качество дорожно-строительных материалов, из которых самый важный и дорогой – битум. Поэтому практика модифицировать битум для улучшения свойств асфальтобетона является наиболее перспективным направлением в дорожном строительстве.

## Л.М. ГОХМАН:

– Нецелесообразно применение любых модернизированных битумов – ни с какой точки зрения, ибо модификация может привести к ухудшению качества битума.

## Т.С. ХУДЯКОВА:

– Экономическая целесообразность применения модифицированного битума определяется правильностью принятого технического решения о его использовании. Например, обеспечение адгезионной прочности асфальтобетонных покрытий путем использования в составе асфальтобетонной смеси минеральных материалов основной породы или введения в битум адгезионных добавок, повышающих его адгезионную

способность к кислым каменным материалам, позволяет уйти от такого вида преждевременного разрушения дорожных покрытий, как эрозия. Это приводит к увеличению срока службы асфальтобетонных покрытий и, соответственно, к снижению затрат на их ремонт.

Незнание и несоблюдение законов формирования композиционных материалов, каковыми являются битумы, модифицированные различными по химической природе полимерами, отсутствие четких представлений о том, чего следует ожидать от дорожного покрытия, устроенного с использованием того или иного модификатора в конкретном климатическом регионе и на конкретном в плане особенностей транспортных нагрузок объекте, приводит к негативным результатам и, как следствие, – к неоправданным расходам бюджетных средств.

#### **С.И. ДУБИНА:**

– Целесообразность применения модифицированного битума с технической и экономической точек зрения, прежде всего, вызвана значительными улучшениями качества и долговечности асфальтобетонного покрытия, особенно в верхних слоях дорожного покрытия автомобильных дорог. Для этих целей ПБВ должно иметь большой интервал пластичности с повышенными показателями температуры размягчения (для повышения сдвигоустойчивости при высоких положительных температурах) и пониженными показателями температуры хрупкости (для повышения трещиностойкости при низких температурах). Применение ПБВ также способствует повышению коррозионной стойкости асфальтобетона.

Анализ наиболее показательной из стандартных характеристик – коэффициента температурной чувствительности  $R^0/R_{50}$  – показывает, что полимерасфальтобетон значительно меньше изменяет свои свойства при изменении одного из основных агрессивных факторов – температуры. Полученные данные подтверждаются на практике и более высоким сроком службы полимерасфальтобетона. Так, например, за 7 лет на участках автомобильных магистралей Москва – Минск и Москва – Харьков, где был уложен полимерасфальтобетон, потребности в ямочном ремонте не возникало.

В то время как на участках, где ПБВ не применялось, ежегодно осуществлялся ямочный ремонт.

#### **В.А. ЖИГАДЛО:**

– Модифицировать битум означает придать ему свойства отличные от тех, которыми он обладает согласно ГОСТу или ТУ.

Ни для кого не секрет, что происходит с нашими дорогами в условиях роста транспортных нагрузок, недостаточного финансирования дорожной отрасли, экономии на хороших строительных материалах. Битум – это, прежде всего, основной строительный материал для дороги. Его качество непосредственно отражается на качестве готового продукта – дороги. Технология производства дорожного битума не менялась более полувека. Да и можно ли что-то изменить, когда сырьем для него является наше природное богатство – нефть. Из нее страна получает главный доход в виде бензинов и других топливных продуктов, а битум – это та составляющая часть, которая остается после ее переработки. Состав российской нефти отличается от состава нефти венесуэльской или арабской. Этот состав, а точнее, то, что остается в этом составе после переработки, и определяет качество битума. Нефтеперерабатывающие предприятия мало что могут изменить в технологии для изменения этого состава. В результате мы получаем строительный материал, свойства которого не меняются. Дорожники давно вынуждены самостоятельно искать пути улучшения свойств битума. Эта задача решается во всем мире путем внедрения в состав битума веществ, которые могли бы изменить его свойства. Современные нагрузки, рост скоростей, требования к повышению эксплуатационных свойств дороги – все это ведет к поиску решения данных проблем. В битум вводятся поверхностно-активные вещества, полимеры, воски, резины – все это можно назвать модификацией битума.

Применение ПАВ в составе битума во многих странах прописано как обязательная мера для изменения свойств, так как основным разрушителем дороги является вода, а битум без добавления ПАВ в составе асфальта не может успешно противостоять ее разрушительному воздействию. Применение ПАВ в виде адгезионных присадок позволяет



**Виктор Анатольевич  
ЖИГАДЛО**



**Леонид Моисеевич  
ГОХМАН**



**Сергей Иванович  
ДУБИНА**



**Томас  
ФАЛЬВО**

дорожникам справиться с этим недугом битума и асфальта. Это – химическая модификация свойств.

Применение полимеров, резиновой крошки позволяет менять физические свойства битума. Этот тип модификации имеет множество положительных и отрицательных моментов. Среди положительных следует отметить изменение физических свойств, а вот отрицательный момент – это значительное удорожание битума (как правило, в полтора-два раза). Стоимость битума в составе асфальта является определяющей величиной, соответственно, себестоимость строительства дороги растет. В условиях недостаточного финансирования этот способ модификации может быть экономически невыгоден. К тому же доказано, что полимерная модификация ухудшает и без того плохую адгезию и сопротивление воде у битума. Возвращаясь к химической модификации с помощью адгезионных присадок ПАВ, нужно сказать, что любая модификация должна начинаться именно с применения ПАВ в составе битума, а вот дальнейшие манипуляции с битумом необходимо экономически обосновывать теми или иными задачами, которые выполняет асфальт на дороге. Нужно понимать, что дорога на трассе федерального значения и дорога в городе или сельская дорога одинаково «страдают» от воздействия воды, но в разной степени – от транспортных нагрузок.

#### **Р.М. СМЕРНОВ:**

– Модифицированные битумы применяются в дорожном строительстве в подавляющем большинстве развитых стран мира, что оправдано как с технической, так и с экономической точек зрения.

Модифицированный битум отчасти приобретает свойства полимера, введенного в его состав, – повышенную теплостойкость, морозоустойчивость, износостойкость, упругость. Соответственно, асфальтодорожное полотно, в состав которого входит модифицированный битум, будет более устойчиво к колееобразованию, в том числе и в жаркую погоду, когда оно разогревается до 90 °С. При отрицательных температурах повысится устойчивость полотна к растрескиванию, что особенно важно в осенний и весенний эксплуатационные периоды. Это время характеризуется значительным увеличением количества переходов через ноль, когда то замерзающая, то оттаивающая вода, попавшая в микротрещины покрытия, просто разрыхляет асфальтобетон изнутри.

Что мы видим в Санкт-Петербурге и Ленинградской области в настоящее время? Первые выбоины появляются уже через два-три года после строительства дороги. Ямочный ремонт необходимо проводить ежегодно, причем как по вновь образовавшимся ямам, так и по тем выбоинам, которые ремонтировались в прошлом году.

Таким образом, применение модифицированных битумов, так называемых полимербитумных вяжущих (ПБВ), позволит существенно снизить колееобразование, изнашиваемость и растрескивание дорожного покрытия, возникающие вследствие негативного воздействия погодных условий и значительных механических нагрузок, позволит продлить срок до первого ремонта дороги в три-пять раз и полный срок службы – в два-три раза.

#### **Т. ФАЛЬВО:**

– Модифицированные битумы имеют широкое распространение во всем мире и признаны в качестве наилучшего на сегодняшний день технологического решения. Не секрет, что существует несколько типов асфальтового покрытия, однако некоторые из них, такие как пористый асфальт (дренажный), невозможно произвести без применения модифицированного битума. Повышенный срок службы асфальта, достигаемый посредством модификации битума, способен настолько снизить затраты на содержание дорог, что с экономической точки зрения даже незначительно возросшие производственные затраты представляются несущественными по сравнению с высоким качеством получаемой асфальтной смеси.

**– Правильно ли рассматривать модификацию дорожных битумов как средство улучшить их качество?**

#### **Т.С. ХУДЯКОВА:**

– Конечно, нет. Модификацию дорожных битумов проводят с целью придать им некоторые специфические свойства, которых нельзя достичь ни подбором нефтяного сырья для изготовления битума, ни изменением технологии производства. Например, обеспечить высокую адгезионную прочность асфальтобетонных смесей, изготавливаемых с использованием минеральных материалов кислой породы, поскольку адгезионная способность нефтяных дорожных битумов к ним низкая. Или придать повышенную эластичность, в принципе не свойственную нефтяным битумам, но так необходимую для нефтяного вяжущего, работающего в составе дорожного покрытия на мостах, путепроводах и пр. Следует отметить, что модификация дорожных битумов



полимерами может дать ожидаемый положительный результат только в том случае, когда нормативные требования к дорожному битуму оптимизированы, а качество его в промышленных партиях поставок стабильно.

**– Появились ли в России битумы нового поколения, принципиально отличающиеся по свойствам от битума нефтяного дорожного вязкого марки БНД и обеспечивающие более высокую эксплуатационную надежность дорожных покрытий в разных регионах нашей страны?**

**Т.С. ХУДЯКОВА:**

– Откуда же им появиться? Мы на протяжении более 40 лет живем под крышей ГОСТ 22245. Основная претензия к качеству дорожного битума, которая изредка озвучивается руководством дорожной отрасли, – несоответствие битума этим требованиям по значению какого-либо из показателей.

Нас ничему не учит зарубежный опыт постоянной системной совместной работы специалистов дорожной и нефтеперерабатывающей отраслей над нормативными требованиями к дорожному битуму. Целью такой деятельности является своевременная корректировка требований к дорожному битуму для обеспечения эксплуатационной надежности дорожных покрытий во все усложняющихся условиях их эксплуатации.

Наряду с этим нельзя не отметить появление за последние годы новых марок дорожных битумов российского производства (БНД-У, Евро БВ, БНДУ и др.), требования к которым сформулированы в Технических условиях или СТО предприятия-изготовителя. Однако следует понимать, что в отсутствие каких-либо претензий и новых требований к качеству дорожных битумов российского производства, официально заявленных руководством дорожной отрасли нашей страны, в основе идеи, вдохновляющей российских изготовителей битума на выпуск новой продукции, может лежать только стремление к продвижению ее на экспорт, а главный ориентир в достижении этой цели – формальное приближение нормативных требований к ней к единому Европейскому стандарту. Другой вопрос, какова эксплуатационная

надежность этих так называемых новых битумов в составе дорожных покрытий на российских дорогах, и на какую марку битума ориентироваться подрядным организациям...

**– Какие нормативные требования к модифицированным битумам существуют в России? Способны ли российские продукты конкурировать с зарубежными?**

**В.А. ЖИГАДЛО:**

– Прежде всего, надо сказать, что в российском ГОСТе для асфальтобетонных смесей применение ПАВ не является обязательным, в отличие от норм, принятых во многих странах, где применение адгезионных присадок обязательно.

Существует ГОСТ на полимермодифицированные битумы, соответственно, в нем есть показатели, достигнуть которых возможно с помощью как отечественных, так и зарубежных модификаторов. С точки зрения экономики все легко просчитывается – есть цена на модифицирующие добавки, есть нормы расхода и есть энерго- и трудозатраты на изготовление единицы готового модифицированного битума. Не надо забывать и то, что существует оборудование, затраты на которое могут тоже варьироваться в широком диапазоне. Все эти затраты увеличат себестоимость дороги. Соответственно, нужно обоснование этих затрат – во сколько раз улучшатся эксплуатационные показатели дороги, сделанной на основе модифицированного битума, по сравнению с дорогой, сделанной традиционными способами и материалами. Необходимо эту задачу поставить перед нашими институтами и проектными организациями. Это их задача, а сегодня каждое дорожное предприятие брошено на произвол судьбы и вынуждено самостоятельно вести исследовательскую работу, тратя на это и силы и финансы. В условиях рынка это конкуренция, но нет никаких гарантий, что организации, занимающие более сильную позицию на рынке, выпускают более качественную продукцию. Коррупция и взяточничество – главный враг качества наших дорог.

**Т.С. ХУДЯКОВА:**

– В нашей стране действует один-единственный нормативный документ на модифицированный битум – ГОСТ Р

52 056-2003 «Вяжущие полимерно-битумные дорожные на основе блоксополимеров типа стирол-бутадиен-стирол. Технические условия». Еще на стадии обсуждения проекта этого документа высказывались предложения по его корректировке, в частности, о необходимости ужесточения требований к методу оценки показателя «эластичность» и повышения регламентируемых значений показателя «температура размягчения», но...

Правильность высказанных тогда замечаний теперь уже подтверждена результатами эксплуатации асфальтобетонных покрытий, устроенных за последние годы, но в неизменном виде этот стандарт действует до сих пор. Уместно заметить, что дорожные покрытия из полимерасфальтобетонных смесей, изготавливаемых с использованием ПБВ, устраиваются на дорогах нашей страны, в том числе федеральных, в отсутствие стандартных требований к ним...

Решить все проблемы использованием только одного вида модификатора не удалось ни одной стране мира. Да и сама такая постановка вопроса некорректна. В настоящее время на дорожном рынке России появилось довольно большое количество различных полимерных модификаторов (как правило, зарубежного производства) различного назначения. Однако специфика качества отечественных дорожных битумов, инертных материалов, технологических возможностей подрядных организаций и др. требует проведения комплекса расширенных дополнительных исследований по оценке эффективности этих модификаторов в составе дорожных покрытий, работающих в специфических климатических условиях разных регионов нашей страны. Результатом этих исследований должны являться разработанные нормативные документы на битум, модифицированный конкретной добавкой, а также технологические регламенты на его применение. Только после этого данный модификатор может быть включен в перечень добавок, потенциально возможных к применению. Такая работа должна выполняться региональными специализированными научно-производственными центрами,

которые необходимо создать по аналогии с европейскими.

#### Л.В. КОЛЕРОВ:

– В настоящее время в России существуют устаревшие нормативные требования к дорожному битуму (ГОСТ 22245-90), а также отраслевой стандарт для полимермодифицированных вяжущих (ОСТ 218.010-98). Чрезвычайно актуально разработать новые нормативные требования, регламентирующие свойства битумов в соответствии с динамическими нагрузками и климатическими условиями при эксплуатации в составе асфальтобетона.

В заданный комплекс требований должны входить такие показатели как:

- вязкость при температурах приготовления и уплотнения асфальтобетонной смеси;
- адгезионные свойства с каменным материалом;
- эксплуатационные характеристики при высоких температурах (с учетом старения битума при приготовлении смеси и эксплуатации в дорожном покрытии). Сопротивление битума пластическим деформациям, а также способность битума при циклических нагрузках к деформации и релаксации;
- способность битума к снятию усталостного напряжения (сопротивление усталостному растрескиванию) при типичных температурах и нагрузках;
- эксплуатационные характеристики при низких температурах (с учетом старения), такие как хрупкость и растяжимость (сопротивление термическому растрескиванию).

Ориентация на вышеперечисленные показатели даст возможность подбирать битумы с определенными характеристиками, соответствующими климатическим условиям и транспортным нагрузкам. (Зарубежная практика показывает, что нефтяные битумы не способны справляться с температурными нагрузками в определенных условиях.) Внедрение данных требований увеличит количество применяемых модифицированных битумов. Также станет возможным рассчитать наиболее эффективные способы модифицировать дорожные битумы с технической и экономической точек зрения для каждой дорожно-климатической зоны России.

#### С.И. ДУБИНА:

– Для ликвидации накопившегося недополучения автомобильных дорог России (около 80% и более), а также для значительного увеличения сроков службы верхних слоев асфальтобетонных покрытий необходимо заменить используемые битумы по ГОСТ 22245-90 на специальные вяжущие нового поколения. Здесь следует заметить, что к новому поколению органических вяжущих материалов можно отнести комплексные многокомпонентные органические вяжущие КОВ.

Частным случаем КОВ являются полимербитумные вяжущие (ПБВ) и, в частности, ПБВ на основе СБС, к которым относится дивинил-стирольный термоэластопласт, изготовленный воронежским «Синтезкаучуком» (ДСТ-30Р(Л)-01). Такое ПБВ на основе СБС, в отличие от битума, наряду с коагуляционным каркасом из асфальтовых комплексов содержит дополнительную эластичную структурную сетку из макромолекул блоксополимера типа СБС, которая и определяет отличие его свойств от свойств выпускаемых нашими НПЗ битумов.

В настоящее время в России есть все возможные условия и требования по модифицированию битумов нового поколения. Это, прежде всего, ГОСТ 52056. Имеются прекрасные лаборатории органических вяжущих материалов в «СОЮЗДОРНИИ», ООО «ИЦ «Дорсервис», Павловском инженерном дорожном центре, где подготовлена необходимая научно-техническая документация для внедрения комплексных многокомпонентных органических вяжущих, в том числе ПБВ на основе СБС. Эти лаборатории могут оказать помощь в обосновании требований и подборе состава указанных материалов применительно к любым природно-климатическим условиям Российской Федерации и воздействующим факторам нагрузки на покрытие дорожной одежды. Для этих целей при расчете дорожных одежд и верхнего слоя необходимо учитывать температуру хрупкости вяжущего по Фрассу не выше температуры наиболее холодных суток района эксплуатации по климатологическому СНиП 23-01-99.

Комплекс показателей свойств должен быть не ниже регламентированных в

ОСТ 218.010-98, а также уже упоминавшегося ГОСТ Р 52056-2003.

Российские продукты, подготовленные таким образом для дорожного хозяйства, способны не только конкурировать с зарубежными, но и превосходить их.

#### Р.М. СМИРНОВ:

– Требования, предъявляемые к ПБВ в России, изложены в ОСТ 218.010.98 и ГОСТ Р 52056-2003.

Основными компонентами ПБВ являются битум и полимер, поэтому качество конечного продукта зависит от качества исходных компонентов и качества их совмещения.

Определяющую роль играет качество полимера (как правило, СБС) и способность его хорошо совмещаться с битумом. Качество СБС, производимого на территории Российской Федерации, практически не уступает европейским аналогам. Кроме того, на нашем рынке сейчас представлено множество зарубежных производителей СБС от Европы до Азии, на любой вкус и цвет.

На территории РФ в настоящее время существует также несколько НПЗ, выпускающих высококачественные битумы. Таким образом, сам собой напрашивается вывод о том, что российские материалы при условии качественной обработки сырьевых компонентов вполне могут конкурировать с зарубежными аналогами, а по критерию «цена-качество» и превосходить их.

#### Т. ФАЛЬВО:

– Несомненно, битумы российского производства могут конкурировать с их зарубежными аналогами. Более того, они еще обладают рядом определенных преимуществ в части их химической активности, так называемого сродства с некоторыми модификаторами, особенно с модификаторами на основе РРА (полифосфорной кислоты). В качестве примера можно привести жидкий модификатор «Старфос 04» производства компании «Стар Асфальт» ([www.starasphalt.ru](http://www.starasphalt.ru)). Добавление этого модификатора даже при дозировке 1% от веса битума способно расширить интервал пластичности некоторых битумов от российских нефтеперерабатывающих заводов на ~25 °С, в то время как интервал пластичности битума, произведенного в Саудовской Аравии, увеличился менее чем на 10 °С.

#### **А.М. ГОХМАН:**

– Так как фундаментальной основой для проектирования являются государственные стандарты, то в России к органическим вяжущим нового поколения относятся полимербитумные вяжущие (ПБВ) на основе блоксополимеров типа СБС, нормативные требования к которым регламентированы в ГОСТ Р 52056-2003.

Российские ПБВ по ГОСТ Р 52056-2003 существенно превосходят зарубежные аналоги по эластичности, деформативности при низких температурах и трещиностойкости при отрицательных температурах.

#### **– Каковы наиболее эффективные способы модификации дорожных битумов?**

#### **Р.М. СМЕРНОВ:**

– Наиболее эффективным способом модификации битумов для асфальтирования дорог является введение в состав битумов СБС термоэластопласта. Этот полимер образует в битуме пространственную сетку, что позволяет даже при небольших концентрациях придать композиции свойства полимера.

#### **С.И. ДУБИНА:**

– Наиболее эффективными способами модификации дорожных битумов могут быть только те, которые обеспечивают требуемые условия массообмена, набухания и так называемой «перетирки» – измельчения. Без обеспечения этих условий нельзя говорить об однородности и качественном приготовлении ПБВ.

В настоящее время производство ПБВ в масштабе всей страны пока, к сожалению, организовано и ведется неудовлетворительно. Энтузиастов, выпускающих ПБВ, буквально можно пересчитать «по пальцам». Это тульское ОАО «Техпрогресс», нижегородское ООО «Битумное производство», Пожинский район Московской области, Каменец-Шахтинский испытательный битумный комплекс, Санкт-Петербургский АБЗ-1, Ямало-Ненецкий автономный округ и Смоленск. Намечаются производства ПБВ в Омске, Ангарске и Хабаровском крае. Несколько маломощных установок имеются в распоряжении крупных дорожно-строительных организаций. Многие заказчики идут по пути на-

именьшего сопротивления: просто не кладывают применение ПБВ в проекты. Производство ПБВ – достаточно сложный процесс, требующий значительных средств, оборудования, специалистов. Непросто организовать и хранение ПБВ. Неиспользуемый продукт через несколько суток расслаивается – и применять его без достаточно сплоченной реализации просто невозможно. Чисто экономически, на первый взгляд, заниматься производством ПБВ невыгодно, поскольку это вяжущее дороже привычных БНД и БНДУ. Но это если рассчитывать только на год-два. При стремлении заглянуть на 5-7 лет вперед, выгода от применения ПБВ становится очевидной. Для решения всех этих проблем в Италии создан специальный химический центр, который не только теоретически решает все задачи подбора вяжущих применительно к тем или иным условиям, но и выпускает их.

В Нижегородской области за последние 4 года выпущено более 8000 тонн ПБВ марок ПБВ 60, ПБВ 90, ПБВ 130, отремонтировано свыше 350 км дорог. Расчеты показывают, что стоимость ремонта и строительства покрытий с использованием ПБВ (с учетом увеличения эксплуатационных показателей дорог, увеличения прочности, трещиностойкости, разных качеств покрытия, повышения безопасности движения) в два-три раза ниже, чем при применении обычных битумов.

#### **Т. ФАЛЬВО:**

– Очевидно, что не существует единственного наиболее эффективного

способа модификации битума. Выбор оптимального способа должен осуществляться с учетом нескольких ключевых моментов, таких как требуемые конечные характеристики асфальта, используемый тип битума (совокупность физико-химических свойств), климатические условия и имеющееся у дорожной организации оборудование. Только принимая во внимание все эти факторы, может быть принято оптимальное техническое и экономическое решение.

#### **В.А. ЖИГАДЛО:**

– Прежде всего, нужно начать с обязательного применения адгезионных присадок во всех слоях асфальтобетона. Это наиболее эффективная и малозатратная модификация. Дальнейшая, более глубокая модификация возможна при проведении ряда исследований с помощью динамических и статических испытаний.

#### **А.М. ГОХМАН:**

– Наиболее эффективным способом получения органических вяжущих материалов с требуемым в зависимости от условий эксплуатации (климатические условия и условия движения в разных регионах России) комплексом показателей свойств является варьирование соотношением содержания блоксополимера типа СБС, пластификатора (индустриального масла) и поверхностно-активных веществ двойного действия («Техпрогресс-1») в дорожном битуме.

