

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И СНИЖЕНИЕ СТОИМОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИМЕРБИТУМНЫХ ВЯЖУЩИХ И ПОЛИМЕРАСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

Б.Н. РОДИОНОВ, доктор техн. наук, профессор

Рассматривается предложение по повышению эффективности производства полимербитумных вяжущих и полимерасфальтобетонных смесей путем использования высокоэффективной отечественной технологии. Предлагаемая технология базируется на применении кавитационных установок российского производства, стоимость которых в разы меньше стоимости используемого зарубежного оборудования. Опытная эксплуатация предлагаемого российского оборудования на асфальтобетонных заводах свидетельствует об их большей надежности, высоком качестве и меньшей стоимости производимых на нем полимербитумных вяжущих и полимерасфальтобетонных смесей.



Родионов Борис Николаевич, автор и соавтор 58 изобретений, более 300 публикаций, 8 монографий, лауреат премий им. В.Г. Шухова, А.И. Берга и др., действ. член Академии инженерных наук им. А.М. Прохорова, Международной академии системных исследований и др.

Широкое применение полимербитумных вяжущих (ПБВ) за рубежом и в России обусловлено тем, что ПБВ отличаются высокой эластичностью и температурной стойкостью, а асфальтобетонные покрытия на основе ПБВ характеризуются повышенной устойчивостью к образованию колеи, действию высоких транспортных нагрузок, а также трещиностойкостью в более широком температурном диапазоне. Учитывая высокое качество полимерасфальтобетонных покрытий, Росавтодор в 1995 г. выпустил предписание использовать ПБВ в строительстве федеральных дорожных объектов. Однако необходимость использования высококачественного сырья, тщательного соблюдения технологии и высокая стоимость оборудования ограничивали производство и применение ПБВ и асфальтобетонных смесей (АБС) на их основе. В итоге до последнего времени на российском рынке было небольшое количество подобных производств, в основном у дорожных компаний.

Однако в последние годы наблюдается четкая тенденция на увеличение потребности в ПБВ. Так, в 2010 г. объем российского рынка составлял примерно 50 тыс. т, к 2013 г. он вырос до 140 тыс. т, а к 2025 г. прогнозируется его увеличение до 500 тыс. т. Соответственно, строятся новые производства, расширяются мощности.

Основным драйвером роста объема рынка является реконструкция федеральных трасс, требующая повышения качества покрытия.

Исходя из этого Росавтодор ведет последовательную и поэтапную политику внедрения инновационных материалов, прежде всего применения ПБВ. В результате ПБВ и полимерасфальтобетонные покрытия были прописаны в федеральных и территориальных сметных нормативах, и проектные организации стали включать их в проекты строительства дорог. Это стало серьезным толчком для развития полимербитумного бизнеса.

Еще одним важным шагом в расширении применения ПБВ стало вступление в силу с 1 января 2014 г. федерального закона № 44 «О контрактной системе...», который, в частности, регламентирует внедрение в практику госзакупок контрактов жизненного цикла. Сама логика таких контрактов в автодорожной сфере стимулирует подрядчиков применять битумные материалы с улучшенными качественными характеристиками, которые позволят повысить долговечность дорожных покрытий и в перспективе снизить затраты на эксплуатацию и поддержание дорог. Это обусловлено тем, что оплата дорожных работ по контрактам жизненного цикла будет производиться не сразу по окончании строительства дороги, а по частям – ежегодно в течение всего жизненного цикла (15 лет), т.е. в течение этого времени строившая дорогу организация обязана будет поддерживать ее в нормальном состоянии. По этой причине компания заинтересована в укладке надежного долговечного дорожного покрытия. Таким покрытием и являются асфальтобитумные смеси на основе полимербитумных вяжущих.

Ориентируясь на увеличение объемов дорожного строительства с использованием ПБВ, крупнейшие производители битума, такие, например, как «Газпром нефть», организовали и расширяют производство ПБВ на Омском, Рязанском, Московском и других нефтеперерабатывающих заводах. При этом для производства ПБВ используется дорогостоящее импортное оборудование. Так, на Омском НПЗ установлено оборудование фирмы MASSENZA

(рис. 1), на Московском НПЗ совместно с французской фирмой Total введена в строй линия по производству инновационного полимерно-модифицированного битума G-Way Styrelf и т.д.



Рис. 1. Секция ПБВ фирмы MASSENZA на Омском НПЗ

В России самыми распространенными отечественными модификаторами являются SBS-сополимеры, бутадиен-стирольные термоэластопласты (ТЭП). Кроме SBS-сополимеров в мире используют бутадиен-стирольные каучуки, полиолефины, этилен-винилацетат, резиновую крошку и т.д. Часто такие модификаторы могут стоить дешевле, но, как правило, обладают узконаправленными свойствами, модифицируя лишь какую-то одну из характеристик вяжущего. В Европе многолетняя практика использования модифицированных битумов показала однозначные преимущества SBS-полимера ввиду его способности улучшать высокие и низкотемпературные свойства вяжущего, эластичность и адгезию. В результате сегодня с помощью SBS там модифицируется более двух третей всех битумов. Для России характерна такая же тенденция, использование полимеров типа SBS закреплено ГОСТом. Прогнозируется, что к 2025 г. емкость дорожного сегмента потребления бутадиен-стирольных ТЭП составит около 25 тыс. т в год. В России есть производство SBS-сополимеров и качество его продукции не уступает мировым аналогам.

Вместе с тем ПБВ – продукт более требовательный к сохранению однородности и соблюдению температурного режима как при транспортировке, хранении, так и в ходе производства асфальтобетонной смеси на заводах. Он требует и более тщательного соблюдения температурных режимов и технологии укладки асфальта. Это предопределяет существенные ограничения на транспортировку ПБВ на дальние расстояния и значительное возрастание стоимости вяжущего и строительства дорог в целом.

Отмеченные факторы играют весьма негативную роль при строительстве дорог федерального назначения, характеризующихся большой протяженностью. Обойти этот негатив можно путем организации производства ПБВ не только на крупных нефтеперегонных заводах, но и на многочисленных региональных асфальтобетонных заводах (АБЗ).

Приложение

Оценка стоимости модернизации АБЗ и производства ПБВ с использованием отечественных кавитационных установок

В современных условиях высокой волатильности курса рубля расчеты, приведенные в приложении, произведены в привязке к началу 2014 г.

Стоимость кавитационной установки – 800000 руб.

Стоимость инженеринговых услуг по отработке технологии приготовления ПБВ на модернизированном участке АБЗ – 500000 руб.

Дополнительное оборудование (фильтр грубой очистки битума, запорно-регулирующая арматура, частотно-регулируемый привод битумной станции, контрольно-измерительные приборы, лопастные мешалки, циркуляционный битумопровод) – порядка 2 млн руб.

Прогнозная цена модернизации под ключ – 3-3,5 млн руб.

Стоимость ПБВ и АБС на его основе

SBS – стирол-бутадиен-стирольные сополимеры:

- порошкообразные Kraton (Швеция), Luprene (LG, Корея) стоимостью 150000-180000 руб./т;

- гранулированный (2-6 мм) ДСТ (г. Воронеж) стоимостью 120000-130000 руб./т.

В состав ПБВ входит 3-4% вяжущего. При стоимости битума 13000 руб./т ориентировочная **стоимость ПБВ составит 19680 руб./т:**

$$(0,96 \cdot 13 + 0,04 \cdot 180) \cdot 1000 = 19680 \text{ руб./т.}$$

В состав асфальтобетонной смеси (АБС) входит 4-6% ПБВ. При этом стоимость АБС увеличится на $(19680 - 13000) \cdot 0,06 = 400,8$ руб./т.

При рыночной цене АБС марки ЩМА-15 3304 руб./т (цена АБЗ-4 «Капотня» на 04.06.2014 г.) соответствующее повышение стоимости при использовании ПБВ составит $400,8 / 3304 = 0,121 \sim 12\%$.

При самостоятельном приготовлении ЩМА-15 с ПБВ на АБЗ **стоимость АБС составит 3704,8 руб./т.** При этом на рынке АБС марки ЩМА-15 с ПБВ продается по цене 4400 руб./т (цена АБЗ-4 «Капотня» на 04.06.2014 г.), т.е. на 18,8% дороже, чем при самостоятельном приготовлении на АБЗ.

Энергопотребление (без учета затрат электроэнергии на поддержание температуры битума $T_6 = 190^\circ\text{C}$) насосной станции при производительности ПБВ 10 т/час не превышает 10 кВт·час. При этом энергоэффективность КУ не превышает 1 кВт·час на 1 т ПБВ, что существенно (более чем в 10 раз) превосходит известные коммерческие предложения оборудования с аналогичными функциональными возможностями (~25 кВт·час на 1 т ПБВ).

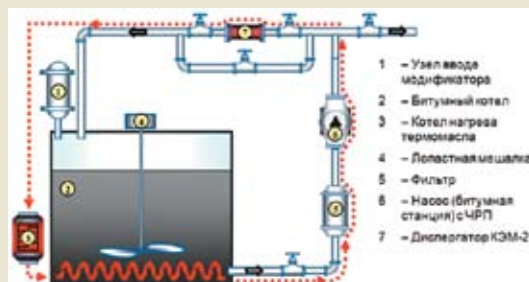


Рис. 2. Схема модернизации на базе штатного оборудования АБЗ и кавитационной установки (диспергатора)

Таблица. Характеристики ПБВ, полученного на кавитационной установке модификации битума АБЗ ДСУ 17, г. Гомель, на соответствие требованиям стандарта СТБ 1220-2009 Республики Беларусь

| № п/п | Наименование показателя | Требования СТБ | Фактически |
|-------|---|----------------|------------|
| 1 | Глубина проникновения иглы (пенетрация) при температуре 25°С, 0,1 мм | 71-100 | 80 |
| 2 | Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже | 52 | 62 |
| 3 | Растяжимость при 0°С, см, не менее | 9,0 | 9,5 |
| 4 | Эластичность при 13°С, %, не менее | 50 | 71,7 |
| 5 | Температура хрупкости по Фраасу, °С не менее | -20 | -22 |
| 6 | Изменение температуры размягчения по кольцу и шару после разогрева (163°С /75 мин.), °С, не более | 5 | 4,5 |
| 7 | Глубина проникновения иглы при 25°С после прогрева (163°С/75 мин.), % от первоначальной, не менее | 60 | 91,2 |
| 8 | Эластичность при температуре 13°С после прогрева (163°С/75 мин.), %, не менее | 50 | 90,7 |

Для производства ПБВ и АБС на его основе необходимо модернизировать АБЗ. Схема модернизации АБЗ с установкой диспергатора приведена на рис. 2. Модернизированные АБЗ, расположенные на всей территории России, позволяют существенно упростить и снизить стоимость доставки АБС к месту строительства. Как показывает имеющийся опыт эксплуатации, для модернизации целесообразно использовать не импортную, а отечественную технику, что позволит снизить стоимость производимого асфальта более чем на 20% (см. приложение). Это обусловлено тем, что импортные установки, которые используются для производства ПБВ и АБС на их основе, имеют существенные недостатки:

- высокая стоимость: 8 млн руб. («УкрБудМаш», Украина), 16 млн руб. (Massenza, Италия), 84 млн руб. (Benninghoven, Германия), к этому следует добавить, что приведенные цены относятся к началу 2014 г., а в связи с падением курса рубля они увеличатся на 30-50%;

- высокая потребляемая мощность установок: от 60 до 265 кВт;

- малая удельная энергоэффективность: 25 кВт·час на тонну ПБВ;

- необходимость дополнительно использовать пластификатор – промышленное масло, резко увеличивающее себестоимость ПБВ и ухудшающее его адгезионные свойства;

- достаточно низкая надежность, обусловленная наличием входящих в состав этих установок коллоидных мельниц, имеющих быстровращающиеся элементы.

Кроме того, следует отметить, что действующие в настоящее время санкции могут сделать невозможным приобретение зарубежного оборудования.

В отличие от импортного оборудования созданные в России кавитационные установки (КУ) обладают следующими преимуществами:

- меньшая стоимость: модернизация под ключ – 3,5-4 млн руб.;

- меньшая потребляемая мощность – до 10 кВт;

- высокая удельная энергоэффективность: менее 2 кВт·час на тонну ПБВ, что более чем в 10 раз превы-

шает энергоэффективность используемых иностранных установок;

- более высокая надежность, обусловленная отсутствием движущихся элементов;

- меньшая себестоимость ПБВ (примерно на 20%), связанная с более высокой энергоэффективностью и отсутствием в технологии приготовления АБС с ПБВ промышленного масла (см. Приложение).

Промышленные испытания КУ (рис. 3) в 2010 г. на АБЗ в г. Гомель (Беларусь) показали, что модифицированный битум соответствует требованиям белорусского стандарта СТБ 1220-2009 (более жесткого по сравнению с российским) и к качеству дороги: в течение 4 лет эксплуатации претензий к покрытию дороги нет. В качестве модификатора битума использовался полимер типа СБС «Кратон Д1101» без промышленного масла в количестве 4% от массы битума (см. таблицу).



Рис. 3. Кавитационная установка и пульт управления на АБЗ в г. Гомель

Таким образом, применение отечественных КУ обеспечит снижение стоимости модернизации АБЗ и производимого ПБВ, повышение ресурса и межремонтного срока обслуживания КУ и при этом не требует высокой квалификации обслуживающего персонала.

К этому следует добавить, что при проведении тендеров и аукционов на строительство дорог, в первую очередь федерального значения, заказчики требуют в ТЗ применения АБС на основе ПБВ. В этой ситуации рассмотренная модернизация АБЗ позволит предложить в своей заявке АБС на основе ПБВ по более низкой стоимости, что в совокупности с решением проблемы импортозамещения, несомненно, сделает предложение более конкурентоспособным и повысит вероятность выигрыша проводимого конкурса.