

Внедрение СУОС позволит снизить экологические затраты, повысить конкурентоспособность выпускаемой продукции, в нашем случае электро- и теплоэнергии, повысить эффективность экологической деятельности, экологическую безопасность и охрану окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологический менеджмент и ИСО 14000 / Сост. Е. В. Красней. – Мн.: Право и экономика, 1999. – 127 с.
2. СТБ ИСО 14001–2000. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению. – Мн.: Госстандарт, 2000.
3. СТБ ИСО 14004–99. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования. – Мн.: Госстандарт, 2000.
4. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции: Учеб. для вузов. – 3-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1987.

Представлена кафедрой
экологии

Поступила 16.04.2003

УДК 666.954.3.004.183

ИЗМЕНЕНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРЕСТРОЙКИ ПРОИЗВОДСТВА

Канд. техн. наук, доц. РОМАНЮК В. Н.

Белорусский национальный технический университет

Энерготехнология предусматривает создание таких теплотехнологических систем, в которых энергетическое обеспечение технологического процесса сопровождается минимальным потреблением внешнего первичного энергоресурса и воздействием на окружающую среду. В энерготехнологии материальные превращения и их энергетическое обеспечение получают равный статус: технологическая часть работает в режиме, обеспечивающем лучшие показатели энергетической части, последняя, в свою очередь, функционирует в режиме совершенствования показателей техно-

логической части. Взаимосвязанность этих условий очевидна. Технологические и энергетические элементы системы неотделимы, и только при их совместной работе возможны надежность, энергоэкономичность, наибольшая производительность. При этом характер и масштаб производства определяют специфику энергоиспользования как проектируемых, так и действующих систем. В отличие от использования вторичных энергоресурсов, при котором имеет место простое соединение огнетехнических установок с дополнительным оборудованием, энерготехнология предусматривает реструктуризацию теплотехнологического оборудования в сочетании с пересмотром сложившихся технологических потоков и установившихся их параметров при сохранении или повышении качества продукции. В этом отношении весьма показателен пример обратного воздействия требований эффективного энергетического обеспечения асфальтобетонного производства на технологический процесс получения асфальтобетонной смеси (АБС).

Укрупненная структурная схема теплотехнологии АБС приведена на рис. 1. Три технологических потока компонентов АБС после соответствующей тепловой обработки смешиваются, образуя готовый продукт. Это – битумный вяжущий материал, минеральный наполнитель (песчано-гравийная смесь) и минеральный наполнитель (минеральный порошок). Анализ структур энтальпии АБС (рис. 2) и энергопотребления (рис. 3) тепловой обработки существующего производства каждого из упомянутых потоков указывает на отставание в эффективности энергообеспечения линии подготовки битума. Тепловая обработка битума – многозвенная. Это нагрев битума в железнодорожных цистернах для обеспечения его слива. Затем дополнительно осуществляется нагрев битума непосредственно в хранилищах для обеспечения перекачки его в емкостные теплообменники, чаще всего в так называемые «жаровые котлы» для нагрева и обезвоживания. В качестве энергоносителей используются топливо, электроэнергия и пар. Сочетание энергоносителей произвольно. Нагрев битума осуществляется до той же температуры, что и в случае с подогревом минеральных наполнителей. Для обеспечения пропускной способности битумопроводов последние снабжаются обогревательной паровой рубашкой. Структурная схема комплекса подготовки битума представлена на рис. 4.

Очевидно, что добиться требуемых изменений в такой многозвенной тепловой обработке достаточно сложно. По этой причине иногда идут на ускоренную транспортировку битума автомобильным транспортом с нефтеперерабатывающего завода (НПЗ). Это позволяет доставлять битум на асфальтобетонный завод при температуре, допускающей его подачу в смеситель непосредственно из цистерны автовоза. Однако в данном случае при перевозке более чем на 100 км затраты на топливо превышают энерго-сберегающий эффект, достигаемый на асфальто-бетонных заводах (АБЗ). Такая схема требует синхронности работ по производству битума, транспортировке, производству АБС и, наконец, укладке асфальтобетона. Кроме того, остается проблема сопряжения сезонности дорожных работ с непрерывной работой НПЗ.

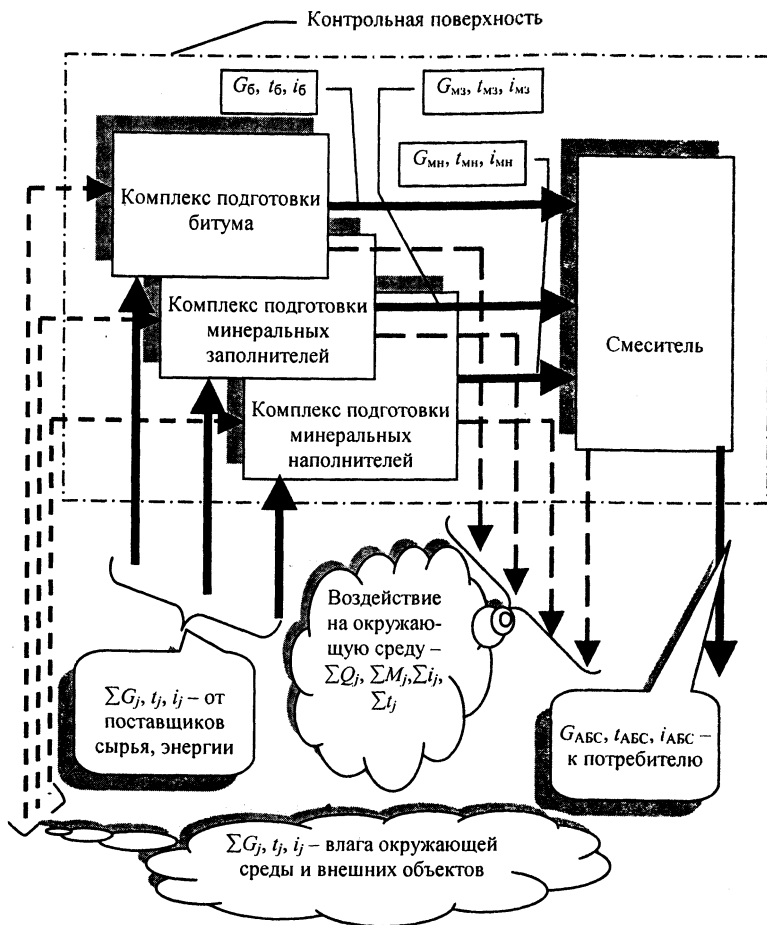


Рис. 1. Укрупненная структурная схема производства АБС: G_b, t_b, i_b – соответственно расход, температура, удельная энтальпия потока битума; $G_{мз}, t_{мз}, i_{мз}$ – то же минеральных заполнителей; $G_{мн}, t_{мн}, i_{мн}$ – то же минеральных наполнителей; G_j, t_j, i_j – то же j -го материального потока; $G_{АБС}, t_{АБС}, i_{АБС}$ – то же асфальтобетонной смеси; $\Sigma M_j, t_j, i_j$ – соответственно все расходы, температуры, удельные энтальпии материальных потоков, поступающих или покидающих ту или иную подсистему; ΣQ_j – все тепловые потоки, покидающие или поступающие в данную подсистему

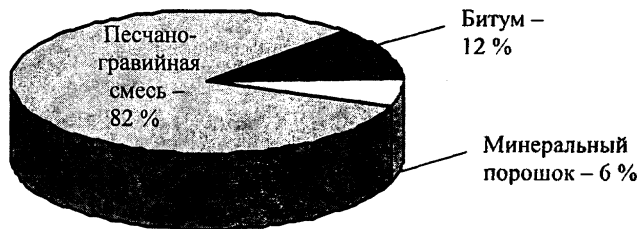


Рис. 2. Структура энтальпии АБС осредненного состава при $t = 160\text{ }^\circ\text{C}$

Анализ производства и структуры энтальпии АБС позволяет сделать вывод о возможности исключения всякой тепловой обработки битума перед подачей его в смеситель. В этом случае нагрев битума до температуры операции происходит непосредственно в смесителе за счет энергии песчано-гравийной смеси (ПГС), которую для этого требуется предварительно перегреть по отношению к температуре операции не более чем на $10\text{ }^\circ\text{C}$.

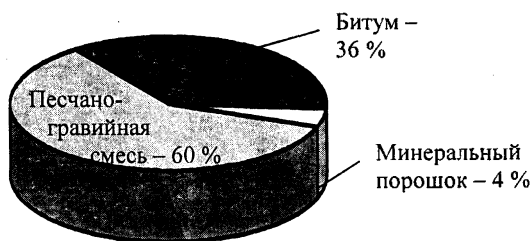


Рис. 3. Структура энергопотребления производства АБС осредненного состава

Для сушильно-нагревательных барабанов, используемых для тепловой обработки ПГС, данная величина изменения конечной температуры – не проблематична, а их энергетический КПД несоизмеримо выше такового для линии подготовки битума. Последнее обстоятельство и обеспечивает переход в энергозатратах от существующих пропорций (рис. 3) к требуемым (рис. 2). При этом интенсивность межфазового теплообмена между битумом и ПГС обеспечивает быстротечность операции и, что немаловажно, улучшает качество продукта. Последнее связано с тем, что в традиционной схеме тепловой обработки битум окисляется, поскольку длительное время в горячем состоянии контактирует с кислородом воздуха. Кроме того, при контакте с горячими поверхностями теплообменных аппаратов, температура которых, по понятным причинам, значительно превышает требуемую температуру тепловой обработки, битум коксует. И то, и другое ухудшает потребительские свойства битума.

Надо сказать, что сама идея использования энергии ПГС для разогрева компонентов АБС успешно реализуется на примере тепловой обработки минерального порошка (МП). Мелкодисперсность (эквивалентный диаметр частиц – менее 100 мкм) МП затрудняет его нагрев в существующих теплообменниках, что заставило технологов отказаться от проведения этой операции в специальных аппаратах. Сегодня МП подается в смеситель при температуре окружающей среды, нагреваясь в ходе смешения до требуемой температуры. По такой же схеме подвергаются тепловой обработке и другие материалы (отходы ряда производств), утилизируемые в асфальтобетоне и улучшающие его свойства. Применение последних позволило на практике отработать еще одно необходимое для предлагаемой схемы использования битума звено – весовое дозирование компонента перед подачей его в смеситель АБС.

Реализовать изложенный путь улучшения теплотехнологии получения асфальтобетонной смеси, понижающий энергоемкость ее производства и упрощающий состав оборудования АБЗ, возможно различными способами. Наиболее рациональным и, что важно, комплексным решением является применение капсулированного битума, т. е. битума, заключенного в оболочку, например, из полиэтилена высокого давления (ПЭВД). При этом возможно повышение морозостойкости и улучшение других свойств битумов за счет соответствующих количественных добавок из полимеров, образующих капсулирующую оболочку. В результате капсулирования битум превращается в квазидисперсный материал, свойства которого изменяют

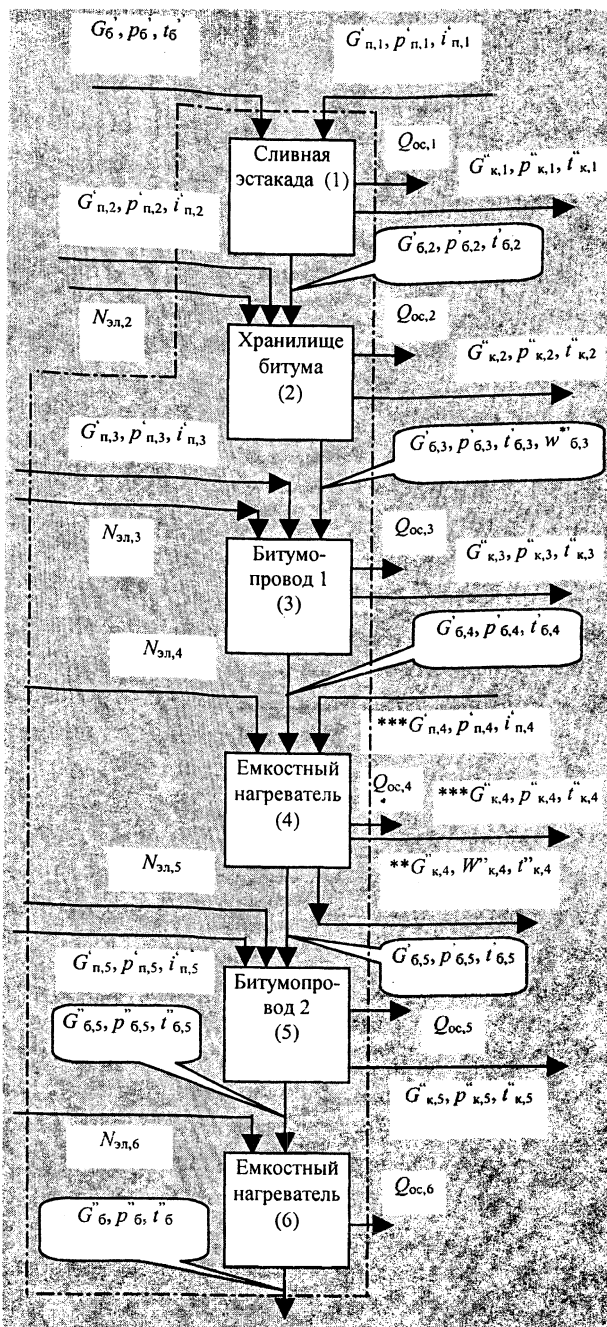


Рис. 4. Структурная схема комплекса подготовки битума: * – возможен обводненный битум, в этом случае присутствует поток; ** – возможен альтернативный поток дымовых газов; *** – возможен альтернативный поток топлива и дымовых газов

сложившиеся представления об использовании битума при производстве асфальтобетонной смеси. Следует еще раз отметить комплексный характер решаемой задачи, поскольку использование капсулирующей оболочки на битумной частице определенного диаметра не только изменяет технологию применения битумного вяжущего, но и свойства асфальтобетона как

за счет модифицирующей добавки, так и за счет положительных изменений в режиме тепловой обработки битума, о чем говорилось ранее.

По разработанной технологии изготавливаются капсулы, представляющие частицы битума, заключенные в оболочку из ПЭВД. Толщина пленки оболочки лежит в пределах 0,050...0,150 мм, объем капсул соответствует цилиндру Архимеда с определяющим размером $\approx 10...25$ мм. В этом случае выдерживаются требуемые концентрации ПЭВД в смеси с битумом при получении вязущей композиции, определенные в пределах 3...7 %.

Хранится такой битум на обычных крытых складах. Как всякий дисперсный материал он затарен в мешки или мягкие контейнеры, которые широко используются при перевозке удобрений. Капсулированный битум свободен от слипания при температурах до ≈ 80 °С, что, безусловно, обеспечивается на указанных складах. Капсулы в экспериментах выдерживали нагрузку сжатия с удельным усилием $\sim 1,5$ МПа. Расчет максимального давления на капсулы в битуме при их хранении в затаренном виде с высотой слоя капсул 4,5 м, что является реальной верхней границей складирования, свидетельствует о том, что растягивающие напряжения в оболочке капсулы, возникающие под действием давления всей массы капсул на их нижний слой, составляют около 0,042 МПа. Принимая, что давление в капсуле распределяется равномерно, можно определить растягивающие усилия, оказываемые на пленку. Следует, что они составляют величину до 5 МПа. Как известно, предел текучести полиэтилена высокого давления составляет около 18 МПа, что выше приведенных 5 МПа и обеспечивает прочностные требования к оболочке. Учитывая условия при упаковке в мешки или мягкие контейнеры, обеспечивающие определенное демпфирование динамических нагрузок, поведение битума внутри капсул под действием указанных нагрузок, а также сыпучесть слоя самих капсул с битумом, материал оболочки выдержит и динамические нагрузки во всем реальном диапазоне их величин (до 3g). Очевидно, что подобные свойства капсулированного битума позволяют изготавливать и накапливать его в течение года. Это благотворно для НПЗ, так как снижается острота вопроса обеспечения АБЗ битумом в течение сезона укладки асфальтобетона.

Перевозка капсулированного битума осуществляется автомобильным или железнодорожным транспортом (не требуется специализированных транспортных средств). Разгрузка битума также не требует тепловой обработки и имеет лишь одно естественное ограничение: не допускать разрушения тары.

В технологическом процессе получения АБС, как ранее отмечалось, исключается всякая тепловая подготовка битума перед смешением компонентов в смесителе и, поскольку КПД сушильного барабана намного выше нагревательных устройств, используемых в технологической цепи тепловой подготовки битума, энергозатраты на получение АБС существенно снизятся. Оценка указывает на снижение энергопотребления в результате применения капсулированного битума на 20 %. Эта цифра заслуживает внимания. Однако, кроме прямого снижения энергозатрат, достигается коренное изменение структуры асфальтобетонного завода, из которой ис-

ключается соответствующее тепловое оборудование, собственно, вся линия подготовки битума в традиционном ее понимании. Это оправдывает необходимость ожидаемого увеличения времени перемешивания компонентов АБС в смесителе. Сохранение производительности АБЗ может быть обеспечено, например, за счет применения двух смесителей вместо одного в составе технологической линии. Энергозатраты на производство 1 т капсулированного битума, требуемые непосредственно для работы капсулятора, оцениваются в 0,1 кг условного топлива на 1 т битума, или $\approx 0,006$ кг на 1 т АБС. Очевидно, что они несоизмеримы с потерями энергии в существующей теплотехнологической цепи подготовки битума. Это и определяет энергоэффективность предлагаемой технологии.

Представлена кафедрой
ПТЭ и ТТ

Поступила 28.03.2003

УДК 697.921.45

АНАЛИЗ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПОМЕЩЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

**Канд. техн. наук СИЗОВ В. Д., кандидаты техн. наук, доценты АКЕЛЬЕВ В. Д.,
АРЕСТОВИЧ А. И., БЫКОВСКИЙ С. Г.**

Белорусский национальный технический университет

Рассматривается воздушная среда многоэтажного жилого (гражданского) здания с наружными ограждениями из капиллярно-пористых материалов (рис. 1, 2). Оконные и дверные проемы проницаемы для наружного воздуха. В результате естественного тепло- и массопереноса происходит движение газов, водяных паров, пыли и теплоты, поля скоростей и концентраций которых взаимозависимы и представляют комплекс разнородных, но взаимосвязанных процессов. Движение воздуха и газов, распространение теплоты подчиняются общим законам сохранения и превращения материи и энергии.

Тепломассопотоки здания могут быть описаны дифференциальными уравнениями сплошности движения (Навье-Стокса, Бернулли), теплопроводности (Фурье – Кирхгофа), уравнениями переноса вещества и теплообмена на границе твердого тела и жидкости.

Диапазоны реальных температур, градиентов давлений и скоростей дают основание считать, что исследуемая система может рассматриваться как несжимаемая, так как ее скорости значительно меньше скорости распространения звука. В этом случае воздушная среда оказывает сопротивление всестороннему сжатию и обладает легкой подвижностью.