

**АДАПТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
АСФАЛЬТОБЕТОННОЙ СМЕСИ К НОВЫМ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ**

В.Н.Романюк, Я.Н.Ковалев

БГПА

г.Минск, Беларусь

Объект исследования. Ресурсосбережение в асфальтобетонном производстве Комитета по автомобильным дорогам Республики Беларусь.

Цель работы. Энергетический и эксергетический анализ асфальтобетонного производства. Оценка возможности увеличения термодинамической эффективности производства асфальтобетонной смеси и на ее основе снижение удельного расхода ресурсов.

Практическая ценность. Показана возможность снижения энергопотребления с нынешних $5,6 \cdot 10^2$ МДж/т до $1,2 \cdot 10^2$ МДж/т при потреблении энергии $2,7 \cdot 10^2$ МДж/т на лучших заводах технически передовых стран. На базе полученных результатов ясны требования к вновь вводимым и реконструированным заводам.

Ресурсосбережение, система, термодинамический анализ, структура, энерготехнология.

Все существующие асфальтобетонные заводы (АБЗ) Республики Беларусь (РБ) спроектированы и введены в строй в период практически неограниченных поставок крайне дешевых энергоресурсов и такой же потребности в их продукции. Этими обстоятельствами объясняется то, что и структура, и технологический процесс, и оборудование АБЗ ориентированы на форсированный выпуск продукции, низкие капиталовложения за счет перерасхода энергоресурсов. И

поскольку 40% всех потерь закладываются на стадии эскизной проработки, 40% - на стадии проектирования и 20% приходится на эксплуатацию технической системы (ТС), понятна причина того, что энергопотребление на тонну асфальтобетонной смеси (АБС) на АБЗ Комитета по автомобильным дорогам (КАД) РБ составляет $5,6 \cdot 10^2$ МДж, против $2,7 \cdot 10^2$ - $3,5 \cdot 10^2$ МДж, в зависимости от влажности минерального сырья в технически передовых странах. На АБЗ других ведомств ситуация осложняется еще большим износом оборудования и, если отличается, то в худшую сторону.

Нельзя не остановиться и на такой причине, как структура кадров специалистов АБЗ. Она находится в явном противоречии с характером производства. Последнее следует определить как теплотехнологическое, поскольку лишь 5-10% общего энергопотребления приходится на долю электроэнергии. Вместе с тем, ни на одном АБЗ РБ, ни в одной вышестоящей вертикали нет специалиста - промышленного теплоэнергетика. Это также сказалось на положении дел с энергопотреблением в производстве АБС.

Энергетическая составляющая себестоимости АБС оценивается в 20%, и это соответствует наиболее характерному положению дел в промышленности республики. Однако благодаря тому, что производство АБС является крупнотоннажным, его вклад в расходную часть энергобаланса РБ достаточно весом. При общем энергопотреблении $6,7 \cdot 10^{14}$ кДж/год на долю АБЗ только КАД приходится $1,0 \cdot 10^{12}$ кДж. Экстенсивное снижение энергопотребления отраслью неприемлемо, поскольку сегодня достигнут тот низший предел - 2,0 млн. тонн в год, позволяющий поддерживать дороги с твердым покрытием в нынешнем удовлетворительном состоянии. Пример Франции в 60-х годах показывает, к чему приводит на дорогах стратегия "ничего не делания" и какой перерасход средств требуется на исправление разрушенной дорожной сети. Нельзя забывать и той роли, которую призваны сыграть дороги РБ в экономике страны, учитывая ее геополитическое положение. Необходим поиск и реализация интенсивных путей снижения энергопотребления.

Из общего расхода энергии, связанного с асфальтобетонным покрытием, 2% приходится на укладку и укатку, 50-60% на доставку сырья и АБС, 50-40% на производство АБС. Доставка определяется типоразмерным рядом АБЗ, их сеткой на территории РБ и здесь не рассматривается. Остановимся на последней статье, непосредственно связанной с АБЗ.

Известны четыре основных пути энергосбережения: использование новых технологий; повышение к.п.д. отдельных агрегатов; использование вторичных энергоресурсов (ВЭР); рациональное построение теплоэнергетической системы (ТЭС) промпредприятия.

Несмотря на поиск новых технологий, в обозримом будущем технология использования горячей асфальтобетонной смеси останется основной в строительстве дорог с твердым покрытием. В этой связи актуальность энергетического аудита упомянутого производства очевидна.

Повысить к.п.д. основного теплотехнологического оборудования можно в связи с изменением концепции его использования. Энергетическая оптимизация линии подготовки минерального сырья позволяет получить до 20% экономии энергии. Еще 20-30% дает наведение элементарного порядка в работе линии подготовки битума. Ситуация с использованием битума наиболее тяжела. Ее характеризуют такие цифры: на подготовку тонны битума в США расходуется 8 МДж, в РБ - не менее $7 \cdot 10^2$ МДж. Здесь, на взгляд авторов, требуется изменение подхода к процессу подготовки битума.

Основные резервы энергосбережения на АБЗ находятся на пути рационального построения их ТЭС. Этот путь на сегодняшний день практически не востребован и для АБЗ является "неподнятой целиной". Он связан с реструктуризацией схемы АБЗ, ведущей, с одной стороны, к повышению требований к квалификации персонала, с другой, - к упрощению производства АБС, повышению качества продукции, долговечности основного теплотехнологического оборудования. Снижение энергопотребления здесь достигается через повышение термодинамического совершенства схемы производства АБС. Последнее оценивается эксергетическим к.п.д. системы. Используемые в настоящее время технологии производства АБС характеризуются к.п.д. 4-7%. Для сравнения можно привести указанную величину для производства электроэнергии, где она составляет 24-48%.

Повысить эксергетический к.п.д. ТС и ее подсистем с учетом общих структурных связей на основе опыта применения эксергетического анализа можно, используя следующие принципы оптимизации систем: принцип интеграции (комбинирования), когда в одной ТС объединяются функции нескольких систем; принцип регенерации, предполагающий осуществление взаимодействия с обратными потоками; принцип снижения внешних потерь за счет использования отходящих потоков и принцип пересмотра параметров и состава входных потоков.

Объединение систем подготовки минеральных и битума, когда нагрев битума до температуры операции осуществляется за счет энергии перегретой песчано-гравийной смеси, не только улучшает энергетический и эксергетический показатели, но и существенно упрощает технологическую схему АБЗ за счет исключения из нее жаровых котлов - оборудования громоздкого и достаточно несовершенного. Кроме того, достигается повышение качества битума, поскольку исключается его контакт с перегретой поверхностью нагрева и также горячего битума с кислородом воздуха. Возможность получения в смесителе вспененного битума снижает потребность в последнем и повышает качество АБС.

Дальнейшее развитие энерготехнологии производства АБС неизбежно приводит к необходимости объединения с ним некой другой высокотемпературной технологии, характеризующейся высокими значениями эксергии побочных отходящих потоков. Последнее обусловлено тем, что технология АБЗ ограничивается температурами операций $2,0 \cdot 10^2$ °С и использование первичной энергии топлива в ней объективно приводит к большим потерям эксергии.

Наиболее подходящим производством для объединения с производством АБС является получение электроэнергии. Оно легко вписывается в существующие компоновки АБЗ, несложен сбыт продукции, идеально стыкуется по параметрам связей с производством АБС. Возможно несколько схем интеграции, наиболее простая сводится к замене топки и камеры смешения газов, поступающих в сушильный барабан газотурбинной установки (ГТУ), производящей электроэнергию в количестве ~ 35%, оставшиеся 65% приходятся на отходящие дымовые газы (~ 55%) и прочие потери (~ 10%). Температура газов за ГТУ колеблется в диапазоне 400-600 °С, что соответствует реальным температурам сушильного агента на действующих АБЗ. Подобное комбинирование производства электроэнергии с другими технологическими процессами сегодня находит широкое применение в энергетике, химической промышленности, коммунальном хозяйстве и пр. Хорошо апробировано в передовых странах, что нашло отражение в гамме ГТУ, предлагаемых как Западными странами, так и Россией. Это решение отвечает конверсионным требованиям, сохраняя передовые технологии.

Непосредственно производству АБС оно дает увеличение эксергетического к.п.д. до 30%, а через него - снижение энергопотребления значительно ниже, чем $2,7 \cdot 10^2$ МДж/т, - лучшего значения на АБЗ развитых стран, - и изменение представления о мобильности и автономности АБЗ. Последнее существенно изменит затраты на транспорт сырья на АБЗ и АБС до места укладки. Энерготех-

нология на АБЗ позволяет не только удовлетворить собственные нужды в электроэнергии, но и отпускать ее в энергосистему в количестве, определяемом совокупной мощностью 200 МВт для АБЗ Комитета по автомобильным дорогам РБ. Себестоимость электроэнергии соответствует расходу условного топлива 150 г/кВт · час при среднем расходе его в энергосистеме 310 г/кВт · час. Из других, более мелких эффектов, следует отметить снижение потерь в линиях электропередач и 10% - покрытие дневных пиков нагрузки энергосистемы.

Электроэнергия, характеризуемая расходом топлива 150 г/кВт · ч, по энергозатратам соответствует энергии теплоносителей от котельных, что позволяет отказаться от котельных на АБЗ за счет перехода на электронагрев. Этому способствует развитие основ его применения, проведенное в 70-е годы на ЭФ БПА.

При другом принципе распределения затрат между электроэнергией и АБС, более понятном дорожникам, получаем такую картину. Удельное энергопотребление на производство АБС опускается до $1,2 \cdot 10^2$ МДж/т при теоретически необходимой величине в раздельном производстве $1,5 \cdot 10^2 - 2,0 \cdot 10^2$ МДж в зависимости от исходной влажности сырья.

Учитывая изложенное, а также необходимость замены парка АБЗ РБ, необходимо разработать комплекс требований к реконструкции АБЗ и к новым АБЗ с целью достижения качественно нового уровня энергоиспользования. Эта работа проводится под патронажем Комитета по автомобильным дорогам РБ. Вместе с тем, учитывая ее важность для отрасли, для энергетики и, следовательно, экономики РБ, необходима поддержка соответствующих государственных структур.