

ся в плутоний-239, который может быть использован для изготовления атомной бомбы. Так, в Англии и России к концу 2005 г. скопилось около 120 т плутония, что достаточно для изготовления 15 тыс. атомных бомб. Но успокаивает то, что плутоний, входящий в состав отработанного ядерного топлива, которое хранится в сухих хранилищах на площадках АЭС, смешан с продуктами деления, гамма-излучение которых смертельно опасно. Из-за высокой радиоактивности отработанное ядерное топливо можно перевозить только в контейнерах. Если же переработать ядерные отходы на специальных заводах, то выделенный плутоний очень слабо радиоактивен, и его легко вынести. Вызывает глубокие опасения, что очищенный плутоний может стать доступным террористам для незаконного изготовления атомного оружия.

В заключение следует отметить, что атомный проект – это не только дешевая электроэнергия, но и катализатор экономического развития многих отраслей промышленно-транспортного комплекса Республики Беларусь.

УДК 621.311:621.577

## К ВОПРОСУ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

*В. М. ОВЧИННИКОВ, В. В. СКРЕЖЕНДЕВСКИЙ*  
*Белорусский государственный университет транспорта*

*И. К. ПРОКОФЬЕВА*  
*Белорусская железная дорога*

Белорусская железная дорога является одним из крупных потребителей котельно-печного топлива. Например, за 2007 год израсходовано печного топлива, мазута, природного газа и каменного угля около 100 тыс. т. В настоящее время одним из перспективных направлений по снижению затрат энергии на отопление и горячее водоснабжение считают применение тепловых насосов (ТН). ТН называют тепловую машину, которая позволяет отбирать тепло от относительно низкотемпературного источника и отдавать тепло телам с большей температурой. Это достигается с помощью процессов испарения и конденсации теплоносителя, разнесенных в пространстве. Строго говоря, тепловой насос представляет собой холодильную машину-испаритель, который выполняет роль приемника низкотемпературного тепла, а конденсатор – нагревателя.

Отношение количества переданной тепловой энергии к затраченной электрической на привод компрессора ТН характеризует его эффективность. Для реальных условий, в зависимости от разности температур между источником теплоты и потребителем, это отношение (отопительный коэффициент К) колеблется в пределах от 3 до 5. Именно это обстоятельство делает применение ТН столь привлекательным в системах отопления: затраты на привод ТН 1 кВт·ч электроэнергии, мы за счет дармовой низкотемпературной тепловой энергии возобновляемых источников получаем от 3 до 5 кВт·ч тепловой энергии нужного высокого температурного потенциала.

Несмотря на то, что в настоящее время периодические издания, и, особенно, Интернет, пестрят предложениями по продаже, проектированию и установке систем отопления и горячего водоснабжения на базе ТН, последние широкого применения в промышленности, коммунальном хозяйстве и у индивидуальных потребителей эти устройства не получили. Причин для этого несколько, но выделим две основные. Кроме низкопотенциального тепла, ТН потребляет дорогостоящую электрическую энергию; при увеличении разности температур между потребителем тепла и низкотемпературным источником величина отопительного коэффициента быстро падает. Поясним на примере. Отопление, горячее водоснабжение и кондиционирование квартиры площадью 75 м<sup>2</sup> вполне может обеспечить ТН «воздух – вода» номинальной выходной мощностью по теплу 5,5 кВт (цена – примерно 3000 €). Такой ТН для южных регионов Украины обеспечивает среднесезонный отопительный коэффициент на уровне 2,8, а для северных – примерно 2,5.

В таких системах наружный воздух продувается через испаритель, а тепло, отводимое от конденсатора, нагревает воздух в помещении. Преимуществом таких систем является доступность воздуха. Однако температура воздуха (источника тепла) изменяется в большом диапазоне, достигая отрицательных значений. При этом эффективность теплового насоса сильно снижается. Так, изменение температуры наружного воздуха с плюс 7 °С до минус 10 °С приводит к снижению отопительного коэффициента в 1,5–2 раза.

По нашим расчетам, стоимость электрической энергии, эквивалентной 1 т у. т. по тарифам 2007 года, для промышленных предприятий превышает 850 \$ США, в то же время стоимость 1 т у. т. мазута и природного газа за тот же период не превышает 150 \$ США. С этой точки зрения экономически оправдано применение ТН с величиной отопительного коэффициента не ниже 5,7. Причем при данном значении не приходится рассчитывать на какую либо прибыль. В настоящее время практически достигнутое эксплуатационное значение отопительного коэффициента ТН не превышает 5.

Часто в качестве аргумента в пользу ТН приводят их широкое применение в Швеции, но при этом следует иметь в виду два существенных обстоятельства. Во-первых, в Швеции относительно низкая стоимость электро-



энергии; во-вторых, климат Швеции умеренный, переходный от морского к континентальному, средние температуры января от 0 до 5 °С на юге и от минус 6 до минус 14 °С на севере страны.

В 1960-1970-е годы шведское правительство отпускало большие средства на развитие атомной энергетики: в 1992 в стране действовали 12 АЭС, и по производству атомной энергии на душу населения Швеция занимала ведущее место в мире. Референдум, проведенный в 1980, подавляющим большинством голосов высказался за свертывание этой отрасли к 2010. Тем не менее в 1996 доля атомной энергии в энергобалансе страны достигла 47 %, причем стоимость ее была одной из самых низких в мире. Одновременно высокая доля гидроэнергии в энергопотреблении Швеции, которая в 1996 году составляла 34 %, на фоне высокой стоимости на импортируемые природный газ и нефть делает в условиях Швеции экономически выгодным использование ТН.

Из вышесказанного можно сделать вывод о том, что при существующем соотношении цен на электрическую энергию и котельно-печное топливо, а также климатических условий Беларуси, для предприятий Белорусской железной дороги использование ТН для отопления и горячего водоснабжения нецелесообразно. В то же время есть ряд специфических случаев, когда следует рассматривать ТН как конкурентоспособную альтернативу топливосжигающим установкам. Например, ТН может быть применен там, где по природоохранному мотивам невозможно использовать котельные, работающие на традиционном топливе. ТН можно применить для отопления труднодоступных объектов, куда уже проведена линия электроснабжения. Эффект в этом случае достигается благодаря отсутствию капитальных и эксплуатационных затрат на транспортировку топлива. В ряде случаев к этому могут быть добавлены соображения безопасности, особенно для необслуживаемых объектов, так как работу ТН легко автоматизировать, и в нем не происходит высокотемпературных реакций горения.

УДК 502.3:621.311

## ЭНЕРГОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЖИГАНИЯ ГОРЮЧИХ ОТХОДОВ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

*В. М. ОВЧИННИКОВ, В. А. ХАЛИМАНЧИК, И. В. ДОДОЛЕВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта*

*И. А. ЗАБОЛОТНЫЙ, Т. В. ТЕСЛЮК*  
*Белорусская железная дорога*

Одна из самых популярных фобий конца XX столетия – истощение ресурсов. В то же время показатель R/P, или «резервы/производство» (количество лет, за которое текущие разведанные ресурсы будут использованы при текущем уровне производства и технологии) остается примерно на одном и том же уровне вот уже более 50 лет. В 2007 г. по нефти показатель R/P составил 41,7, по газу – 60,3, по углю – 133 года. Наряду с истощением одних ресурсов радует возрастание других ресурсов в связи с открытием новых месторождений. Например, мощный ресурс нефти открыт в Канаде (152,2 млрд баррелей) и в Бразилии (общий ресурс в конце 2007 г. составлял 12,6 млрд баррелей). Есть сведения, что в Бразилии могут быть залежи нефти, сравнимые с арабскими.

При устойчивом росте ВВП в передовых странах мира потребление энергии вообще сокращается. Стало выгодно использовать новые энергосберегающие технологии, инвестировать в разработку новых источников энергии.

В «Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь» одним из элементов энергобезопасности является диверсификация. Причем не только диверсификация стран-поставщиков и компаний по продаже энергоресурсов, но и самих видов топливно-энергетических ресурсов. Нужно обезопасить себя от шараханий рынка энергоресурсов. Чем больше и разнообразнее будет рынок импортеров, производителей и продавцов как традиционных, так и альтернативных источников энергии, тем меньше будет вероятность общенационального энергетического кризиса.

Одним из нетрадиционных топливных ресурсов являются горючие отходы. Сжигание их очень актуально, т. к. способствует энергосбережению путем замены традиционных углеводородных топлив и предотвращает отведение больших участков территории на предприятиях для складирования этих отходов на долгие годы (кроме того, снижаются экологические платежи).

На Белорусской железной дороге ежегодно осуществляется замена около 400 000 штук деревянных шпал, собирается 30 000 т СНО (смесь нефтяных отходов) после обработки цистерн на промывно-пропарочных станциях, более 5 000 т отработанных масел, не подлежащих регенерированию, и 320 т промасленной ветоши, образовавшейся на производственных участках.

Указанные отходы являются горючими, поэтому сжигание их позволит сэкономить покупаемые уголь и мазут, а значит, сберечь денежные средства, столь необходимые для обновления подвижного состава.

Проведенные научные исследования позволили разработать Технические условия ТУ ВУ 400057727.001–2006 «Шпалы деревянные для топливных нужд», которые введены с 15.12.2006.

В этих ТУ указаны технические требования, предъявляемые к топливным шпалам, которые приведены в таблице 1.