



# Стационарная теплоэнергетика железных дорог



Борис МИНАЕВ  
Boris N. MINAEV

Александр КОСТИН  
Alexander V. KOSTIN



*Минаев Борис Николаевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» Московского государственного университета путей сообщения (МИИТ).*

*Костин Александр Владимирович – кандидат технических наук, доцент МИИТ.*

**Современное состояние стационарной теплоэнергетики железнодорожного транспорта, а также проблемы, связанные с проведением энергоаудита на предприятиях отрасли и созданием собственных источников генерации энергии. Оценка перспектив.**

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, топливно-энергетические ресурсы, энергосбережение, сжигание топлива, вредные выбросы, собственные источники генерации энергии, газотурбинные ТЭЦ.

Энергетику железнодорожного транспорта принято разделять на тяговую и нетяговую. Границы областей, охватываемых этими понятиями, в значительной мере условны. Тем не менее по своему назначению в состав нетяговой энергетики всегда включают стационарную теплоэнергетику – источники теплоснабжения, системы топливо-и теплоснабжения, технологического и нетехнологического теплопотребления. Сюда относятся производственно-отопительные котельные с паровыми и водогрейными котлами; тепловые сети; системы распределения и хранения жидкого, твердого и газообразного топлива; системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, кондиционирования воздуха в производственных и бытовых помещениях; технологическое потребление тепла в локомотивных и вагонных депо, на других предприятиях отрасли.

## ОБЩАЯ СИТУАЦИЯ

По данным управления планирования и нормирования материально-технических ресурсов ОАО «РЖД» [1] по-

Таблица 1

## Стоимость единицы ТЭР

| Вид ТЭР  | Единица измерения | Стоимость единицы ТЭР, руб. |         |         |
|--|-------------------|-----------------------------|---------|---------|
|  |                   | 2006 г.                     | 2008 г. | 2010 г. |
| 1  | 2                 | 3                           | 4       | 5       |
| Электрическая энергия:<br>на тягу поездов;<br>на нетяговые нужды   | кВт·ч             | 1,02                        | 1,36    | 2,0     |
|  | кВт·ч             | 1,16                        | 1,48    | 2,07    |
| Дизельное топливо:<br>на тягу поездов;<br>на нетяговые нужды   | т                 | 13192,6                     | 19307,2 | 15841,3 |
|  | т                 | 13169,5                     | 19335,9 | 15841,3 |
| Котельно-печное топливо:<br>уголь;<br>мазут;<br>газ природный горючий;<br>газ сжиженный;<br>топливо печное бытовое;<br>дрова топливные | т                 | 583,2                       | 721,3   |         |
|  | т                 | 3949,6                      | 6431,1  | 943,6   |
|  | 1000 куб.м        | 1299,4                      | 2048,1  | 8255,3  |
|  | т                 | 10744,5                     | 16127,6 | 3100    |
|  | т                 | 13244,3                     | 17684,3 | 21451,4 |
|  | куб.м пл.         | 338                         | 461,8   | 478,4   |
| Тепловая энергия со стороны  | Гкал              | 556,4                       | 748,4   | 1068,5  |
| Бензин автомобильный   | т                 | 13369,8                     | 17709,0 | 17968,7 |

требление топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в отрасли за 2010 год составило около 22,5 млн тонн в условном исчислении стоимостью 147,7 млрд руб. При этом на тягу поездов израсходовано 16,6 млн т, потребление топливных ресурсов и тепловой энергии на нетяговые нужды было 3,9 млн т стоимостью 17,7 млрд руб. Таким образом, в 2010 году на тягу поездов оказалось израсходовано 70,5% от общего потребления всех видов ТЭР в условном исчислении. Остальная часть (29,5%) использована для реализации нетяговых нужд (включая тепловую энергию, полученную со стороны и относительно небольшого количества топлива для работников железных дорог и неработающих пенсионеров).

Важно отметить, что доля стоимости ТЭР в эксплуатационных расходах ОАО «РЖД» в 2010 году составила 15%. Из этого количества 52,6% пришлось на электроэнергию; 26,7% – на дизельное топливо для тяги поездов; 8,7% – затраты на электроэнергию для эксплуатационных нужд железных дорог и 12% – на приобретение ТЭР (угля, мазута, природного газа, дизельного топлива, тепловой энергии со стороны, автомобильного бензина и прочих видов топлива) для нетяговых нужд.

Динамика изменения стоимости единицы ТЭР в ОАО «РЖД» отражена в таблице 1.

Данные таблицы показывают непрерывный рост стоимости единицы ТЭР. Так, например, за период с 2006 по 2010 год стоимость единицы котельно-печного топлива для нужд стационарной теплоэнергетики железнодорожного транспорта (осреднённой по видам топлива и его потреблению) возросла более, чем в 2 раза.

Несмотря на то, что потребление ТЭР на железных дорогах составляет лишь около 2,5% (в условном исчислении) от общего их потребления в России (порядка 0,4÷0,45% – для стационарной теплоэнергетики), повышение эффективности использования ТЭР в отрасли способствует реализации благоприятного прогноза развития энергетики и экономики страны в целом, при котором темпы снижения энергоёмкости ВВП должны быть не ниже 4,5% в год.

По оценке РАН широкое внедрение освоенных в отечественной и мировой практике методов экономии энергии способно уменьшить расход энергии от современного уровня в России на 40÷48%.





Как полагают, около трети этого потенциала экономии приходится на отрасли ТЭК, другая треть сосредоточена в остальных отраслях промышленности и строительстве, свыше четверти — в коммунально-бытовом секторе, 6÷7% — на транспорте и 3% — в сельском хозяйстве.

За последние двадцать лет (с 1990 г.) общая энергоёмкость ВВП в мире уменьшилась в среднем на 13%, а в развитых странах — на 22%. В отличие от этого в России энергоёмкость национального дохода увеличилась в период с 1990 по 1998 год на 14% и превышала средние общемировые показатели в 3,15 раза, а показатели развитых стран — в 3,5÷3,7 раза. В 2000–2005 годы произошло уменьшение энергоёмкости российского ВВП на 21,4% не только за счёт снижения общепроизводственных затрат и вывода нерентабельных производств, но, к сожалению, и в результате стагнации производства в огромном числе отраслей экономики (энергомашиностроения, авиационной промышленности, приборостроения, транспорте, станкостроения и т. д.).

Следовательно, повышение энергетической эффективности российской экономики остаётся центральной задачей, без решения которой энергетика неизбежно будет сдерживать её развитие.

Кроме того, важно отметить, что доля энергозатрат в себестоимости продукции и услуг в среднем по России составляет: в промышленности ~ 18%, сельском хозяйстве ~ 11%, на железнодорожном транспорте (как указывалось выше, в эксплуатационных расходах) — порядка 13÷15%. Ясно, что без проведения комплексных мероприятий по энергосбережению существенно затрудняется вывод в разряд конкурентоспособной продукции хозяйственно-экономического комплекса России, поскольку удельный вес энергозатрат в цене этой продукции значительно превосходит зарубежные аналоги.

В середине декабря 2011 года была утверждена «Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и на перспективу

до 2030 года» [2] с целью определения и реализации задач по повышению эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в отрасли.

Применительно к железнодорожному транспорту ресурс энергосбережения (в процентах от собственного потребления) сосредоточен по большей мере в тяговой энергетике. В тяговой ресурс, по-видимому, не превышает 10÷11%, а в стационарной теплоэнергетике он составляет не менее 25÷30% и распределяется примерно в таком соотношении:

— в системе производства тепловой энергии (котельные) — 10÷12%;

— в системе распределения и потребления тепловой энергии — не менее 20%.

### ПРИМЕРЫ ПОТЕРЬ

Стационарная теплоэнергетика железнодорожного транспорта является теплоэнергетикой малой и средней мощности, в ней до настоящего времени эксплуатируется значительное количество устаревших и мелких котлов, не в полной мере оборудованных средствами автоматизации и контроля параметров их работы. Более 70% котельных железнодорожного транспорта используют твёрдое топливо. При этом в некоторых из них «недожог» низкосортного угля достигает 40÷50%. В среднем удельный расход топлива на выработку тепловой энергии в котельных хозяйствах ОАО «РЖД» по сети железных дорог увеличился с 179,3 кг/1 Гкал в 2006 году до 181,2 кг/Гкал в 2010 году. Наиболее низкие показатели топливно-использования соответствуют эксплуатации котельных гражданских сооружений и водоснабжения, что объясняется наличием в отраслевом хозяйстве большого количества мелких котельных с устаревшим оборудованием, относительно низкой культурой их обслуживания. Для таких котельных удельные расходы топлива находятся в интервале значений от 188 кг/Гкал до 240 кг/Гкал и более. КПД котельных хозяйств железных дорог в большинстве случаев не превышают 77÷80%, что на 7÷9% ниже, чем в промышленности, а потери

Таблица 2

## Примерные значения потерь энергии (экономии топлива и энергии)

| № п/п | Наименование объектов энерготехнологических систем | Условия эксплуатации; энергоэффективные мероприятия   | Потери энергии; экономия топлива (энергии)  |
|-------|--|---|---|
| 1.    | Котельные установки                                | Установка водяного экономайзера.<br>Снижение температуры отходящих дымовых газов на 10%:<br>для сухих топлив,<br>для влажных топлив.<br>Забор тёплого воздуха из верхней зоны котельного помещения.<br>Снижение присосов по газовому тракту на 10%.<br>Применение за котлоагрегатами установок глубокой утилизации теплоты, установок использования скрытой теплоты парообразования уходящих дымовых газов.<br>Перевод работы паровых котлов на водогрейный режим.<br>Испытание (наладка) оборудования и эксплуатация его по КИП (автоматизация). | Экономия топлива:<br>(5–6)%<br><br>0,6%<br>0,7%<br>17 кг у. т. на каждые 1000 <sup>3</sup> газового топлива<br><br>0,5%<br><br>до 15%<br><br>2,0%<br><br>(3–4)%   |
| 2.    | Паропроводы, водяные тепловые сети                 | Утечка пара, издающая слабый свистящий звук и создающая едва заметное облачко.<br>Утечка пара, создающая небольшое облачко и некоторый свистящий шум<br><br>Отсутствие тепловой изоляции на трубах<br><br>Увлажнение теплоизоляции при нарушении гидроизоляционных покрытий   | 1 кг пара/ч, т. е. порядка 5,5 Мвт ч/год или 800 м <sup>3</sup> природного газа в год<br>93–50 кг пара/ч, т. е. примерно (2000–4000) м <sup>3</sup> природного газа в год<br><br>В интервале диаметров труб от 21 мм до 102 мм при разностях температур между поверхностью трубы и окружающей средой (40–50)°С потери теплоты составляют (40–200) Вт/м<br><br>На практике увеличение теплопроводности изоляции более чем в 3 раза |
| 3.    | Системы сжатого воздуха                            | Утечки воздуха через отверстия<br><br>Уменьшение давления компрессора   | При диаметре отверстия 1,6 мм и давлении примерно 7 атм дополнительная мощность потерь составляет 1 кВт.<br><br>Расход энергии на привод сокращается до 15% при уменьшении давления воздуха на 2 атм.<br><br>На каждые 4°С увеличивается расход энергии на 1%.  |
| 4.    | Холодильные установки                              | Увеличение уровня температуры на холодной стороне и понижение уровня температуры на горячей стороне   | Каждый градус приводит к снижению общего потребления энергии на (2–5)%  |
| 5.    | Теплонасосные установки                            | Парокомпрессионные, сорбционные   | На 1 кВт потребляемой установкой мощности можно получить (1,5–6) кВт полезной мощности  |





в тепловых сетях иногда достигают 50% от энергии, отпускаемой потребителю.

Большие потери тепловой энергии имеют место при эксплуатации систем теплоснабжения производственно-бытовых помещений, установок технологического теплопотребления локомотивных и вагонных депо. Значительные резервы экономии ТЭР существуют в нетяговой теплоэнергетике подвижного состава (в частности, при отоплении вагонов).

В связи с этим можно привести ряд характерных примеров, связанных с потерями энергии при эксплуатации энерготехнологических систем и оборудования (см. таблицу 2).

### ГДЕ И КАК СБЕРЕЧЬ

Уже не в первый раз проблему энергосбережения на железнодорожном транспорте причастные структуры сначала МПС, а затем ОАО «РЖД» пытаются решить посредством проведения энергоаудита на предприятиях и в подразделениях железнодорожного транспорта отдельными, в том числе лицензированными для выполнения таких работ бригадами сотрудников ряда организаций (НИИ и вузов железнодорожного транспорта и пр.). До сих пор такой подход не дал и, на наш взгляд, не может дать заметных результатов в масштабах всего комплекса многочисленных и не однородных по мощности, типам, состоянию, условиям эксплуатации объектов стационарной теплоэнергетики.

Нам представляется, что решение задач энергосбережения в стационарной теплоэнергетике железнодорожного транспорта возможно только на основании системного подхода, который должен включать в себя ряд обязательных мер организационно-технического характера, а именно:

1. Повсеместное введение энергетического **самообследования** предприятий и подразделений взамен энергоаудита отдельными группами специалистов на ограниченном количестве объектов. При этом результаты энергетического обследования должны заноситься в таблицы, специально разработанные для этих целей в электронном виде и которые

по своему содержанию должны отражать не только перечень элементов системы производства, распределения и потребления ТЭР, их технические характеристики (как энергетическом паспорте), но и сведения об их техническом состоянии на период проведения энергоаудита. Разработка таких таблиц может быть выполнена на договорной основе с ОАО «РЖД» кафедрами теплоэнергетического профиля вузов железнодорожного транспорта. При необходимости сведения, содержащиеся в электронных таблицах, нетрудно собрать и обработать в соответствующих структурах холдинга для составления перечня энергосберегающих мероприятий местного или отраслевого значения, выработки адекватной новым задачам технической политики.

2. Введение в структурных подразделениях ОАО «РЖД» (в каких границах — вопрос подлежит обсуждению) профильной должности (возможно, на контрактной основе) с целью обеспечения **«энергетического менеджмента»**.

Задачами такого рода деятельности, как, например, в европейских странах с развитой экономикой, являются:

— сбор информации о потреблении энергоресурсов подразделением в целом и отдельными потребителями;

— анализ эффективности использования на регулярной основе (например, еженедельно или ежедневно) энергоресурсов в подразделениях;

— информирование руководителя предприятия и потребителей о количестве реализованных энергоресурсов и эффективности их использования;

— планомерная работа со структурными подразделениями и техническими службами по снижению уровня энергопотребления и повышению эффективности использования энергоресурсов.

Следует особо подчеркнуть: для замещения должностей с задачами обеспечения «энергетического менеджмента» в сфере стационарной теплоэнергетики железнодорожного транспорта предпочтительными являются выпускники отраслевых вузов по профилю «Промышленная теплоэнергетика».

3. Разработка **списка рекомендаций** по топливоэнергосбережению, которые



должны быть классифицированы по трём категориям:

– беззатратные и малозатратные, осуществляемые в порядке текущей деятельности предприятия;

– средnezатратные, осуществляемые чаще всего за счёт собственных средств предприятия;

– многозатратные, требующие дополнительных инвестиций и осуществляемые, как правило, с привлечением заёмных средств.

Именно выполнение энергосберегающих мероприятий по списку и в соответствующие сроки должно являться или будет являться предметом отчётности для вышестоящей структуры.

К числу приоритетных направлений по энергосбережению в стационарной теплоэнергетике железнодорожного транспорта можно отнести:

1. Совершенствование норм потребления топлива и энергии, а также разработку и обоснование стандартов по энергоэффективности (допустимому уровню потерь топлива и энергии) для эксплуатируемого или подлежащего установке оборудования в системах теплоснабжения хозяйств ОАО «РЖД».

2. Повышение эффективности технологических процессов производства, распределения и потребления тепловой энергии:

– внедрение технологий, обеспечивающих эффективное сжигание широкого спектра низкосортных твёрдых топлив в котлах малой и средней мощности с экологически приемлемыми характеристиками выбросов в атмосферу продуктов сгорания (в частности, технологии сжигания твёрдых топлив в кипящем слое, которая позволяет снизить «недожог» твёрдого топлива до трёх процентов и менее);

– внедрение эффективных и относительно дешевых способов водоподготовки (например, химическая обработка воды с помощью комплексонов оказывается, по некоторым данным, в 40–45 раз дешевле Na-катионирования и позволяет существенно снизить отрицательное воздействие на окружающую среду из-за отсутствия сточных вод);

– использование современных материалов и способов изоляции тепловых сетей, обеспечивающих значительное уменьшение потерь энергии при транспортировке теплоносителей, а также материалов, существенно увеличивающих сроки службы тепловых сетей;

– снижение температурного потенциала теплоносителей, обеспечивающих технологические процессы на железнодорожном транспорте, например, использование моющих средств для обмывки кузовов подвижного состава при температуре 30÷50° С;

– замена пара как теплоносителя на горячую воду с относительно невысокими температурами;

– разработка и внедрение способов уменьшения потерь энергии при эксплуатации систем теплоснабжения зданий и сооружений производственно-бытового назначения.

3. Широкое внедрение средств автоматизации и контроля параметров при производстве, распределении и потреблении тепловой энергии; диспетчеризация управления работы мелких котельных.

Разумеется, перечень мероприятий по энергоэффективности должен сочетаться с ожидаемыми результатами их экономической эффективности. Однако проработка именно этих вопросов в большинстве случаев является наиболее слабой или вообще неприемлемой в отчётах по энергоаудиту.

Дело в том, что оценка экономической эффективности энергосберегающих мероприятий, например, касающихся теплоснабжения, остается весьма затруднительной, поскольку определяется совокупностью многих факторов – наряду со стоимостью ТЭР еще и стоимостью материалов, конструкций, средств автоматизации; стоимостью проведения проектных, конструкторских, строительных, монтажных, наладочных работ и т. п.

В связи с этим представляются интересными данные Института энергетических исследований РАН по оценке экономической эффективности энергосберегающих технологий в сфере теплоснабжения [3] на основании опыта их реализации





компанией ОАО МОЭК (Московская объединенная энергетическая компания).

К числу оцениваемых экспертами института мероприятий относятся:

– замена старых труб с изоляцией из минеральной ваты на трубы из сшитого полиэтилена (СПЭ) и стальные трубы с пенополиуретановой (ППУ) изоляцией, что обеспечивает значительное снижение технологических потерь тепловой энергии при её передаче;

– повышение эффективности регулирования подачи тепловой энергии потребителям в соответствии с температурным графиком (реконструкция узлов учёта и регулирования на центральных тепловых пунктах – ЦТП, автоматизация ЦТП, установка пластинчатых подогревателей и т. п.), что позволит сократить расходы тепловой энергии у потребителей;

– внедрение на тепловых пунктах частотно-регулируемых приводов (ЧРП) насосов, что поможет снижению расхода электроэнергии на собственные нужды теплоснабжающей организации;

– повышение КПД котлов на тепловых станциях (в котельных) путём их реконструкции или замены, что даёт возможность сократить потребление топлива при производстве теплоты.

Анализ показал, что при существовавших в 2008 году тарифах на тепловую (и электрическую) энергию только внедрение ЧРП на тепловых пунктах окупается в среднем менее чем за 3,5 года.

Экономия на потерях в новых тепловых сетях может полностью покрыть расходы на их прокладку лишь при гипотетическом на 20% удорожании тепловой энергии в течение всего срока службы новых труб, но и тогда для окупаемости потребуется 20 лет.

Проекты по повышению эффективности регулирования подачи тепловой энергии априори считаются невыгодными для теплоснабжающей организации, поскольку приводят к сокращению объемов полезного отпуска тепла потребителям и, следовательно, к снижению потенциальной выручки от реализации тепловой энергии. При этом чем больше доля собственной выработки в общем объеме отпускаемой потребителям тепло-

вой энергии, тем обременительнее для теплоснабжающей организации становятся мероприятия, призванные поднять эффективность идущих процессов.

Инвестиции в реконструкцию и замену котлов окупаются благодаря денежным потокам от реализации теплоты потребителям. Как показали расчёты, выигрыш от снижения удельного расхода газа сможет покрыть все расходы на замену котла только при ежегодном удорожании газа на 35% в течение всего срока службы нового котла (25 лет), но даже при таком гипотетическом удорожании топлива срок окупаемости проекта превысит 22 года.

Рассмотренные примеры говорят о том, что в реализации плана мероприятий по повышению эффективности топливо-энергоиспользования (совокупности энергосберегающих мероприятий) ориентироваться исключительно на экономию ТЭР оказывается недостаточным, и во многих (особенно затратных) случаях следует исходить прежде всего из необходимости модернизации или повышения надёжности системы энергоснабжения в целом.

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Проблема уменьшения потребления ТЭР вообще и в стационарной теплоэнергетике железнодорожного транспорта в частности непосредственно связана с уменьшением количества выбросов, загрязняющих окружающую среду (пропорциональном количеству сжигаемого топлива).

Доля негативного воздействия железнодорожной отрасли в общем объёме загрязнений среды при использовании ТЭР составляет в масштабах страны:

~ 0,72% – по выбросам в атмосферу от стационарных источников;

~ 1,0% – по выбросам от передвижных источников.

По данным ОАО «РЖД» за 2007 год выбросы вредных веществ в атмосферный воздух по отрасли (хотя железнодорожный транспорт является достаточно «чистой» с точки зрения экологии сферой производственной жизни) составили 425,4 тыс. т.

По стационарным источникам выбросы загрязняющих веществ распределились следующим образом:

– 118,5 тыс. т – котельные (80%),

– 29,6 тыс. т – прочие источники,

в том числе: оксид углерода CO – 50,6 тыс. т, углеводороды  $C_nH_m$  – 1,4 тыс. т, оксиды азота  $NO_x$  – 12,6 тыс. т, диоксид серы  $SO_2$  – 34,4 тыс. т, твёрдые вещества – 38,6 тыс. т.

Выбросы загрязняющих веществ по передвижным источникам:

– 211,9 тыс. т – маневровые и магистральные тепловозы,

– 51,7 тыс. т – автотранспортные средства, тракторы, самоходная дорожно-строительная техника,

– 13,6 тыс. т – самоходный и специальный подвижной состав.

Таким образом, в 2007 году выбросы от стационарных источников (котельные, шпалопропиточные и вагонные депо, заводы по ремонту подвижного состава и путевой техники, предприятия промышленного железнодорожного транспорта и пр.) составили 34,9% от общего количества вредных выбросов в отрасли (27,9% – непосредственно от котельных).

В феврале 2009 года была утверждена «Экологическая стратегия ОАО «Российские железные дороги»» [4], которой предусмотрено в сфере охраны атмосферного воздуха на среднесрочную перспективу, то есть до 2015 года, сокращение на 30% объёмов выбросов твёрдых летучих веществ от стационарных источников, в первую очередь – от котельных; в долгосрочной перспективе, к 2030 году, намечено довести указанные показатели до 50÷70% и обеспечить на стационарных объектах железнодорожного транспорта соответствие уровня выбросов загрязняющих веществ установленным предельно допустимым нормативам.

Реализация таких обязательств является непростой задачей, которая требует значительных инвестиций, связанных с заменой оборудования, внедрением современных экологически чистых и ресурсосберегающих технологий, расширением использования весьма дорогостоящих газоочистных и пылеулавливающих устройств.

До последнего времени управление природоохранной деятельностью в ОАО «РЖД» осуществлялось на четырех основных уровнях:

- центральный аппарат управления компании (отдел охраны природы);

- управления железных дорог и другие филиалы компании (на 15 железных дорогах действовали отделы охраны природы, еще на двух – секторы охраны природы);

- отделения дорог (секторы охраны природы были сформированы в 44 отделениях);

- структурные подразделения отделений и другие звенья железных дорог (природоохранные функции выполняли отдельные специалисты или экологические лаборатории).

В связи с реформированием отрасли потребуются оптимизация структуры природоохранной деятельности при сохранении поставленных задач и, как показывает опыт, сокращения количества непосредственных исполнителей. В этих условиях экспериментальные методы определения количества загрязняющих атмосферу выбросов от сжигания топлива, которые предполагают использование значительных людских ресурсов, наличие дорогостоящей измерительной техники, а также соблюдение особых требований при выполнении измерений, должны по возможности заменяться надёжными расчётными методиками, основанными на объективных закономерностях сжигания различных топлив.

В 2009 году кафедрой «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» МИИТ была предложена многофункциональная программа расчёта выбросов в атмосферу продуктов сгорания различных топлив в котлах, типы которых наиболее распространены на железнодорожном транспорте. Результаты работы получили положительную оценку в отделе охраны природы ОАО «РЖД». Предполагалось в течение 1,5÷2 лет после апробации на реальных объектах и некоторых уточнений внедрить программу в хозяйствах холдинга. К сожалению, из-за сокращения финансирования дальнейшее совершен-







ствование программы расчётов было прекращено.

## О СОЗДАНИИ СОБСТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Политика отстранения государства от управления энергетическим хозяйством, проводимая в последние годы РАО ЕЭС, привела к стремительному росту стоимости единицы генерируемой энергии (электрической и тепловой) [5].

В этих условиях своевременной и жизненно необходимой для ОАО «РЖД» становится реализация давно обсуждаемого проекта создания собственных источников энергии.

Одним из вариантов наиболее эффективного решения проблемы является строительство в газифицированных и энергодефицитных районах страны собственных электростанций с когенерационным циклом получения энергии на базе ГТУ (газотурбинных ТЭЦ), который позволяет существенно снизить себестоимость единицы электрической и тепловой энергии, отпускаемой потребителям.

По предварительным оценкам ОАО «ВНИИЖТ» стоимость единицы произведенной на собственных ГТЭС (газотурбинных электростанциях) тепловой энергии оказывается примерно в 2,7 раза, а электрической — в 2,9 раза меньше существующих тарифов, что дает возможность (в зависимости от мощности станции, её схемы, характера тепловых и электрических нагрузок, региональных особенностей и пр.) «уложиться» в сроки окупаемости строительства до четырех лет. Кроме того, изношенность оборудования в электроэнергетике, превышающая уровень 50%, возрастающие трудности в предотвращении техногенных катаклизмов и террористических акций создают потенциальные предпосылки к снижению надежности энергоснабжения объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта.

Для полного понимания сложившейся ситуации следует иметь в виду, что электрическая энергия в настоящее время потребляется структурами ОАО «РЖД» из систем первичного электро-снабжения (СПЭ) (частей ранее единой

энергетической системы страны) через так называемые тяговые подстанции (ТП), главным назначением которых является «питание» тяговой нагрузки. Причем тяговая нагрузка очень неравномерна по времени и за секунды может возрастать или падать на 7÷10 МВт.

Однако кроме тяговой нагрузки ТП одновременно питают часть собственных нетяговых и сторонних районных потребителей. Эта районная нагрузка довольно велика и для её обеспечения, согласно государственным проектам электрификации железных дорог СССР, предусматривалось от 25 до 50% мощности ТП. Реализация такого решения позволяла интенсивно развивать зауральские районы в полосе электрификации железных дорог. Важно при этом отметить, что характер собственных нетяговых и сторонних районных нагрузок очень спокойный, без резких скачков и сбросов.

Возможность создания собственного сектора генерации электроэнергии или участие ОАО «РЖД» в работе предприятий ТЭК в качестве совладельца энергетических мощностей предполагается энергетической стратегией холдинга, разработанной в соответствии с аналогичной общероссийской.

Учитывая актуальность рассматриваемой проблемы, кафедра «Теплоэнергетика железнодорожного транспорта» МИИТ приступила к исследованиям эффективности вариантов использования ГТУ как источников генерации энергии (электрической и тепловой) для нужд железных дорог. Дело в том, что работа ГТУ без теплофикационной нагрузки позволяет обеспечить её КПД на уровне до 25–30%, тогда как реализация теплоты уходящих газов из ГТУ для целей тепло-снабжения потребителей поднимает значения коэффициента использования теплоты топлива до 85÷86% в зависимости от величины теплофикационной нагрузки.

Поэтому принятие решения о строительстве ГТУ ТЭЦ должно основываться на результатах анализа характера, а также объёмов присоединённых электрических и тепловых нагрузок. Эти результаты могут быть получены путём обследования объектов железнодорожного транспорта

и сторонних потребителей энергии, расположенных на прилегающих территориях.

Следует заметить, что газотурбинные установки, вообще говоря, не приспособлены для непосредственного питания тяговой нагрузки. Это объясняется тем, что тяговая нагрузка, о чем говорилось ранее, имеет явно выраженный пиковый характер, при котором значения токов достигают максимума и падают до нуля практически за секунды, то есть со скоростью, на которую не способны реагировать ГТУ.

При параллельной работе с СПЭ газотурбинная установка снимет значительную долю «спокойной» нагрузки, переложив на СПЭ все «пики» тяговой нагрузки. Это увеличит потери в сетях СПЭ и генераторах, что приведёт к ухудшению качества энергии, которую получают другие потребители, и как следствие — некоторому повышению цены на электроэнергию, отпускаемую СПЭ.

Однако совместно со специальными техническими устройствами ГТЭС уже в ближайшей перспективе могут быть использованы и для питания «чисто» тяговой нагрузки. Такими устройствами являются накопители энергии (ёмкостные и сверхпроводниковые). Накопитель энергии позволит ГТЭС работать в длительном спокойном режиме, без резких скачков токов нагрузки, которые будут мгновенно «обеспечиваться» электрической энергией, поступающей из накопителя.

Работы по созданию мощных накопителей энергии проводятся в Японии, США, Германии. В течение ряда лет ис-

следованиями в этой области занимались в МИИТ.

Кроме того, при параллельной связке с СПЭ требует своего решения проблема выбора мощности и структуры ГТУ ТЭЦ с учётом снижения рисков при возникновении чрезвычайных и аварийных ситуаций в энергообеспечении железнодорожного транспорта в реальных условиях производственного процесса.

Актуальными для отрасли остаются также вопросы использования газопоршневых установок в качестве источников тепловой и электрической энергии, внедрения тепловых насосов, привлечения альтернативных возобновляемых энергоресурсов.

Для решения перспективных проблем железнодорожного транспорта и, в частности, тех, которые были затронуты в статье, следует более активно привлекать сотрудников отраслевых вузов, обладающих большим научным и в настоящее время недостаточно востребованным потенциалом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ использования топливно-энергетических ресурсов в холдинге «РЖД» за 2010 год/ Управление планирования и нормирования материально-технических ресурсов.
2. Распоряжение ОАО «РЖД» от 15 декабря 2011 г. № 2718 р «Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2015 года и перспективу до 2030 года».
3. Малахов В. А. Оценка экономической эффективности внедрения энергосберегающих технологий в сфере теплоснабжения//Теплоэнергетика. — 2012. — № 3.
4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 13 февраля 2009 г. № 293 р «Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2015 г. и перспективу до 2030 г.».
5. Батенин В. М., Зейгарник Ю. В., Масленников В. М. О стратегии развития энергетики России (10 лет спустя)//Теплоэнергетика. — 2012. — № 4. ●

## STATIONARY HEAT-AND-POWER MACHINERY FOR RAILWAYS

**Minaev, Boris N.** – D.Sc. (Tech), professor, head of the department of heat-and-power engineering of railways of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

**Kostin, Alexander V.** – Ph. D. (Tech), associate professor of Moscow State University of Railway Engineering (MIIT).

*The authors study modern conditions of railway stationary heat-and-power machinery, problems of power auditing and application by railway enterprises of own sources of power generation, and assess outlook for these processes.*

**Key words:** railways, fuel and energy resources, power saving, fuel combustion, harmful emissions, own sources of power generation, gas-turbine heat electric power station.

Координаты авторов (contact information): Минаев Б. Н., Костин А. В. – minaev@miit.ru

