

УДК 629.42 : 621.311

Н. В. КИРИК^{1*}

^{1*} Каф. «Транспортные узлы», Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», ул. Кирова, 34, 246653, г. Гомель, Республика Беларусь, ORCID 0000-0002-7054-0454

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ

Аннотация Высшим приоритетом энергетической политики Республики Беларусь является повышение эффективности использования энергии как средства для снижения затрат общества на энергоснабжение, обеспечения устойчивого развития страны и повышения конкурентоспособности производительных сил. На сегодняшний день государство не имеет возможностей за счет собственных извлекаемых ресурсов в полной мере обеспечить топливно-энергетическими ресурсами их потребителей. Железнодорожный транспорт является одним из основных потребителем энергоресурсов, и поэтому вопросы реализации политики энергосбережения на железнодорожном транспорте получили первостепенное значение. Хотя железнодорожный транспорт, выполняя технологические функции перемещения большого объема грузов и большого количества пассажиров на значительные расстояния, является энергоемкой сферой промышленного производства, тем не менее, среди других видов транспорта по удельным расходам топливно-энергетических ресурсов на единицу производимой работы железнодорожный транспорт является наиболее экономичным видом транспорта. Основная доля расходуемых энергоресурсов приходится на перевозочную работу, а именно на тягу поездов. Кроме перевозочного процесса, что является основой его деятельности, железнодорожный транспорт расходует топливно-энергетические ресурсы на обеспечение работы обслуживающей перевозки инфраструктуры, ремонтное производство и частично – на социальную сферу. Большая доля используемых топливно-энергетических ресурсов приходится на локомотивы и локомотивные депо. В статье рассмотрены вопросы, связанные с исследованием факторов, влияющих на расход топливно-энергетических ресурсов, и мероприятия по повышению энергоэффективности локомотивов.

Ключевые слова: энергетическая стратегия, энергосбережение, энергоэффективность, топливно-энергетические ресурсы, локомотивы.

Эффективное использование топливно-энергетических ресурсов является одной из важнейших задач, стоящих перед экономикой Республики Беларусь и обеспечивающей энергетическую безопасность страны [1]. Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении», а также новая редакция Концепции энергетической безопасности Республики Беларусь (до 2035 года) с учетом создания Единого экономического пространства России, Беларуси и Казахстана определяют энергетическую эффективность экономики страны одним из приоритетных и стратегических ориентиров долгосрочной государственной политики в области энергосбережения. Среди основополагающих задач выделяются повышение энергетической самостоятельности, диверсификация поставщиков и видов энергоресурсов, снижение энергоемкости валового внутреннего продукта (ВВП), уменьшение зависимости энергетики от природного газа, поддержание надежности поставок топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) конечным потребителям, повышение устойчивости экономики к резкому повышению цен на импортируемые энергоресурсы.

Одним из основных значений для развития экономики государства является понятие транспортной инфраструктуры, включающей в себя и железнодорожный транспорт, который осуществляет перевозки пассажиров и грузов по территории республики и за ее пределы.

Белорусская железная дорога органично интегрирована в единую транспортную систему Республики Беларусь. Во взаимодействии с другими видами транспорта она обеспечивает удовлетворение потребностей в перевозках населения, экономики и государства в целом [2].

Доля Белорусской железной дороги в общем объеме грузооборота в 2014 году составила около 63 %, в общем объеме пассажирооборота – около 38 % [4]. К примеру, на ОАО «РЖД» этот показатель составляет около 40 %, а на китайских железных дорогах – не более 25 % (поскольку основная часть грузооборота приходится на водные виды транспорта).

Таким образом, можно выделить основополагающую роль железнодорожного транспорта в развитии экономики страны, а, следовательно, и в потреблении ТЭР.

Железнодорожный транспорт, в целом, и Белорусская железная дорога, в частности, является одним из крупнейших потребителей ТЭР в стране. В современных условиях развития экономики и сложившейся нестабильной политической ситуации в мире энергетическая эффективность является одним из важнейших факторов повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта на внутреннем и международном рынках транспортных услуг.

Государственное объединение «Белорусская железная дорога» как один из крупнейших потребителей ТЭР первоочередное внимание уделяет значимости влияния энергоэффективности на финансовые результаты своей деятельности. По заказу Белорусской железной дороги учреждением образования «Белорусский государственный университет транспорта» в 2008 г. была разработана Энергетическая стратегия Белорусской железной дороги до 2020 года [5], целью которой является оптимизация потребления ТЭР при реализации услуг, связанных с перевозкой грузов и пассажиров, а также сохранением энергетической безопасности и энергонезависимости Белорусской железной дороги.

Энергетическая стратегия Белорусской железной дороги до 2020 года определила следующие основные направления развития Белорусской железной дороги в рамках реализации политики энергосбережения [5]:

- полное и надежное энергообеспечение перевозочного процесса железной дороги в объемах, определяемых развитием экономики Республики Беларусь и ее внешнеэкономическими связями, как по мощностным параметрам, так и по энергоносителям;

- коренное улучшение и модернизация структуры управления энергетическим комплексом отрасли на основе современных автоматизированных информационных технологий, систем учета и мониторинга расходования энергоресурсов, взаимовыгодных систем взаимодействия производителей и потребителей энергоресурсов отрасли;

- снижение энергоемкости перевозочного процесса и удельных затрат на энергопотребление во всех сферах деятельности железнодорожного транспорта (тяга, инфраструктура, эксплуатация, ремонт, производство, социальная сфера);

- снижение потребности в энергоносителях и затрат на их приобретение;

- минимизация техногенного воздействия железнодорожной энергетики на окружающую

среду.

При этом в области тягового подвижного состава были определены перспективы по организации работ, связанных с разработками маневрового тепловоза с гибридной силовой установкой, позволяющего обеспечить экономию топлива до 30 %. Использование нетрадиционных альтернативных видов топлива предусматривает возможность и эффективность применения горючих отходов (бывших в употреблении шпал, промасленной ветоши, отработанных масел и смеси нефтяных отходов), а биотоплива – для автономного подвижного состава и специального тягового подвижного состава. Особое внимание энергетическая стратегия уделяет научно-техническому решению задач использования топливно-энергетических ресурсов на Белорусской железной дороге.

Несмотря на то, что железнодорожный транспорт, выполняющий технологические функции перемещения большого объема грузов и большого количества пассажиров на значительные расстояния, является энергоемкой сферой промышленного производства, тем не менее, по удельным расходам топливно-энергетических ресурсов на единицу производимой работы железнодорожный транспорт является наиболее экономичным видом транспорта по сравнению с другими. Помимо перевозочного процесса, который является основой его деятельности, железнодорожный транспорт расходует ТЭР также и на обеспечение работы обслуживающей перевозки инфраструктуры, ремонтное производство и частично – на социальную сферу.

Распределение по энергоемкости потребителей ТЭР отличается значительной неоднородностью. Наиболее крупными потребителями ТЭР являются локомотивные депо, вагонные депо и т. д., которые также как и промышленные предприятия, располагаются в крупных промышленных центрах. Большинство из них в связи с исторически сложившимися взаимосвязями расположены вблизи вокзалов в центрах городов, окружены сетью железнодорожных путей и плотно ограничены городской застройкой. Такое местонахождение создает значительные трудности при проведении реконструкции и модернизации системы энергопотребления крупных объектов.

Основная доля расхода топливно-энергетических ресурсов на Белорусской железной дороге приходится на тягу поездов (свыше 200 тыс. т в год). Поэтому приоритетным направлением в реализации политики

энергосбережения является совершенствование, прежде всего, основного вида деятельности – перевозочного процесса.

Одним из приоритетных направлений совершенствования перевозочного процесса является повышение энергетической эффективности железнодорожного транспорта. Под энергетической эффективностью (энергоэффективностью) понимается величина, отражающая отношение полученного эффекта от использования ТЭР к затратам топливно-энергетических ресурсов, произведенным в целях получения такого эффекта.

В настоящее время Республика Беларусь импортирует около 82 % энергоносителей. В условиях нестабильности мировых цен на углеводородное топливо решение проблемы по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов железнодорожной инфраструктурой, сокращению потерь на непроизводительные нужды приобретает первостепенное значение [3].

Доля потребленного Белорусской железной дорогой дизельного топлива в общем расходе транспортного комплекса страны составляет около 15 %, в целом по стране – 5 %, а доля потребленной электрической энергии не превышает 1,2 % в общереспубликанском объеме. Поэтому повышение энергоэффективности же-

лезнодорожного транспорта является одной из приоритетных задач отрасли, решение которой позволит повысить конкурентоспособность отрасли по сравнению с другими видами транспорта, и тем самым получить определенный социально-экономический эффект от сдерживания роста тарифов на перевозки [2].

В настоящее время из общего объема расходов энергоресурсов на тягу поездов приходится около 44 % на дизельное топливо и около 17 % – на электрическую энергию.

Таким образом, можно выделить несколько основных направлений повышения эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на железнодорожном транспорте, к которым относятся:

- оптимизация перевозочного процесса, а также внедрение интеллектуальных технологий в практику эксплуатационной работы с учетом зарубежного опыта [6, 7];
- совершенствование системы нормирования расхода топлива;
- разработка и внедрение технических мероприятий, направленных на совершенствование подвижного состава и его взаимодействие с путевой инфраструктурой.

Существует множество факторов, влияющих на расход ТЭР на тягу поездов (рис. 1) [8].

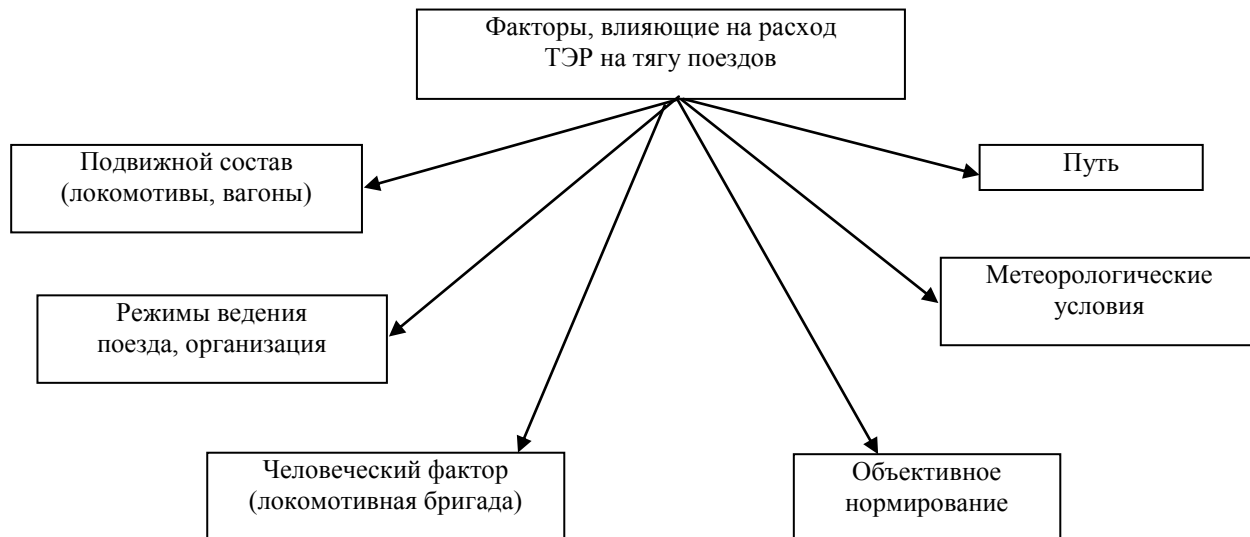


Рис. 1. Факторы, влияющие на расход ТЭР на тягу поездов

Полный расход ТЭР, потребляемых подвижным составом, состоит из энергии, расходуемой на движение поезда, собственные нужды локомотива, отопление пассажирских вагонов, маневровые передвижения по деповским и станционным путям.

Движение поезда сопровождается действием сил, направленных против его движения.

Действие этих сил заменяется эквивалентной силой – силой сопротивления движению поезда, которая подразделяется на основное и дополнительное сопротивление движению поезда и определяется не только характеристиками локомотива и вагонов, но и состоянием пути и метеорологическими условиями.

Силы основного сопротивления движению

обусловлены трением в подшипниках подвижного состава, взаимодействием колесных пар с рельсами и сопротивлением от воздействия воздушной среды при отсутствии ветра. Силы дополнительного сопротивления движению возникают от уклонов и кривых участков пути, при трогании с места, при действии встречного и бокового ветра.

Температура наружного воздуха определяет степень вязкости смазки. С понижением температуры возрастает воздушное сопротивление, а зимой возникают силы дополнительного сопротивления: это сопротивление гребней бандажей колесных пар при движении по снежному покрову, сопротивление самого снежного покрова, лежащего на рельсах, и т.д.

Большое влияние оказывает боковой ветер, так как под его воздействием подвижной состав смещается в сторону и возникает трение гребней колесных пар о боковую поверхность рельса.

На сопротивление движению оказывает влияние участок пути, по которому проходит подвижной состав и который характеризуется своим профилем и планом. При движении поезда по уклонам и кривым расход ТЭР будет зависеть от их крутизны и протяженности, длины и радиуса кривой. С увеличением крутизны подъема возрастает и расход энергии. Также он возрастает на кривой участка при уменьшении радиуса кривой.

Конструкция и состояние верхнего строения пути также влияют на сопротивление движению поезда. Большое влияние на расход энергии оказывает неудовлетворительное состояние пути, повышенный износ которого приводит к ухудшению движения подвижного состава, а, следовательно, к увеличению расхода ТЭР.

Значительное влияние на расход энергии оказывает тип и техническое состояние локомотива. Локомотивы подразделяют по типам энергетических установок, по виду выполняемой работы и по назначению. Тип локомотива характеризуется такими параметрами, как номинальная мощность, сила тяги, коэффициент полезного действия, сцепная масса, часовой расход энергии и др.

Важной характеристикой подвижного состава является его масса и степень использования грузоподъемности вагонов. Перевозка грузов в неполновесных составах или в не полностью загруженных вагонах приводит к увеличению удельного сопротивления движению, а значит и к перерасходу энергоресурсов на тягу поездов. С увеличением массы состава и за-

грузки вагонов уменьшается расход энергии на единицу выполненной работы.

Влияет на общий расход энергии и характер груза. Сыпучие и жидкие грузы раскачивают вагон во время движения, создавая тем самым дополнительное сопротивление.

Для снижения расхода ТЭР большое значение имеет исправное техническое состояние подвижного состава. Износ деталей приводят к ухудшению динамики, плавности движения поезда и повышенному расходу ТЭР.

На расход энергии на электрифицированных линиях влияет род тока и напряжение в контактной сети. Недостатком системы электропитания постоянного тока является то, что такой ток очень трудно трансформировать, т.е. повышать или понижать напряжение без значительных потерь. Чем выше мощность электровоза, тем больше потери. Значительные потери электроэнергии создаются большими величинами потребляемых токов. На переменном токе также существуют недостатки: чем больше объемы движения на участке, тем больше убытки от использования переменного тока в части размера затрат электроэнергии на перемещение единицы груза. Кроме того, в контактной сети имеют место определенные потери части электрической энергии, затрачиваемой на преодоление сопротивления цепей электропитания.

Расход энергии на собственные нужды локомотива складывается из энергии, необходимой для работы вспомогательных машин, питания цепей управления, освещения электроподвижного состава.

На расход энергии за поездку также влияют все факторы, связанные с отклонением скорости от расчетной при движении состава по пути следования. Непредусмотренные графиком движения торможения и разгоны, простой на остановках приводят к дополнительным потерям.

При использовании локомотивной бригадой рациональных режимов управления локомотивами можно добиться значительного снижения энергопотребления.

Таким образом, можно отметить, что важной задачей локомотивного комплекса является снижение непроизводительного расхода ТЭР на тягу поездов. Одним из основных резервов повышения эффективности топливо- и энергопотребления локомотивами является улучшение их технического состояния при сервисном обслуживании, снижение непроизводительных затрат ТЭР при простое в ожидании работы и

ремонта, использование новых (модернизированных) серий локомотивов с низким уровнем топливо- и энергопотребления, применение ресурсосберегающих технических средств и технологий, использование механизма мотивации топливо- и энергосбережения [9].

Одним из динамично развивающихся направлений в области экономного расходования ТЭР на тягу поездов и простой локомотивов в «горячем» состоянии в ожидании работы является использование ресурсосберегающих технических средств, к которым относятся средства регистрации параметров тепловоза и контроля расхода дизельного топлива.

К энергоэффективным мероприятиям в локомотивном комплексе также относятся:

– возврат электрической энергии в контактную сеть при использовании рекуперативного торможения;

– перевод дизелей на электронную систему управления впрыском топлива, что позволяет обеспечить приспособляемость дизеля к внешним условиям в поездной работе снизить расход топлива на примерно на 5 %, сократить эксплуатационные расходы и улучшить его экологические характеристики;

– приведение размера и состава локомотивного парка к фактическому объему перевозочной работы и т. п.

Следовательно, выполнение этих мероприятий обеспечит дальнейшее снижение непроизводительных расходов ТЭР на тягу поездов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Энергосбережение на железнодорожном транспорте : учебник для вузов / В. А. Гапанович, В. Д. Авилов, Б. А. Аржанников [и др.] ; под ред. В. А. Гапановича. – Москва : Изд. Дом МИСиС, 2012. – 620 с.

2. Симаков, Р. С. Повышение энергоэффективности ОАО «РЖД» в контексте энергетической страте-

гии России / Р. С. Симаков // Вестн. ВНИИЖТа. – 2014. – № 6. – С. 21-25.

3. Негрей, В. Я. Повышение энергоэффективности перевозочного процесса на белорусской железной дороге / В. Я. Негрей [и др.] / Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 3. – С. 81-86.

4. Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электрон. ресурс]. – Режим доступа : <http://www.belstat.gov.by>.

5. Энергетическая стратегия Белорусской железной дороги до 2020 года. Ч. I : отчет о НИР в 2-ух ч. : 5255 / Белорус. гос. ун-т трансп.; рук. В. Я. Негрей; исполн. В. М. Овчинников [и др.]. – Гомель, 2009. – 504 с. – Библиогр.: С. 504. – № ГР 2008305.

6. Козаченко, Д. Н. Проблемы использования частных локомотивов для выполнения перевозок на магистральном железнодорожном транспорте / Д. Н. Козаченко, Р. В. Вернигора, Н. И. Березовый // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 3. – С. 40-46.

7. Вернигора, Р. В. Перспективы создания адаптивной системы оперативного управления работой локомотивов и локомотивных бригад / Р. В. Вернигора, Л. О. Ельникова // Транспортні системи і технології перевезень : зб. наук. пр. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна – Дніпропетровськ, 2012. – Вип. 4. – С. 25-29.

8. Вялкова, С. О. Факторы, влияющие на расход электрической энергии на тягу поездов [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <http://www.http://cyberleninka.ru/article/n/factory-vliayushchie-narashod-elektricheskoy-energii-na-tyagu-poezdov>.

9. Игин, В. Н. Резервы повышения энергоэффективности локомотивов / В. Н. Игин [и др.] / Железнодорожный транспорт. – 2015. – № 3. – С. 50-54.

Статья рекомендована к публикации к.т.н., доц. Пожидаевым С. А. (Республика Беларусь)

Поступила в редколлегию 17.10.2015.

Принята к печати 19.10.2015.

Н. В. КІРІК

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЛОКОМОТИВІВ

Анотація. Вищим пріоритетом енергетичної політики Республіки Білорусь є підвищення ефективності використання енергії як засобу для зниження витрат суспільства на енергопостачання, забезпечення сталого розвитку країни та підвищення конкурентоспроможності продуктивних сил. На сьогоднішній день держава не має можливостей за рахунок власних видобутих ресурсів повною мірою забезпечити паливно-енергетичними ресурсами їх споживачів. Залізничний транспорт є одним з основних споживачем енергоресурсів, і тому питання реалізації політики енерго-заощадження на залізничному транспорті отримали першорядне значення. Хоча залізничний транспорт, виконуючи технологічні функції переміщення великого обсягу вантажів і великої кількості пасажирів на значні відстані, є енергоємною сферою промислового вироб-

ництва, тим не менше, серед інших видів транспорту по питомим видатках паливно-енергетичних ресурсів на одиницю виробленої роботи залізничний транспорт є найбільш економічним видом транспорту. Основна частка витрачаються енергоресурсів припадає на перевозочну роботу, а саме на тягу поїздів. Крім перевізного процесу, що є основою його діяльності, залізничний транспорт витрачає паливно-енергетичні ресурси на забезпечення роботи обслуговуючої перевезення інфраструктури, ремонтне виробництво і частково - на соціальну сферу. Велика частка використаних паливно-енергетичних ресурсів припадає на локомотиви та локомотивні депо. У статті розглянуті питання, пов'язані з дослідженням факторів, що впливають на витрату паливно-енергетичних ресурсів, і заході з підвищення енергоефективності локомотивів.

Ключові слова: енергетична стратегія, енергозбереження, енергоефективність, паливно-енергетичні ресурси, локомотиви.

N. KIRIK

LOCOMOTIVE OPERATION OF ENERGY EFFICIENT TECHNOLOGIES

Abstract The highest priority of the energy policy of the Republic of Belarus is to increase energy efficiency as a means to reduce the costs to society in the energy supply, sustainable development and competitiveness of the productive forces. To date, the state does not have the capacity at its own recoverable resources to fully ensure the fuel and energy resources of their consumers. Rail transport is a major consumer of energy, and therefore questions the policy of energy-savings for rail transport received the utmost importance. Although rail transport, performing processing of the displacement of a large volume of goods and a large number of passengers over long distances is energy-intensive industrial production, however, among the other modes of transport in terms of specific consumption of fuel and energy resources per unit of rail transport is the most economical transport. The main share of consumable energy accounts for transportation work, namely for traction. In addition to the transportation process, which is the basis of its activities, the railway transportation of fuel and energy resources for the provision of transport infrastructure serving the work, production, repair, and partly - in the social sphere. A large proportion of used fuel and energy resources account for locomotives and locomotive depot. The questions related to the study of factors affecting the consumption of energy resources and energy efficiency measures locomotives.

Keywords: energy strategy, energy conservation, energy efficiency, energy resources, locomotives.