

Экономия топлива на железных дорогах Северной Америки

В условиях стабильного роста цен на нефть, возобновившегося после резкого спада во время экономического кризиса, грузовые североамериканские железные дороги первого класса продолжают внедрять технологии и технические средства, позволяющие сократить потребление дизельного топлива.

В 2009 г. железные дороги первого класса потратили на закупку дизельного топлива примерно 7,3 млрд дол. США. Эта статья является второй по величине в общей смете эксплуатационных расходов после заработной платы и пособий. В то же время по сравнению с 2008 г. они сократили затраты на дизельное топливо на 42–56% как за счет благоприятной динамики цен на дизельное топливо (рис. 1), так и в силу уменьшения объема перевозок грузов.

Не менее значительное влияние на снижение расходов по закупке дизельного топлива оказало последовательное внедрение топливосберегающих технологий и оборудования. В течение последних нескольких лет железные дороги первого класса отдавали предпочтение приобретению магистральных и маневровых тепловозов, характеризующихся высокой топливной экономичностью, заменяя ими устаревшие локомотивы с завышенным расходом топлива. Кроме того, эксплуатируемые тепловозы оснащаются системами автоматического пуска и остановки дизельных двигателей (Auto Engine Start Stop, AESS), применяется остановка дизелей вручную, что сокращает время работы силовых установок в режиме холостого хода. Все шире используется смазывание боковых граней рельсов для снижения

сил трения между ними и колесами подвижного состава. Проводится обучение локомотивных бригад экономичным методам вождения поездов.

Проделанная работа дала ощутимый эффект. Так, железная дорога Union Pacific (UP) с 1998 г. добилась повышения эффективности использования топлива более чем на 15%, сократила затраты на топливо на 56% (до 1,8 млрд дол.), при этом экономия топлива превысила 150 млн л.

В то же время возможности проведения малозатратных мероприятий по экономии дизельного топлива практически исчерпаны. Возможные мероприятия становятся все более сложными и требующими значительных расходов. К ним относятся, в частности, реализация распределенной тяги в грузовых

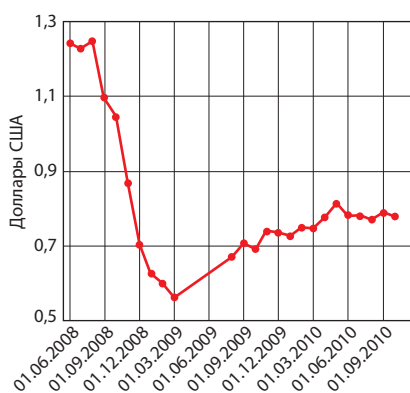


Рис. 1. Динамика цен на дизельное топливо в США

поездах, разработка локомотивов с питанием от топливных элементов, расширение применения лубрикации рельсов, внедрение систем управления регулятором дизеля. Подобные технологии испытываются или внедряются на железных дорогах первого класса с целью дальнейшего снижения удельного расхода дизельного топлива. Изучаются и другие возможности, например совершенствование аэродинамических характеристик контейнерных поездов, хотя нет уверенности в том, что это позволит достичь существенной экономии.

Независимо от того, каким образом и насколько сокращают потребление топлива железные дороги первого класса, они планируют в этом направлении осуществлять все доступные мероприятия. В связи с повышением стоимости сырой нефти средняя цена на дизельное топливо в Северной Америке в феврале 2010 г. составила 2,83 дол., что на 33% больше, чем за год до того. Для снижения расходов на дизельное топливо железные дороги прибегают к различным способам.

Железная дорога CSX Transportation

В 2009 г. CSX Transportation (CSXT) сократила затраты на приобретение дизельного топлива на 53% (до 849 млн дол.). В течение более чем 7 лет здесь функционирует рабочая группа по повышению эффективности использования дизельного топлива, которая обязана ежегодно обеспечивать хотя бы небольшое уменьшение его потребления. Это подразделение, в состав которого входят представители различных служб (специалисты по техническим вопросам, закупкам, финансам и т. д.), использует в своей деятельности как уже проверенные, так и новые методы. В 2009 г. затраты CSXT на приобретение топлива снизились на 62 млн дол., а эффективность его использования возрос-



Рис. 2. Тепловоз железной дороги CSXT с дизель-генераторными установками GenSet

ла на 3,8%, тогда как обычно ежегодное сокращение удельного расхода дизельного топлива не превышало здесь 1,5–2%.

CSXT продолжает пополнять свой локомотивный парк тепловозами семейства Evolution, выпускаемыми компанией General Electric Transportation Systems (GETS). В течение своего срока службы такие локомотивы потребляют на 715,4 тыс. л дизельного топлива меньше по сравнению с тепловозами 2004 г. выпуска.

С 2000 г. CSXT направила на обновление и модернизацию своего локомотивного парка 1,5 млрд дол. В 2011 г. компания планировала приобрести еще 50 тепловозов Evolution. Кроме того, она продолжает закупать маневрово-вывозные тепловозы с силовыми дизель-генераторными установками GenSet постройки компании National Railway Equipment (NREC). В 2010 г. к 15 эксплуатируемым локомотивам этого типа должны прибавиться еще от 10 до 15 ед. Одновременно NREC проводит модернизацию всего парка принадлежащих CSXT тепловозов с установками GenSet (рис. 2), что позволит сэкономить около 38 млн л дизельного топлива. Однако хотя такие манев-

рово-вывозные тепловозы и являются весьма экономичными, в связи со спецификой их использования экономия топлива оказалась не столь существенной по сравнению с аналогичным показателем для современных магистральных локомотивов.

На сети CSXT существенная экономия топлива отмечена также за счет расширения применения на тепловозах обеспечивающей сокращение продолжительности работы дизеля в режиме холостого хода системы AESS, увеличения массы и длины грузовых поездов, оптимизации соотношения мощности локомотива и массы поезда, обучения локомотивных бригад методам эффективного вождения поездов. Планируется введение для машинистов тепловозов оценочных карточек, в которые будут заноситься данные из системы автоматической регистрации параметров работы оборудования локомотива, например в режимах торможения. Их использование должно способствовать дальнейшему повышению квалификации машинистов тепловозов.

Машинисты CSXT проходят обучение экономичному вождению поездов с применением тренажеров.

Железная дорога использует также автоматизированные регистраторы параметров Event Recorder Automated Download (ERAD). Подобно так называемым черным ящикам, устанавливаемым на летательных аппаратах, ERAD осуществляет контроль и запись реальных параметров движения поезда, обеспечивая обратную связь с машинистом, что позволяет контролировать экономичность применяемых локомотивными бригадами режимов движения. Реализация программы внедрения ERAD позволила CSXT с 2005 по 2009 г. сэкономить около 72 млн л дизельного топлива и сократить эмиссию углекислого газа более чем на 200 тыс. т.

Кроме того, CSXT проводит анализ эффективности использования бортовых лубрикаторов для смазывания боковых граней рельсов, что позволяет снизить расход топлива на тягу и износ поверхности катания и гребней колес. В качестве эксперимента такими лубрикаторами оснащены 14 локомотивов. Продолжаются эксплуатационные испытания разработанной компанией GETS системы Trip Optimizer, обеспечивающей автоматическое управление регулятором дизеля, и новой версии системы отображения и регистрации режимов работы оборудования тепловоза (Locomotive Engineer Assist Display and Event Recorder, LEADER), разработанной компанией New York Air Brake (NYAB). Эти системы уже нашли широкое применение на локомотивах железной дороги Norfolk Southern (NS).

Железная дорога Norfolk Southern

В 2004 г. NS совместно с NYAB и Федеральной железнодорожной администрацией США (FRA) приступила к внедрению системы LEADER на участке близ г. Уинстон-Сейлем (штат Северная Каролина), характеризующемся достаточно сложны-

ми условиями эксплуатации. Данная система предназначена для постоянного контроля условий движения, мониторинга расхода топлива и определения оптимальных методов ведения поезда, позволяющих исключить случаи использования нерациональных режимов тяги и торможения и таким образом сократить потребление энергии.

Применение системы LEADER на данном участке позволило NS к середине 2009 г. добиться максимальной экономии топлива на уровне 25% при вождении маршрутных угольных поездов с локомотивами-толкачами. Средняя величина экономии топлива, определенная по результатам измерений, выполненных в ходе более чем 430 поездо-рейсов, превысила 17%. NS планирует внедрение системы LEADER на участке Чикаго (штат Иллинойс) – Крокстон (штат Нью-Джерси). В дальнейшем данной системой будут оснащать локомотивы, используемые не только с углевозными поездами, но и с поездами, перевозящими другие грузы, в том числе контейнеры. На 150 тепловозах уже установлено необходимое оборудование, в том числе на 21 локомотиве в комплекте с программным обеспечением. В январе 2010 г. было организовано два пробных рейса поездов, оснащенных системой LEADER, между Питтсбургом (штат Пенсильвания) и Чикаго. Одновременно ведется подготовка локомотивных бригад к работе с использованием данной системы. Соответствующее обучение должны пройти около 800 машинистов.

Суммарная длина участков, на которых эксплуатируются локомотивы, оснащенные системой LEADER, составляет лишь 7,3% общей протяженности сети NS, однако на них приходится значительная часть грузооборота. Поэтому ожидается, что применение этой системы на указанном направлении даст существенную экономию топлива.

Железная дорога Kansas City Southern

В числе мероприятий, осуществляемых железной дорогой Kansas City Southern (KCS), – программа премирования машинистов за снижение расхода дизельного топлива на тягу поездов. Один раз в квартал менеджеры по эксплуатации выявляют на каждом отделении дороги машинистов, добившихся лучших показателей экономного расходования топлива за счет индивидуального мастерства в вождении поездов, а также за счет остановки дизельных двигателей в тех случаях, когда потребность в их работе возникнет не ранее чем через 30 мин, и использования режимов движения, соответствующих плану и профилю пути и скорости поезда. Лучшие машинисты также поощряются карточками для оплаты заправки топливом своих автомобилей.

KCS продолжает оснащение тепловозов серий AC4400, ES44AC и SD70ACe системой AESS, а также реализует масштабную модернизацию четырехосных локомотивов давней постройки. На 2010 г. была запланирована ремоторизация пяти тепловозов семейства GP с осна-

щением их силовыми агрегатами с энергоэффективными дизельными двигателями типа 710ECO Repower, выпускаемыми компанией Electro-Motive Diesel (EMD), что позволит снизить расход топлива на 25%. Ранее KCS уже переоснастила таким образом девять магистральных и два маневрово-вывозных тепловоза, а также 16 локомотивов для входящей в холдинг KCS железной дороги Kansas City Southern de México (рис. 3).

В феврале 2010 г. KCS начала опытную эксплуатацию интеллектуальной компьютерной системы Smart Consist, разработанной EMD и предназначенной для определения оптимальной с точки зрения расхода топлива составности поездов для конкретного маршрута на основе актуализированных данных об объеме предъявленных к перевозке грузов и типах готовых к эксплуатации локомотивов.

Железная дорога Canadian Pacific

В 2009 г. железная дорога Canadian Pacific (CP) заключила с компанией GETS контракт на оснащение 200 тепловозов семейства Evolution



Рис. 3. Ремоторизированные тепловозы серии GP22 ECO-M железной дороги Kansas City Southern de México



Рис. 4. Поезд железной дороги Canadian Pacific, ведомый тепловозами Evolution

(рис. 4) системой Trip Optimizer, при помощи которой определяет и автоматически поддерживает путем управления регулятором дизеля оптимальная с точки зрения расхода топлива скорость движения поезда.

CP провела испытания указанной системы на 18 тепловозах семейства Evolution, эксплуатируемых на трех участках дороги с горным и равнинным профилем и большим числом кривых. В результате было установлено, что использование системы Trip Optimizer обеспечивает снижение потребления топлива на 6–10% в зависимости от плана и профиля пути. Trip Optimizer автоматически регулирует мощность дизеля, действуя аналогично применяемым на автомобилях системам круиз-контроля.

На сети CP нашли применение и другие устройства автоматического регулирования мощности дизеля, в том числе AESS, а также распределенная тяга. Проводится модернизация парка локомотивов с целью повышения его топливной экономичности. Следует отметить, что по состоянию на 31 декабря 2009 г. парк тепловозов этой железной до-

роги имел средний возраст 17 лет и был самым современным среди железных дорог Северной Америки. Принимаемые комплексные меры позволили CP в 2009 г. сократить затраты на топливо на 42% (до 580,2 млн дол. США).

Помимо этого, CP занимается обучением локомотивных бригад и контролирует их работу в целях повышения эффективности вождения поездов, в частности, для сокращения случаев применения пневматических тормозов и расширения использования электродинамического торможения, а также практикует смазывание боковых граней рельсов для снижения сопротивления движению. В коридоре между канадскими городами Калгари (провинция Альберта) и Ванкувер (провинция Британская Колумбия) железная дорога в течение более 2 лет эксплуатирует 250 бортовых лубрикаторов. За счет этого удалось на 30% уменьшить поперечные силы взаимодействия колес и рельсов в кривых. Изучается целесообразность оснащения подобными системами и других участков, где имеется большое число кривых и уклонов с разными параметрами.

Железная дорога Burlington Northern Santa Fe

В январе 2010 г. железная дорога Burlington Northern Santa Fe (BNSF) провела презентацию локомотива с питанием от водородных топливных элементов (рис. 5), который планируется использовать на маневровой работе на сортировочной станции Лос-Анджелес. На таких локомотивах с гибридным тяговым приводом, разработка которых велась с 2008 г. совместно с компанией Vehicle Projects, предусмотрено для выработки электроэнергии использовать топливные элементы в сочетании со свинцово-кислотными тяговыми аккумуляторными батареями вместо традиционных дизельных двигателей. Планируется продолжить внедрение и развитие этой инновационной технологии, которая в перспективе может быть использована и на магистральных локомотивах.

В 2009 г. BNSF сократила затраты на дизельное топливо на 50% (до 2,4 млрд дол.). В значительной степени этому способствовали эффективная методика обучения машинистов экономному расходованию топлива и премирование передовиков в рамках проводимого уже несколько лет конкурса «Лучшие машинисты по экономии топлива».

Железная дорога Providence & Worcester

Внедрению топливосберегающих технологий уделяют внимание не только железные дороги первого класса, но и региональные. Так, работающая на северо-востоке США железная дорога Providence & Worcester (P&W; рис. 6) в целях сокращения продолжительности использования на тепловозах основного дизельного двигателя в режиме холостого хода планирует оснастить 17 локомотивов вспомогательными силовыми установками (Auxiliary Power Unit, APU).

Эти агрегаты изготавливает компания Power Drives, а устанавливает на эксплуатируемые тепловозы и обеспечивает сервисное обслуживание компания PowerRail Distribution. Использование АРУ для питания вспомогательных агрегатов во время стоянок при выключенном основном дизеле позволяет экономить несколько литров дизельного топлива в час.

Предполагается, что Р&W, протяженность сети которой составляет всего 870 км, будет приобретать АРУ за счет средств, предоставленных в соответствии с программой «Снижение вредных выбросов дизельных двигателей» Агентства по защите окружающей среды США. Аналогичную цель преследует установка на 13 тепловозах системы АЕСС, благодаря чему, по расчетам компании GETS, экономия дизельного топлива для данной железной дороги составит до 10% на маневровых и до 3% — на магистральных тепловозах. Это позволит сократить затраты на потребляемое топливо на 8 тыс. дол. США в год на один локомотив.

Распределенная тяга

Значительный эффект может дать сочетание использования системы LEADER и вождения поездов с распределенной тягой. В этом

случае, как полагают, максимальная экономия топлива составит от 25 до 30%.

В порядке эксперимента по участку железной дороги NS близ г. Уинстон-Сейлем были пропущены два маршрутных угольных поезда с тепловозами, размещенными в голове и хвосте и оснащенными системами LEADER и Distributed Power (DP; разработана компанией GETS). Отладка систем потребует времени, но ожидаемый потенциал экономии оправдывает затрачиваемые усилия и средства.

Железная дорога Canadian National (CN) уже получила определенную экономию топлива за счет внедрения распределенной тяги, поскольку длина грузовых поездов увеличилась, а число рейсов при таком же объеме перевозок сократилось. Кроме того, повысилась эффективность использования удлиненных обгонных путей, построенных в соответствии с реализуемой дорогой программой совершенствования путевого развития. Это объясняется тем, что при использовании распределенной тяги для обеспечения заданного объема перевозок требуется меньшее число тепловозов вследствие увеличения их суммарной мощности и улучшения показателей сцепления. Сокращение расхода топлива достигается также благодаря оптимизации соот-

ношения между мощностью локомотивов и массой поездов.

В 2009 г. CN сократила расходы на дизельное топливо на 45% (до 769 млн дол. США). Компания также осуществляет опытную эксплуатацию системы Trip Optimizer и внедряет систему автоматического мониторинга оборудования тепловозов Wi-Tracker, разработанную компанией Wi-Tronix и обеспечивающую повышение эффективности эксплуатации локомотивного парка при снижении потребления топлива. Программное обеспечение системы Wi-Tracker позволяет, в частности, автоматически останавливать дизель, управлять режимами его работы, контролировать расход топлива, отслеживать местоположение поезда и т. д.

Подобные системы находят применение и на железной дороге UP. В 2009 г. около 65% грузовых поездов здесь были проведены на распределенной тяге (рис. 7), что способствовало росту эффективности использования топлива, повышению скорости и безопасности движения поездов. На 2010 г. была поставлена задача применения распределенной тяги на 75% грузовых поездов UP.

На этой железной дороге определяют требуемое для поезда число тепловозов и устанавливают предельные значения сцепной массы исходя из нового критерия — мас-



Рис. 5. Презентация локомотива железной дороги Burlington Northern Santa Fe с гибридным тяговым приводом



Рис. 6. Грузовой поезд железной дороги Providence & Worcester



Рис. 7. Грузовой поезд железной дороги Union Pacific на распределенной тяге

сы на эквивалентную обмоточную ось локомотива вместо прежнего — мощности на единицу массы. Ввод в ноябре 2008 г. в практику данного критерия позволил UP точнее устанавливать ограничения по сцеплению и определять требуемые значения скорости и силы тяги. При использовании прежнего критерия не учитывалась композиция состава поезда, вследствие чего имели место случаи неоправданного завышения тяговой мощности.

Дальнейшему сокращению расхода дизельного топлива на линиях UP способствует расширение использования маневрово-вывозных тепловозов с дизель-генераторными установками GenSet, которые эксплуатируются здесь с 2004 г. В настоящее время их численность достигла 169 ед., из них 98 эксплуатируются на линиях, расположенных в штате Техас, 65 — в перевозках в районе Лос-Анджелеса и 6 — на сортировочной станции Розвилл близ г. Сакраменто (штат Калифорния). По сравнению с выпускавшимися ранее тепловозами серии GP38 локомотивы GenSet потребляют на 16–25% меньше топлива.

Оснащение как новых, так и модернизируемых тепловозов систе-

мами AESS представляет собой еще один резерв экономии топлива. Помимо этого, UP продолжает реализацию программы «Мастер экономии топлива», предусматривающей мониторинг потребления топлива каждым машинистом. Индивидуальные показатели расхода топлива определяются один раз в два месяца. Ежемесячно 15–20% машинистов, имеющих лучшие показатели, премируются карточками для оплаты заправки личных автомобилей (эта схема получила название «топливо за топливо»). В этой программе принимают участие 6800 машинистов, которые водят поезда по 150 маршрутам. В 2008 г. ее реализация позволила снизить расход топлива на 4%, в 2009 г. данный показатель был несколько хуже из-за уменьшения размеров движения.

Гибридные локомотивы

На выставке InnoTrans 2010 был представлен гибридный локомотив ALP-45DP компании Bombardier Transportation. Такие локомотивы заказаны транспортными администрациями New Jersey Transit (США) и Agence Métropolitaine de Transport (АМТ, Монреаль, Кана-

да). Их использование позволит водить поезда без смены локомотива как на электрифицированных, так и на неэлектрифицированных участках. Данный локомотив, который может работать от контактной сети переменного тока, оснащен также двумя дизельными двигателями, отличающимися существенно сниженными эмиссиями выхлопных газов и уменьшенным потреблением топлива в режиме холостого хода. Подобные локомотивы поступят на железные дороги Северной Америки впервые.

Заключение

Поскольку на железных дорогах Северной Америки грузовые перевозки выполняются преимущественно поездами на тепловозной тяге, проблема снижения потребления дизельного топлива будет актуальна еще достаточно долго. В связи с некоторым увеличением в начале 2010 г. объемов грузовых перевозок и прогнозируемым как на кратко-, так и на долгосрочную перспективу дальнейшим их ростом потребность в тепловозах будет расти. В этих условиях на железных дорогах Северной Америки мероприятия по сокращению удельного расхода топлива не теряют актуальности, что стимулирует продолжение работ в этом направлении.

Существует насущная необходимость уменьшения удельной мощности локомотивов на тягу поездов и повышения их энергоэффективности всеми возможными способами, в том числе обеспечением соответствия между массой поезда и мощностью локомотива, а также сокращением продолжительности работы дизелей тепловозов в режиме холостого хода.

J. Stagl. Railway Age, 2010, № 3, p. 34, 36, 38–39; A. Cotey. Progressive Railroading, 2009, № 8, p. 48–53; материалы FRA (www.fra.dot.gov), железной дороги CSXT (www.csx.com) и компании Vehicle Projects (www.vehicleprojects.com).