

# Охрана окружающей среды на железных дорогах Северной Америки

Усиление внимания к природоохранным аспектам на железных дорогах Северной Америки, помимо пользы для окружающей среды, способствует укреплению позиций отрасли на транспортном рынке и является весомым аргументом в пользу сохранения дерегулирования в сфере железнодорожного транспорта.

Вопросы сокращения затрат энергетических ресурсов и уменьшения вредного воздействия железных дорог на окружающую среду сохраняют актуальность в течение нескольких десятилетий. Улучшение экологических характеристик железнодорожного транспорта, безусловно, имеет большое значение, о чем свидетельствуют следующие факты:

- удельная топливная экономичность железных дорог в 4 раза выше по сравнению с грузовым автомобильным транспортом, что подтверждается, в частности, данными исследований, проведенных по заказу Федеральной железнодорожной администрации США (FRA), согласно которым передача железным дорогам лишь 10% перевозок на расстояние более 800 км, выполняемых автомобильным транспортом, что эквивалентно сокращению примерно на 2 млн числа рейсов грузовых автомобилей, позволит сэкономить около 3,8 млрд л дизельного топлива в год и уменьшить эмиссию парниковых газов почти на 12 млн т. Расчеты показывают, что если удельный расход топлива для грузового автотранспорта принять равным 0,021 л/ткм, для грузового железнодорожного транспорта — 0,005 л/ткм, а эмиссию парниковых газов — 2,7 кг на 1 л потребленного топлива, накопленная

величина сокращения эмиссии парниковых газов до 2020 г. достигнет почти 200 млн т (источник: AAR);

- по данным Агентства по охране окружающей среды США (EPA),



Рис. 1. Доля различных источников в общей эмиссии парниковых газов (источник: EPA)

доля эмиссии парниковых газов, обусловленная деятельностью грузовых железных дорог, составляет лишь 0,6% ее суммарного объема из всех источников (рис. 1) и 2,4% объема эмиссии всех видов транспорта;

- эффективность использования топлива на железнодорожном транспорте по сравнению с 1980 г. повысилась на 106%, при этом с 1980 по 2009 г. включительно за счет проведения мероприятий по снижению расхода топлива грузовыми железными дорогами США эмиссия углекислого газа снижена на 617 млн т;

- несмотря на то что по сравнению с уровнем 1980-х годов грузооборот железных дорог первого класса увеличился почти в 2 раза, суммарное потребление дизельного топлива практически не изменилось (рис. 2), а его удельный расход составляет примерно 0,005 л на 1 ткм;

- один грузовой поезд, состоящий из 280 платформ для перевозки контейнеров в два яруса, обеспечивает транспортировку такого же

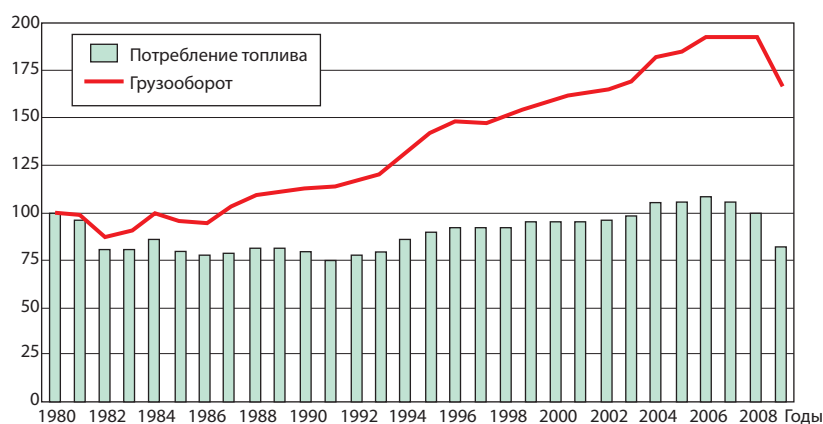


Рис. 2. Динамика грузооборота и потребления дизельного топлива на грузовых железных дорогах первого класса Северной Америки (индекс: 1980 = 100%; источник: AAR)



Рис. 3. Тепловоз серии RP20BD железной дороги NS, оснащенный двумя силовыми агрегатами (построен компанией RJ Cogman Railpower)

количества груза, что и 1100 грузовых автомобилей;

- все семь североамериканских железных дорог первого класса, а именно Burlington Northern Santa Fe (BNSF), CSX Transportation (CSXT), Norfolk Southern (NS), Union Pacific (UP), Kansas City Southern (KCS), Canadian National (CN) и Canadian Pacific (CP), присоединились к добровольному партнерству SmartWay Transport, целью которого является повышение топливной экономичности транспортных средств и снижение эмиссии парниковых газов;

- на многих железных дорогах реализуются программы обучения машинистов методам вождения поездов с экономным расходом топлива.

### Взаимодействие с поставщиками

Важную роль в разработке и внедрении железными дорогами экологических технологий играют поставщики соответствующего оборудования, использующие в своей продукции инновационные решения.

Североамериканские железные дороги активно приобретают новые локомотивы, характеризующиеся высокой энергетической эффективностью, в том числе с гибридным тяговым приводом и/или несколькими силовыми агрегатами типа GenSet (рис. 3). В последнем случае на тепловозе имеются два или три независимых агрегата, состоящих из дизеля и тягового генератора переменного тока, включение и отключение которых производится автоматически в соответствии с потребностью в мощности. Первые такие тепловозы были разработаны компанией National Railway

Equipment и внедрены железной дорогой UP, ныне подобные локомотивы выпускаются и другими компаниями-изготовителями — RJ Cogman Railpower, отделением Motive Power компании Wabtec, Progress Rail Services, Brookville Equipment, RAILSERVE. Только на UP эксплуатируются более 160 тепловозов разных изготовителей с несколькими агрегатами GenSet.

На железной дороге NS проходит опытную эксплуатацию маневровый локомотив, тяговое усилие которого создается только аккумуляторными батареями. Кроме того, NS совместно с компанией Electro Motive Diesel (EMD) изучает возможности использования на тепловозах биодизельного топлива.

UP в течение года эксплуатировала на юге штата Калифорния первый из пяти разработанных компанией Progress Rail Services опытных тепловозов с особо низким уровнем эмиссии выхлопных газов. На тепловозе, получившем обозначение PR30C – LoNOx (рис. 4), при реторизации был установлен один новый экологически чистый дизель компании Caterpillar мощностью 2100 кВт с низким содержанием оксидов азота в выхлопных газах. Тепловозы, оснащенные дополнительно системами каталитической очистки выхлопных газов, соответствуют уровню Tier 4 классификации EPA по содержанию оксидов азота и уровню Tier 3 по содержанию твердых несгоревших частиц. В этих системах для очистки выхлопных газов от вредных веществ применена технология селективного каталитического восстановления (SCR), обеспечивающая работу дизеля при повышенных температурах, оптимальных с точки зрения сгорания топлива, что способствует увеличению топливной экономичности. Технология SCR предусматривает использование прозрачной нетоксичной био-разлагаемой негорючей жидкости, основным компонентом которой



Рис. 4. Тепловоз PR30C – LoNOx железной дороги Union Pacific (построен компанией Progress Rail Services)

служит карбамид (мочевина). Указанная жидкость подается в патрубок выхлопных газов дизеля и адсорбирует вредные вещества.

Все более широкое применение на железных дорогах Северной Америки находят различные инновационные технологии, разработанные на базе интеллектуальных компьютерных систем. В их число входят системы отображения и регистрации режимов работы локомотива Locomotive Engineer Assist Display/Event Recorder (LEADER) компании New York Air Brake, оптимизации расхода топлива Locomotive Fuel Optimizer (LFO) компании Invensys Rail, автоматического управления потреблением топлива при ведении поезда Smart-Consist Fuel Management System компании EMD, оптимизации режимов ведения поезда Trip Optimizer компании General Electric Transportation Systems (рис. 5). Подобные системы осуществляют автоматический расчет энергетически оптимальных режимов ведения поезда, что позволяет снизить расход топлива и эмиссию вредных веществ.

Система LFO прошла опытную эксплуатацию на железной дороге UP, где определяли фактическую экономию топлива за счет ее применения. Данная система предназначена для обеспечения максимальной топливной экономичности при использовании распределенной тяги. Она автоматически управляет работой регулятора дизеля каждого из тепловозов по сигналу, задаваемому машинистом головного локомотива, обеспечивая соответствие тягового усилия фактической потребности без ущерба для характеристик сцепления и безопасности движения.

Компанией MIRATECH создан ряд автоматизированных систем, предназначенных для снижения содержания вредных компонентов в выхлопных газах дизельных двигателей — от фильтров для улавливания несгоревших твердых частиц

(рис. 6) до систем каталитического окисления, включая сертифицированные EPA устройства для дизельных двигателей, выпускаемых компанией EMD.

Компании Invensys Rail и New York Air Brake совместно разрабатывают обеспечивающую экономию топлива систему для локомотивов, в которой сочетаются достоинства систем LFO и LEADER. Это позволяет одновременно оптимизировать потребление топлива и управление поездом при работе нескольких локомотивов с управлением по системе многих единиц. В объединенной системе LEADER помогает машинисту выбрать оптимальный режим ведения для конкретного поезда и участка пути, а LFO осуществляет автоматическое управление регуляторами тепловозов для оптимизации потребления топлива. Использование системы LEADER обеспечивает снижение потребления топлива на 8–12%, системы LFO — на 3–4%.

В рамках осуществляемой EPA программы SmartWay компании Hotstart Manufacturing и ZTR Control Systems совместно с железными дорогами UP и Wisconsin Southern работают над проектом сокращения продолжительности работы в режиме холостого хода дизелей тепловозов, эксплуатируемых в районе Чикаго. Установка и использование на маневровых тепловозах системы прогрева тягового дизеля перед пуском от вспомогательного агрегата (Diesel Driven Heating System, DDHS), разработанной компанией Hotstart Manufacturing, и интеллектуальной системы автоматического пуска и остановки дизеля (SmartStart) компании ZTR Control Systems позволяют, по данным EPA, сократить суммарную продолжительность работы их дизелей в режиме холостого хода на 80%. За счет этого потребление топлива на один маневровый тепловоз при его использовании в течение 298 дней в год может быть снижено на 48 213 л,



Рис. 5. Дисплей системы Trip Optimizer в кабине управления тепловоза

или на 161,8 л в сутки. При средней эксплуатационной готовности тепловозов, равной 92% или 335 дней, экономия топлива составит 54 273 л в год. Если принять стоимость одного галлона (3,785 л) дизельного топлива равной 1 дол. США, сокращение затрат за счет уменьшения продолжительности работы дизелей тепловозов в режиме холостого хода позволит за 2,5 года окупить расходы на внедрение указанных систем.

Помимо уменьшения потребления топлива, реализация упомянутых технологий позволяет снизить уровень шума, расход смазочного масла, затраты на текущее содержание локомотивов, а также продлить срок службы дизелей. При использовании тепловоза в течение 298 дней в год эмиссия оксидов азота может быть снижена на 2,1 т, твердых несгоревших частиц — на



Рис. 6. Маневровый тепловоз железной дороги Union Pacific с дополнительным фильтром для улавливания несгоревших твердых частиц в выхлопных газах

0,06 т, а при среднесетевой продолжительности работы, равной 335 дням, указанные величины составят соответственно 2,4 и 0,07 т в год. Затраты на внедрение систем сокращения продолжительности работы дизелей в режиме холостого хода составляют 35,5 тыс. дол. на один локомотив, их расчетный срок службы — 10 лет, а затраты на сокращение на 1 т эмиссии оксидов азота — 1420 дол. В этом расчете не учтены доходы от снижения расхода топлива, получаемые собственниками локомотивов.

Упомянутые системы могут быть снабжены устройствами для дистанционного мониторинга технического состояния и режимов работы тепловозных дизелей с определением местонахождения локомотива при помощи Интернета или спутниковой связи в режиме реального времени. Это позволяет контролировать сокращение эмиссии вредных веществ в труднодоступных местностях.

Аналогичный проект реализован железной дорогой BNSF в г. Ванкувере (США, штат Вашингтон) в рамках сотрудничества с Юго-западным агентством по чистоте атмосферы (Southwest Clean Air Agency).

Исходя из предположения, что технология работы маневровых тепловозов на сортировочных станциях в течение ближайших 10 лет существенных изменений не претерпит, а средний расчетный срок службы внедренных систем также составляет 10 лет, эмиссия вредных веществ за указанный период может быть снижена на 154,5 т. Затраты на реализацию данного проекта оцениваются в 125 тыс. дол. В таком случае средняя эффективность снижения эмиссии вредных веществ на 1 т составит 809 дол. Кроме того, в среднем за 10 лет экономия дизельного топлива составит 1806,6 тыс. л, или 477,3 тыс. дол. в денежном выражении при действующих ценах. Однако в ближайшие 10 лет цена на

дизельное топливо, как и на другие виды нефтяного топлива, по-видимому, будет расти, поэтому экономическая эффективность использования систем сокращения продолжительности работы дизелей в режиме холостого хода окажется еще выше.

Созданная компанией ZTR Control Systems система SmartStart (рис. 7) представляет собой устройство на базе микропроцессора, обеспечивающее автоматическое управление процедурами останова и повторного запуска теплового дизеля, вследствие чего сокращается продолжительность его работы на холостом ходу. В режиме реального времени система проводит сопоставление фактических условий эксплуатации с заданными параметрами с учетом положения реверсора и регулятора дизеля, давления воздуха в тормозных цилиндрах, температуры рабочей жидкости в системе охлаждения дизеля и окружающего воздуха, напряжения и зарядного тока аккумуляторной батареи.

При реализации проекта в Ванкувере система SmartStart управляла включением и выключением системы DDHS так, чтобы аккумуляторные батареи локомотива поддерживались в заряженном состоянии, а температура теплоносителя в

системе охлаждения дизеля не опускалась ниже 37,8 °С.

Новая модификация SAVER системы SmartStart снабжена дополнительной функцией автоматической передачи данных в режиме реального времени с использованием спутниковой связи.

Современные системы дистанционного мониторинга оборудования, поставляемые компаниями IONIX, Lat-Lon, Railhead и Wi-Tronix, обычно функционируют совместно с системами диагностики дизеля и оборудованием для его автоматического пуска и останова (Automatic Engine Start-Stop System, AESS), что обеспечивает получение информации о фактическом состоянии указанных систем в режиме реального времени. Например, система контроля расхода топлива Wi-FuelSaver компании Wi-Tronix предоставляет информацию об эффективности работы локомотива, отслеживая параметры его оборудования. Система обеспечивает беспроводную передачу данных, обработка которых позволяет выбрать наиболее экономичный режим ведения поезда.

Wi-FuelSaver способна передавать требуемую информацию по электронной почте, с помощью телефонных текстовых сообщений или размещать ее в Интернете в виде карт отчета локомотивных бригад о выполненных рейсах. Обратная связь применяется в случаях, когда ее использование может оказать непосредственное и позитивное влияние на эксплуатационный процесс. Собранные данные и отчеты могут быть непосредственно интегрированы в существующую информационную систему компании-оператора и обработаны или включены в программу при помощи соответствующих технологий компании Wi-Tronix; они доступны через защищенный веб-сайт с использованием стандартных протоколов обмена данными.

Система Wi-FuelSaver функционирует совместно с бортовым



Рис. 7. Блок управления системой SmartStart компании ZTR Control Systems

блоком обработки данных Wi-PU в сочетании с подпрограммой Wi-FuelSensor, которая контролирует уровень топлива в баке с помощью ультразвукового датчика. Путем использования технологии дифференциального глобального позиционирования (Differential Global Positioning System, DGPS) система Wi-FuelSaver позволяет точно фиксировать время и место происходящих процессов. Через блок Wi-PU осуществляется взаимодействие с прочими бортовыми системами, а также сбор и обработка информации. Для минимизации продолжительности использования, упрощения системы в целом и повышения ее надежности предусмотрена связь системы Wi-FuelSaver с установленными на локомотивах электронными устройствами, осуществляющими регистрацию параметров работы оборудования. Система Wi-FuelSensor сопрягается с системой AESS, контролируя работоспособность последней.

Компания Wi-Tronix установила около 2300 подобных систем на тепловозах BNSF и компаний, входящих в состав холдингового объединения малых и региональных железных дорог RailAmerica, в частности California Northern, San Diego & Imperial Valley, Indiana & Ohio, Kentucky & Indiana. Для BNSF использование таких систем особенно важно в связи с подписанием в 1999 г. протокола о взаимопонимании с Советом по атмосферным ресурсам штата Калифорния (California Air Resources Board, CARB), регламентирующего уровень эмиссии и методику ее расчета для магистральных и маневровых тепловозов, эксплуатируемых в Южной прибрежной природоохранной зоне (South Coast Non-Attainment Area, SCNAF), находящейся вблизи Лос-Анджелеса. В соответствии с условиями этого протокола железная дорога обязана вести учет расходования топлива в указанном регионе и отчитываться перед

администрацией штата Калифорния. В 2010 г. был представлен первый такой отчет. Выполнение экологических требований приносит BNSF финансовые преимущества в виде налоговых льгот. Такой взаимовыгодный подход к решению проблем защиты окружающей среды более эффективен, чем законодательные ограничения.

Одним из путей сокращения потребления топлива, реализуемых в том числе и железными дорогами, входящими в холдинг RailAmerica, является использование оборудования компании Wi-Tronix для управления работой вспомогательных силовых установок тепловозов, что дает возможность не включать главные дизели локомотивов. Такая мера служит весьма существенным финансовым стимулом. Одновременно CARB реализует программу сокращения эмиссии вредных веществ, в соответствии с которой предоставляются гранты на модернизацию дизельных двигателей или их замену (ремоторизацию), проводится контроль состояния атмосферы в регионе и создаются зоны особого внимания к состоянию окружающей среды. Программа является одним из источников финансирования усилий по сокращению вредных воздействий на окружающую среду.

#### **Информационная поддержка природоохранной деятельности**

Железные дороги все более активно выступают с экологическими инициативами, используя средства массовой информации и Интернет. Так, UP в экологическом разделе фирменного сайта приводит четыре основных принципа своей деятельности в этом направлении:

- предупреждение: профилактические мероприятия, направленные на предотвращение ущерба для окружающей среды от деятельности железных дорог;

- готовность: сотрудничество с внутренними и внешними партнерами для разработки эффективных мер по ликвидации чрезвычайных ситуаций и решению экологических проблем завтрашнего дня;

- ответные действия: реагирование на чрезвычайные ситуации, связанные с использованием потенциально опасных для окружающей среды материалов, с целью минимизации отрицательного влияния на состояние здоровья населения, окружающую среду, условия эксплуатации и финансовые показатели самой железной дороги;

- восстановление: устранение последствий загрязнений, связанных с деятельностью дороги.

Публичное декларирование перечисленных принципов соответствует реальной деятельности, осуществляемой UP. Компания обязуется выполнять требования действующих нормативных актов в области охраны окружающей среды, разрабатывает новые технологии, обеспечивающие уменьшение загрязнения атмосферы и водных ресурсов, вкладывает средства в их внедрение. Парк тепловозов UP характеризуется лучшими экологическими показателями среди всех крупных железных дорог Северной Америки. Персонал осознает важность защиты окружающей среды независимо от конкретных выполняемых функций. Ведется постоянная работа по внедрению энергосберегающих технологий, поиск и практическое использование передовых мировых достижений в области экономии энергетических ресурсов, что позволяет существенно снижать расход топлива на единицу поездной работы.

NS создала специализированный сайт, посвященный реализуемым железной дорогой инициативам в области охраны окружающей среды, на котором, в частности, ежегодно размещаются отчеты о рациональном использовании природных ресурсов. Очередной,



Рис. 8. Тепловоз серии 3GS21B железной дороги CSXT, оснащенный тремя силовыми агрегатами (построен компанией National Railway Equipment)

третий по счету отчет был подготовлен в 2010 г. Он содержит подробную информацию о достижениях в области экономии топлива, сокращения эмиссии вредных веществ, повышения эффективности использования энергии, переработки отходов, использования возобновляемых материалов, сотрудничества в области охраны окружающей среды с другими организациями. В этом отчете впервые были сформулированы задачи по снижению к 2014 г. эмиссии соединений углерода на 10% на единицу поездной работы по сравнению с аналогичным показателем 2009 г. Выполненная в 2009 г. оценка эмиссии соединений углерода послужила основой для определения реальных мер по ее снижению до заданного уровня.

Для достижения поставленных целей NS намерена приобретать более экономичные локомотивы и оборудование, внедрять инновационные информационные системы, а также использовать возможности государственно-частного партнерства для удовлетворения растущих потребностей в грузовых перевозках с целью сохранения

конкурентоспособности экономики США при снижении потребления топлива и уменьшении эмиссии вредных веществ. Кроме того, в отчете освещена роль персонала дороги во внедрении экологичных технологий, направленных на сохранение окружающей среды и повышение качества жизни.

В соответствии с ежегодно публикуемым журналом Newsweek экологическим рейтингом 500 крупнейших компаний Северной Америки деятельность NS в 2010 г. была оценена в 71,28 балла из 100 возможных, что соответствовало 233-му месту. Оценка учитывала участие компаний в загрязнении окружающей среды и реализуемые ими экологические инициативы. Вошедшие в указанный рейтинг компании отбирались по таким показателям, как годовой оборот, рыночная капитализация и численность персонала. Достигнутый NS результат можно расценивать как значительный шаг вперед, поскольку в 2009 г. она занимала в указанном рейтинге 338-е место с показателем 67,61 балла.

CSXT (рис. 8) также активно формирует общественность о выполнении своей экологической программы. На сайте железной дороги представлены принятые ею долгосрочные обязательства по постоянному снижению вредного воздействия на окружающую среду и информация о достигнутом за счет внедрения прогрессивных технологий и прочих мер снижении расхода топлива. В течение последнего десятилетия CSXT инвестировала в мероприятия по повышению топливной экономичности локомотивного парка и сокращению эмиссии парниковых газов 2 млрд дол. Для уменьшения потребления топлива и эмиссии вредных веществ CSXT

реализует, в частности, такие описанные выше меры, как внедрение систем диагностики дизеля и оборудования для его автоматического пуска и остановки (AESS) и использование вспомогательных силовых установок (APU). Проводится обучение машинистов методам эффективного вождения поездов.

Компания продолжает внедрение технологий, способствующих оптимизации эксплуатационной деятельности. В частности, ею используется автоматизированная система управления потреблением топлива с применением технологии GPS. По мере движения поезда по маршруту система определяет и задает оптимальное положение регулятора дизеля с учетом плана и профиля пути, а также характеристик поезда. Кроме того, применение лубрикации рельсов позволяет снизить коэффициент трения между колесами и рельсами и за счет этого уменьшить потребление топлива.

Следует отметить, что в составе департамента полиции на CSXT имеется специальное подразделение по борьбе с экологическими преступлениями. За время его существования было выявлено 1020 правонарушений такого рода и инициировано 52 судебных разбирательства, почти 100% которых завершились вынесением обвинительных приговоров.

Таким образом, крупные железные дороги США уделяют существенное внимание защите окружающей среды и их активность в этом отношении продолжает расти.

---

*W. C. Vantuono. Railway Gazette International, 2011, № 2, p. 25, 28, 30, 32–36; материалы компании Railserve (www.railserve.biz), железных дорог Union Pacific (www.uprr.com), Norfolk Southern (www.nssustainability.com) и CSX Transportation (www.csx.com).*