

Предложен способ оценки, позволяющий существенно снизить как минимально необходимое количество опытных тепловозов, так и продолжительность эксплуатационных испытаний [1]. Отличительными особенностями данного способа является то, что в качестве критерия принимают разность отклонений фактического расхода топлива за поездку от нормы расхода топлива опытных и контрольных тепловозов. При этом зафиксированные с момента начала испытаний значения нормы и фактического расхода топлива умножают на повышающий коэффициент. Значения фактического расхода топлива и нормы вычисляют нарастающим итогом за длительный период до начала испытаний и за время испытаний по формулам:

$$\sum B_{\phi} = \sum_{i < N_0} B_{\phi i} + k_d \sum_{i \geq N_0} B_{\phi i}, \quad (1)$$

$$\sum B_n = \sum_{i < N_0} B_{ni} + k_d \sum_{i \geq N_0} B_{ni}, \quad (2)$$

где  $B_{\phi i}$ ,  $B_{ni}$  – расход и норма расхода топлива опытными тепловозами в  $i$ -м месяце;  $N_0$  – порядковый номер первого месяца испытаний от начала наблюдений;  $k_d$  – повышающий коэффициент ( $k_d = \text{const}$ ).

Исследования влияния величины повышающего коэффициента на достоверность оценки позволили определить его значения, обеспечивающие повышение точности и сокращение продолжительности испытаний. Установлена целесообразность применения коэффициента  $k_d$ , зависящего от количества поездок, выполненных опытными тепловозами в процессе испытаний.

Предложенный способ обработки результатов эксплуатационных испытаний топливосберегающих технологий позволяет сократить минимально необходимое количество опытных тепловозов и продолжительность проведения эксплуатационных испытаний до трёх раз, обеспечив погрешность оценки не превышающую 1 %. Рассмотренный способ позволяет оценивать эффективность применения энергосберегающих технологий и для электрической тяги.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Френкель, С. Я. Оценка эффективности топливосберегающих технических решений для тепловозов / С. Я. Френкель, Б. С. Френкель // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: Наука и транспорт. – 2012. – №1 (24). – С. 15–18.

УДК 629.4.016.15

### НОРМИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ЛОКОМОТИВНОГО ХОЗЯЙСТВА

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, Б. С. ФРЕНКЕЛЬ, П. А. САХАРОВ

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

В. П. ЧУРАЙ

*Управление Белорусской железной дороги, г. Минск*

Оценка эффективности реализуемых топливосберегающих мероприятий обычно выполняется по результатам сравнения фактического расхода дизельного топлива с нормой, определяемой условиями работы подвижного состава. Объективность оценки, а значит и результативность топливосбережения в значительной степени определяется совершенством используемой системы нормирования. Одним из перспективных путей совершенствования системы нормирования является ее автоматизация с применением методов математической статистики и отчетных данных подразделений локомотивного хозяйства.

Нормы расхода топлива в рассматриваемом периоде времени (месяц, квартал, год) для подразделений локомотивного хозяйства определяют, как правило, путем корректировки величины фактического расхода топлива для выбранного вида движения в соответствующем периоде времени предыдущего года, принимаемого за базовый. Корректировку расхода топлива выполняют в соответствии

с величиной и направлением изменения средних значений нормообразующих факторов. Количественную связь между изменением удельного расхода топлива (расхода на измеритель работы) и изменением эксплуатационных факторов, называемых также нормообразующими факторами, определяют коэффициенты влияния в соответствии с выражением

$$e = e_0 + \sum_1^n k_i \Delta x_i, \quad (1)$$

где  $e$  – планируемый удельный расход топлива;  $e_0$  – фактический удельный расход топлива в базовом периоде;  $k_i$  – коэффициент влияния  $i$ -го фактора;  $\Delta x_i$  – изменение  $i$ -го фактора в планируемом периоде по отношению к его значению в базовом периоде.

При расчетах нормы расхода топлива в соответствии с выражением (1) на точность прогноза очень сильно влияет объективность выбора коэффициентов влияния. Следует отметить, что методика расчета коэффициентов влияния нормообразующих факторов, изложенная в [1], достаточно сложна. Практика показала значительную трудоемкость расчета и далеко не всегда приемлемую достоверность норм, определяемых в соответствии с указанной методикой.

Авторами предложено для определения численных значений коэффициентов влияния нормообразующих факторов с учетом реальных условий эксплуатации подвижного состава строить регрессионную модель изменения удельного расхода топлива. Для построения регрессионной модели принимают фактические значения нормообразующих факторов и расхода топлива по всем подразделениям за период от трех и более лет, предшествующих нормируемому.

Нормирование или прогнозирование расхода дизельного топлива для подразделения локомотивного хозяйства можно выполнять на любой промежуток времени (месяц, квартал, год). При этом, регрессионная модель строится на основании отчетных данных именно того промежутка времени предшествующих лет, на который необходимо произвести нормирование – 1-й квартал, 2-й квартал и т.д.

При определении отклонения удельного расхода топлива в грузовом движении можно, например, рассматривать влияние следующих нормообразующих факторов: масса состава  $Q_{ср}$ , т; техническая скорость движения  $v_t$ , км/ч; участковая скорость движения  $v_y$ , км/ч; осевая нагрузка вагона  $q_{o(ср)}$ , т/ось; доля порожнего пробега вагонов  $K_{пор}$ , %; доля работы в транзитном движении  $K_{тр}$ , %.

Для учета влияния низких температур наружного воздуха на расход дизельного топлива (1-й и 4-й кварталы) необходимо норму удельного расхода топлива умножить на температурный коэффициент [2]. При этом норму расхода дизельного топлива определяют в соответствии с выражением

$$e = K_t (e_0 + \sum_1^n k_i \Delta x_i), \quad (2)$$

где  $K_t$  – температурный коэффициент.

Температурный коэффициент определяют в соответствии с выражениями

$$K_t = 1 + (0,00032\Theta - 0,0046)(t_1 - t_0), \quad (3)$$

$$\Theta = \frac{t_1 + t_0}{2}, \quad (4)$$

где  $t_1$  – средняя температура воздуха в нормируемом периоде, °С;  $t_0$  – средняя температура воздуха в базовом периоде, °С.

Коэффициенты пропорциональности в уравнении регрессии, построенном на данных статотчетности, и являются коэффициентами влияния в уравнении (1). Нормирование по другим видам движения выполняют аналогично, но при этом для каждого вида движения составляют свой список нормообразующих показателей.

Изложенный подход к нормированию оформлен в виде стандарта организации СТП БЧ 17.217-2012 «Расчет норм расхода дизельного топлива на тягу поездов для подразделений локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги», утвержденного приказом начальника Белорусской железной дороги № 478Н от 29.12.2012 г.

Разработано программное обеспечение автоматизированной системы расчета удельных норм расхода дизельного топлива – NormaSoft, которое включает варианты, предназначенные для работы в управлении дороги, отделениях дороги и в локомотивных депо.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Методика анализа расхода энергоресурсов на тягу поездов: приложение к указанию МПС от 20 июня 1997 г., № В-741у. – Минск, 1997.

2 Пособие теплоэнергетику железнодорожного транспорта / под ред. В. С. Молярчука. – М.: Транспорт, 1973. – 392 с.

УДК 629.4.053.2

### ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ ТОКСИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОВОЗНОГО ДИЗЕЛЯ ПРИ ОГРАНИЧЕННОМ КОЛИЧЕСТВЕ ИЗМЕРЕНИЙ

*В. А. ХАЛИМАНЧИК*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

При оценке экологической опасности работы автономного тягового подвижного состава используют токсическую характеристику двигателя внутреннего сгорания. Как показывают экспериментальные исследования, токсическая характеристика двигателя во время его эксплуатации может существенно изменяться. Для достоверной оценки экологической опасности эксплуатируемого тягового подвижного состава следует осуществлять периодический инструментальный контроль выбросов загрязняющих веществ в атмосферу – проверять соответствие токсической характеристики нормативным требованиям. Получение такой характеристики в эксплуатации связано с существенными материальными затратами. Во-первых, измерения выполняют дорогостоящими приборами квалифицированные специалисты. Во-вторых, процесс исследования токсической характеристики двигателя во всем диапазоне его нагрузки занимает продолжительное время и связан с существенным расходом дизельного топлива. Поэтому снижение продолжительности измерений выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при оценке соответствия токсической характеристики двигателя тягового подвижного состава нормативным требованиям видится в настоящее время актуальной задачей.

При анализе режимов эксплуатации тягового подвижного состава на Белорусской железной дороге установлено, что продолжительность работы двигателя на режимах с разной нагрузкой существенно отличается. Следовательно, количество топлива, расходуемое на разных режимах и с разными коэффициентами удельного выделения, также отличается существенно. Например, для дизель-поездов, эксплуатирующихся на Гомельском отделении Белорусской железной дороги, расход топлива на режиме нагрузки дизеля со второй по четвертую позицию контроллера машиниста составляет около 60 %, более 35 % топлива расходуется в режиме холостого хода двигателя. Если установить, с какой вероятностью коэффициенты удельного выделения загрязняющих веществ на третьей позиции соответствуют коэффициентам удельного выделения на второй и четвертой позиции, то можно оценить достоверность получения токсической характеристики двигателя дизель-поезда при рассматриваемых условиях эксплуатации и измерениях выбросов только на двух режимах (холостой ход и третья позиция контроллера). Таким образом, исследовав два режима нагрузки дизеля, можно с высокой достоверностью оценить выброс загрязняющих веществ в атмосферу, основываясь на данных качества сгорания более 95 % всего расходуемого топлива.

Для других типов тягового подвижного состава существует иное распределение расходуемого топлива по режимам. Однако всегда имеются наиболее предпочтительные режимы эксплуатации и режимы, на которых силовая установка работает пренебрежимо малое количество времени. Указанное распределение режимов зависит от мощности дизеля, профиля участка эксплуатации,