

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧНОСТИ РАБОТЫ ТЕПЛОВОЗА ПРИ РЕОСТАТНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Постановка проблемы

В настоящее время проблема экономии топливно-энергетических ресурсов, в частности светлых нефтепродуктов, для Украины является особенно актуальной.

На железнодорожном транспорте одним из резервов повышения экономичности работы тепловозов является целенаправленная организация всех видов ремонтов. Ремонтные работы на тепловозоремонтных заводах и в локомотивных депо должны заканчиваться регулированием агрегатов и настройкой параметров силовой установки, при которых в эксплуатации будет обеспечиваться минимально возможный расход топлива. Предварительная оценка показывает, что таким путем можно уменьшить расход топлива в эксплуатации, по самым скромным подсчетам, до 10 % [1].

Анализ нерешенной части проблемы

До недавнего времени этот резерв экономии дизельного топлива не мог использоваться, поскольку действующими правилами ремонта тепловозов не предусматривается контроль расхода топлива при проведении реостатных испытаний после ремонта. Руководство «Укрзалізниці» оценило этот резерв существенной экономии дизельного топлива и утвердило нормативный документ [2], в соответствии с которым нормы расхода топлива для различных типов тепловозов установлены в виде предельных значений удельных эффективных расходов топлива b_e дизелями по тепловозной характеристике. Значения b_e заданы в виде таблиц и графиков. Пользуясь такими нормами, на ТРЗ и в локомотивных депо мож-

но определить при реостатных испытаниях фактическую величину b_e и путем сравнения с нормативной оценить послеремонтную экономичность работы тепловоза на любых позициях контроллера машиниста. Однако определение фактического b_e при реостатных испытаниях вызывает следующие затруднения.

На заводах-изготовителях при реостатных испытаниях дизель-генераторов мощность P_p , потребляемая реостатом, равна мощности P_2 тягового генератора и тогда величина b_e определяется по формуле

$$b_e = \frac{B_e}{P_2} \eta_z = \frac{B_e}{P_e}, \quad (1)$$

где B_e – расход топлива дизелем; η_z – КПД тягового генератора на данном режиме; P_e – эффективная мощность дизеля.

Задаваемые производителем дизель-генераторов значения b_e являются эталоном для сравнения с фактическими расходами топлива дизелем в эксплуатации.

При реостатных испытаниях тепловозов условия иные, чем на заводах-изготовителях дизель-генераторов. Одно из основных отличий заключается в том, что на тепловозе от дизеля отбирается мощность не только на привод тягового генератора, но и на привод ряда других потребителей. Эти дополнительные отборы мощности необходимо учитывать. Например, в работе [4] эффективную мощность дизеля при реостатных испытаниях тепловозов предлагается определять по следующей зависимости

$$P_e = \frac{I_p U_p}{\eta_z \eta_{\text{вы}}} 10^{-3} + P_{\text{всп}}, \quad (2)$$

где I_p , U_p – ток и напряжение в цепи реостата; η_z , $\eta_{\text{вы}}$ – КПД соответственно генератора и выпрямительной установки; $P_{\text{всп}}$ – мощность вспомогательных агрегатов.

В нормативном документе [3] предписано определять b_e при реостатных испытаниях тепловозов по формуле

$$b_e = \frac{B_e}{\frac{P_{\text{ген}}}{\eta_{\text{ген}}} + \sum P_{\text{доп}i}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ген}}$, $\eta_{\text{ген}}$ – соответственно мощность и КПД тягового генератора; $P_{\text{доп}i}$ – мощность i -го вспомогательного оборудования тепловоза.

Таким образом, идея учета дополнительных отборов мощности от дизеля на тепловозах хорошо известна. Предложены даже конкретные зависимости для такого учета, например формула (3). Несмотря на это, при реостатных испытаниях тепловозов значение удельного эффективного расхода топлива рассчитывают по формуле

$$b_p = \frac{B_e}{P_p}, \quad (4)$$

где P_p – мощность, потребляемая реостатом.

Это связано с двумя основными причинами:

- отсутствием нормативной методики учета дополнительных отборов мощности и определения действительной величины b_e ;

- отсутствием методики определения мощности вспомогательных потребителей на различных режимах работы силовой установки.

Дополнительные затруднения вызывает тот факт, что тепловозы различных марок имеют различную номенклатуру и количество вспомогательных потребителей, а также схемы передачи мощно-

сти к ним. Можно предполагать, что врядли зависимости вида (2), (3) пригодны для всех эксплуатируемых тепловозов. Для проверки данной методики выбран самый распространенный в Украине магистральный тепловоз 2ТЭ116.

Целью данной статьи является разработка методики оценки экономичности работы тепловоза при проведении реостатных испытаний.

На рис. 1 представлена схема передачи мощности от дизеля к имеющимся на тепловозе основным потребителям, разработанная на основе анализа нормативно-технической документации и специальной литературы по тепловозу [4–8]. При разработке схемы действительное расположение некоторого оборудования изменено, чтобы нагляднее представить распределение мощности между потребителями на схеме указано место отбора мощности на реостат, которое определено инструкцией [7].

Как видно из рис. 1, на реостат отбирается мощность, которая при работе тепловоза расходуется тяговыми электродвигателями (ТЭД). При реостатных испытаниях не учитываются мощности, потребляемые стартер-генератором, возбудителем и потребителями электроэнергии, присоединенными к тяговому генератору. Если учесть, что при реостатных испытаниях вентиляторы охлаждения ТЭД не должны работать, а вентиляторы кузова и калорифера скорей всего не работают, то мощность дизеля с учетом всех потребителей должна определяться из выражения

$$P_e = P_p + \Delta P_{mz} + \Delta P_{\text{вы}} + \Delta P_{cз} + P_{\text{вз}} + P_{\text{тк}} + P_{\text{вву}} + P_{\text{вкк}} + P_{\text{вмz}} + P_{\text{аб}}, \quad (5)$$

где P_j – мощности соответствующих потребителей согласно рис. 1; $\Delta P_{\text{вы}}$, $\Delta P_{cз}$ – потери мощности соответственно в тяговом генераторе, выпрямительной установке и стартер-генераторе.

Формулу (5) удобнее представить так:

$$P_e = P_p \left(1 + \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{P_p} + \sum_{k=1}^m \frac{\Delta P_k}{P_p} \right), \quad (6)$$

где P_j – мощности учитываемых вспомогательных потребителей; ΔP_k – потери мощности у потребите-

лей (в дополнение к приведенным в формуле (5), очевидно, нужно учитывать потери мощности в возбuditеле генератора, в приводных электродвигателях, в механических передачах).

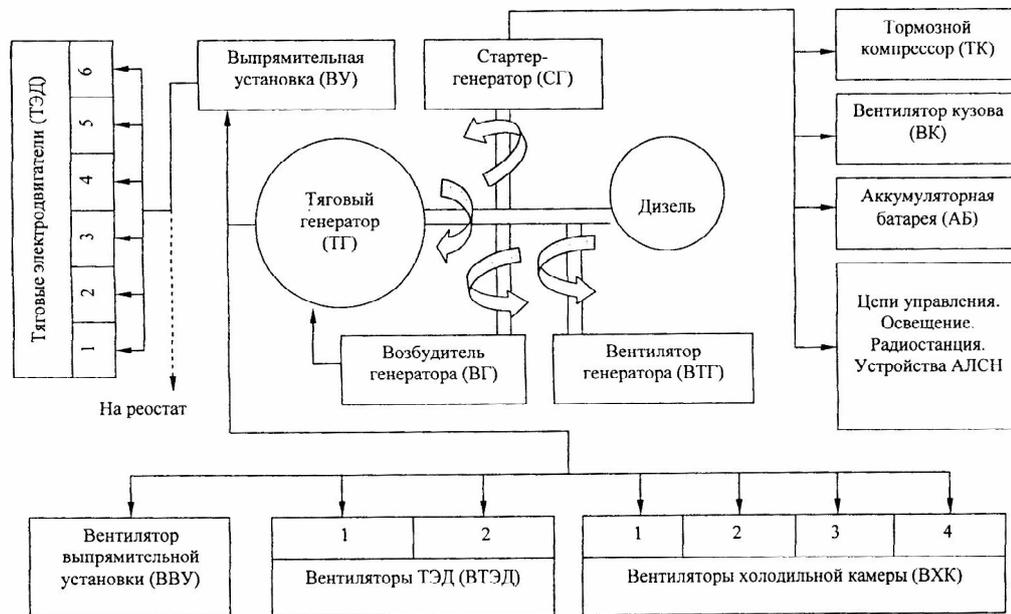


Рис. 1. Схема передачи мощности от дизеля тепловоза 2ТЭ116 потребителям

Тогда действительная величина b_e при реостатных испытаниях должна определяться по формуле

$$b_e = \frac{B_e}{P_p \left(1 + \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{P_p} + \sum_{k=1}^m \frac{\Delta P_k}{P_p} \right)}. \quad (7)$$

Для тепловоза 2ТЭ116 конкретные слагаемые, входящие в формулы (6), (7), соответствуют формуле (5).

Таким образом, для тепловоза 2ТЭ116 по формуле (4) определяется завышенное значение b_p по сравнению с b_e . Формула (2) была бы справедлива для тепловоза 2ТЭ116, если бы весь поток мощности от тягового генератора направлялся на реостат, а для дополнительных потребителей имелись отдельные

отборы мощности, что не соответствует действительности.

Формула (3) принципиально верна, но ею нельзя воспользоваться, поскольку мощность тягового генератора не измеряется. Действительному положению дел соответствуют зависимости (5), (6), (7).

Следует учесть, что величина b_p , определяемая по формуле (4), прочно вошла в практику реостатных испытаний. Предлагается от нее не отказываться, и назвать b_p реостатным удельным расходом топлива тепловозом, а удельный эффективный расход топлива дизеля b_e определять по формуле:

$$b_e = \frac{b_p}{1 + \sum_{j=1}^n \frac{P_j}{P_p} + \sum_{k=1}^m \frac{\Delta P_k}{P_p}}. \quad (8)$$

Использование обеих величин b_p и b_e будет способствовать более точной оценке топливной экономичности дизеля и качества ремонта.

Выводы и перспективы развития

1) существующие рекомендации по определению удельного расхода топлива при реостатных испытаниях тепловозов с учетом дополнительных потребителей мощности имеют недостатки, затрудняющие их практическое применение на ТРЗ и в локомотивных депо;

2) для устранения недостатков предложена новая методика оценки экономичности работы тепловозов при реостатных испытаниях, которая включает в себя:

- разработку схемы передачи мощности от дизеля к имеющимся на тепловозе потребителям;
- получение на основе анализа схемы зависимостей вида (5, 6, 7) для определения действительной величины мощности P_e дизеля и удельного эффективного расхода топлива b_e дизелем по тепловозной характеристике;
- проведение с использованием полученных зависимостей корректного сравнения действительных значений b_e с нормативными;

3) разработанная методика применима для тепловоза 2ТЭ116;

4) для практической оценки экономичности работы тепловоза 2ТЭ116 требуется разработка методики определения мощности дополнительных потребителей и определения составляющих зависимо-

сти (5) на различных режимах работы силовой установки;

5) величину b_p , определяемую по формуле (4), предлагается называть “реостатный удельный эффективный расход топлива тепловозом”. Отличное от b_e название и обозначение будет способствовать более четкому уяснению результатов реостатных испытаний тепловозов. При наличии одной из этих величин другая определяется по формуле (8).

Список литературы:

1. Жалкін С.Г., Савенко В.В., Ібрагімов О.С., Панчук О.В. *Можливості економії палива на тепловозах після ремонту // Зб. наук. пр. / Укр. держ. акад. залізнич. трансп. – Харків.: УкрДАЗТ, 2006. – Вип. 72. – С. 8–13.*
2. ЦТ-0131. *Питомі норми витрат палива при реостатних випробуваннях тепловозних дизелів усіх типів тепловозів після поточних ремонтів ПР-1, ПР-2, ПР-3. – К.: Укрзалізниця, 2006. – 28 с. – Затв. наказом “Укрзалізниці” № 441-Ц від 30 грудня 2005 р.*
3. ЦТ-0074. *Технічні вимоги до паливної економічності дизелів тепловозів та дизель-поїздів. – К.: Укрзалізниця, 2004. – 26 с. – Затв. наказом “Укрзалізниці” № 320-Ц від 17 грудня 2003 р.*
4. *Локомотивные энергетические установки: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / А.И. Володин, В.З. Юбанов, В.Д. Кузьмич и др.; Под ред. А.И. Володина. – М.: ИПК “Желдориздат”, 2002. – 718 с.*
5. ЦТ-0043. *Правила технічного обслуговування та поточних ремонтів тепловозів 2ТЕ116. – К.: Укрзалізниця, 2002. – 325 с. – Затв. наказом “Укрзалізниці” № 39-Ц від 30 січня 2002 р.*
6. *Тепловоз 2ТЭ116 / С.П. Филонов, А.И. Гибалов, Е.А. Микитин и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1996. – 334 с.*
7. *ИО 2ТЭ116.00.00.006–88: Инструкция по техническому обслуживанию и текущим ремонтам тепловоза 2ТЭ116. – М., 1988. – 414 с.*
8. *Кононов В.Е., Скалин А.В. Справочник машиниста тепловоза. – М.: ИПЦ “Желдориздат”, 2004. – 320 с.*