МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОВЕТ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ, МЕТРОЛОГИИ И СЕРТИФИКАЦИИ
(МГС)
INTERSTATE COUNCIL FOR STANDARDIZATION, METROLOGY AND CERTIFICATION
(ISC)

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
СТАНДАРТ

**ГОСТ
34514—
2019**

ТЕПЛОВОЗЫ МАГИСТРАЛЬНЫЕ И МАНЕВРОВЫЕ

Метод определения энергоэффективности

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2019

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

Цели, основные принципы и основной порядок проведения работ по межгосударственной стандартизации установлены в ГОСТ 1.0—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Основные положения» и ГОСТ 1.2—2015 «Межгосударственная система стандартизации. Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Правила разработки, принятия, обновления и отмены»

Сведения о стандарте

1 РАЗРАБОТАН Акционерным обществом «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКТИ»)

2 ВНЕСЕН Межгосударственным техническим комитетом по стандартизации МТК 524 «Железнодорожный транспорт»

3 ПРИНЯТ Межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 30 января 2019 г. № 115-П)

За принятие проголосовали:

Краткое наименование страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Код страны по МК (ИСО 3166) 004—97	Сокращенное наименование национального органа по стандартизации
Беларусь	BY	Госстандарт Республики Беларусь
Киргизия	KG	Кыргызстандарт
Россия	RU	Росстандарт
Таджикистан	TJ	Таджикстандарт
Узбекистан	UZ	Узстандарт

4 Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 14 марта 2019 г. № 84-ст межгосударственный стандарт ГОСТ 34514—2019 введен в действие в качестве национального стандарта Российской Федерации с 1 октября 2019 г.

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 Настоящий стандарт может быть применен на добровольной основе для соблюдения требований Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 001/2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава»

7 В настоящем стандарте использовано изобретение, защищенное Патентом Российской Федерации № 2591556 С1 от 20 июля 2016 г. «Способ контроля технического состояния силовой установки транспортного средства». Патентообладатель Акционерное общество «Научно-исследовательский и конструкторско-технологический институт подвижного состава» (АО «ВНИКТИ») (RU) предоставляет право на применение настоящего стандарта на безвозмездной основе

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном информационном указателе «Национальные стандарты», а текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

В Российской Федерации настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Сокращения и обозначения . . . 2
5 Метод определения энергоэффективности тепловоза (секции тепловоза) . . . 4
6 Определение экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза) . . . 5
6.1 Подготовка и общий порядок проведения реостатных испытаний по определению $\eta_{эр}$ . . . 5
6.2 Режимы проведения испытаний . . . 5
6.3 Измеряемые и вычисляемые параметры и погрешность измерений . . . 5
6.4 Средства измерений . . . 6
6.5 Условия проведения измерений . . . 6
6.6 Расчет экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза) . . . 6
7 Определение контрольного экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза) . . . 8
7.1 Сущность метода . . . 8
7.2 Расчет контрольного экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза) . . . 8
7.3 Расчет контрольного экспериментально-расчетного значения энергии . . . 8
7.4 Определение значения энергии топлива . . . 12
8 Оценка энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза) . . . 12
9 Требования безопасности труда и охраны окружающей среды при проведении испытаний . . . 12
Приложение А (обязательное) Типовые тест-циклограммы нагружения на реостат тепловозов (секций тепловозов) различного функционального типа . . . 14
Библиография . . . 17

МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ

ТЕПЛОВОЗЫ МАГИСТРАЛЬНЫЕ И МАНЕВРОВЫЕ

Метод определения энергоэффективности

The main-line and shunting diesel locomotives.
Method of determination of energy efficiency

Дата введения — 2019—10—01

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на вновь разрабатываемые и вновь изготавливаемые магистральные и маневровые тепловозы с электрической передачей мощности и устанавливает метод определения их энергоэффективности, применяемый при приемочных и периодических испытаниях.

Настоящий стандарт не распространяется на тепловозы с гидромеханической передачей.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 12.0.004—2015 Система стандартов безопасности труда. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.4.051—87 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты органа слуха. Общие технические требования. Методы испытаний*

ГОСТ 10150—2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Общие технические условия

ГОСТ 10448—2014 Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Приемка. Методы испытаний

ГОСТ 16504—81 Система государственных испытаний продукции. Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения

ГОСТ 21261—91 Нефтепродукты. Метод определения высшей теплоты сгорания и вычисление низшей теплоты сгорания

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться заменяющим (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по ГОСТ 16504, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **граничное значение индикатора энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза);** $ИЭЭФ_{гр}$: Значение индикатора энергетической эффективности, разделяющее области удовлетворительной и неудовлетворительной энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза).

* В Российской Федерации действует ГОСТ 12.4.275—2014.

Издание официальное

3.2 **индикатор энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза);** ИЭЭФ: Показатель, оценивающий относительную величину отклонения фактической энергоэффективности испытуемого(ой) тепловоза (секции тепловоза) от расчетной величины энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза) аналогичного типа, имеющего(ей) нормативные значения удельного расхода топлива и мощности дизеля.

3.3 **коэффициент полезного действия тепловоза (секции тепловоза);** КПД: Отношение количества энергии, отданной тепловозом для выполнения перевозочной работы за некоторый период эксплуатации, к количеству энергии топлива, израсходованного дизелем тепловоза (секцией тепловоза) за аналогичный период.

3.4 **реостатные испытания тепловоза (секции тепловоза):** Статические испытания, при которых энергия, вырабатываемая дизель-генератором тепловоза (секции тепловоза), превращается в тепло, рассеиваемое с помощью водяного (воздушного) реостата.

3.5 **среднее значение индикатора энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза);** $ИЭЭФ_{ср}$: Среднее арифметическое значений индикатора энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза), полученных по результатам нескольких реализаций одной и той же типовой тест-циклограммы нагружения дизель-генератора тепловоза (секции тепловоза) на водяной (воздушный) реостат.

3.6 **типовой режим работы тепловоза в эксплуатации:** Среднестатистический режим работы тепловоза каждого функционального типа в эксплуатации при его использовании по прямому функциональному назначению, состоящий из совокупности элементарных режимов его работы.

3.7 **типовая тест-циклограмма:** Набор последовательно реализуемых элементарных режимов работы тепловоза в эксплуатации при нагружении дизель-генератора тепловоза (секции тепловоза) на водяной (воздушный) реостат, имитирующий типовой режим работы тепловоза в эксплуатации.

3.8 **элементарный режим работы тепловоза (секции тепловоза) в эксплуатации:** Режим работы тепловоза (секции тепловоза) в эксплуатации, характеризуемый позицией контроллера машиниста и временем его (ее) непрерывного использования.

3.9 **энергетическая схема тепловоза (секции тепловоза):** Схема передачи энергии, выработанной дизель-генератором вспомогательным агрегатам тепловоза (секции тепловоза) для совершения перевозочной работы.

3.10 **энергетическая эффективность (энергоэффективность) тепловоза (секции тепловоза):** Количественная характеристика эксплуатационных свойств тепловоза (секции тепловоза), отражающая его (ее) техническое совершенство и качество изготовления, по относительной доле энергии топлива, поступившей на его (ее) колеса для совершения работы при использовании по прямому функциональному назначению.

4 Сокращения и обозначения

4.1 В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

ВУ — выпрямительная установка;

ДГ — дизель-генератор;

И — инвертор;

ИЭЭФ — индикатор энергетической эффективности;

КПД — коэффициент полезного действия;

ПКМ — позиция контроллера машиниста;

РЭ — руководство по эксплуатации (или документ, его заменяющий);

ТГ — тяговый генератор;

ТЗ — техническое задание;

ТУ — технические условия на поставку;

ТЭД — тяговый электродвигатель.

4.2 В настоящем стандарте приведены следующие обозначения по [1]:

$\eta_{эр}$ — экспериментально-расчетный КПД тепловоза (секции тепловоза);

$\eta_{кэр}$ — контрольный экспериментально-расчетный КПД тепловоза (секции тепловоза);

$Э_{кэ}$ — экспериментально-расчетное значение энергии, потенциально переданной на колеса тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$Э_{вэ}$ — значение энергии топлива, израсходованного дизелем тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$P_{тг(ву)ij}$ — текущее значение мощности на клеммах ТГ (ВУ), кВт;

$\eta_{тэдij}$ — текущее значение КПД ТЭД;

$\eta_{ор}$ — значение КПД осевого редуктора и моторно-осевых подшипников;

T — время реализации тест-циклограммы, с;

i — номер текущего измерения;

j — номер ПКМ;

Δt — временной шаг реализации типовой тест-циклограммы, с;

$N_{вспij}$ — текущее значение мощности генератора, затраченной на привод вспомогательных агрегатов, кВт;

$P_{иij}$ — текущее значение мощности на входе в И, кВт;

$\eta_{иij}$ — текущее значение КПД И;

$I_{тг(ву)(и)ij}$ — текущее значение силы тока на клеммах ТГ, ВУ или И, А;

$U_{тг(ву)(и)ij}$ — текущее значение напряжения на клеммах ТГ, ВУ или ВУ, В;

B — расход топлива дизелем за время реализации типовой тест-циклограммы, кг;

$Q^{н}_{fuel}$ — низшая теплотворная способность топлива, МДж/кг;

$Э^{рн}_{кэр}$ — контрольное экспериментально-расчетное значение энергии, которая могла бы быть потенциально передана на колеса тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы при нормативных значениях мощности ДГ по ТЗ или ТУ на $ПКМ_j$, МДж;

$Э^{рн}_{вэ}$ — расчетное значение энергии топлива, которое было бы израсходовано дизелем тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы при нормативных значениях мощности ДГ по ТУ или ТЗ, удельного расхода топлива, расхода топлива на холостом ходу и при отсутствии переходных процессов при переключении ПКМ, МДж;

$Э^{рнс}_{дизj}$ — значение энергии, выработанной дизелем на $ПКМ_j$ за время расчетной реализации типовой тест-циклограммы при нормативных значениях мощности дизеля по ТУ или ТЗ, с учетом отличия фактических условий реостатных испытаний от стандартных по ТУ или ТЗ, МДж;

$\eta_{тгjср}$ — среднее значение КПД ТГ на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{вуjср}$ — среднее значение КПД ВУ на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{тэдjср}$ — среднее значение КПД ТЭД на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{ор}$ — значение КПД осевого редуктора и моторно-осевых подшипников;

$Э_{вспмехj}$ — энергия, затраченная дизелем на обеспечение работы вспомогательных агрегатов с механическим приводом на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$Э_{вспэлj}$ — значение энергии, затраченной дизелем на обеспечение работы вспомогательных агрегатов с электрическим приводом на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$\eta_{ижср}$ — среднее значение КПД И на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$N^{рнс}_{дизj}$ — значение мощности дизеля по ТУ или ТЗ на $ПКМ_j$, скорректированное по отличию фактических условий реостатных испытаний от стандартных, кВт;

T_j — время работы на $ПКМ_j$, с;

$N^{рн}_{дизj}$ — значение мощности дизеля на $ПКМ_j$ по ТУ или ТЗ, кВт;

$\Delta N_{дизjср}$ — среднее значение изменения мощности дизеля, вызванное отличием фактических условий испытаний от стандартных по ТУ или ТЗ за время работы на $ПКМ_j$, кВт;

$\Delta N_{дизij}$ — текущее значение изменения мощности дизеля, вызванное отличием фактических условий испытаний от стандартных по ТУ или ТЗ за время работы на $ПКМ_j$, кВт;

z_j — количество измерений за время работы на $ПКМ_j$;

$Э^{пр}_{вспкмехj}$ — суммарная энергия, затраченная дизелем при работе на $ПКМ_j$ на привод к-го вспомогательного агрегата с механическим приводом за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

к — условный номер вспомогательного агрегата, общее количество и номенклатура которых соответствует энергетической схеме тепловоза;

$N_{вспкмехij}$ — текущее значение мощности, потребляемой к-ым вспомогательным агрегатом с механическим приводом при работе на $ПКМ_j$, в процессе реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{мехпркj}$ — КПД механического привода к-го вспомогательного агрегата при работе на $ПКМ_j$;

$N_{впкммах}$ — мощность, потребляемая вентилятором на максимальной ПКМ при стандартных атмосферных условиях, приведенная в ТУ или ТЗ, кВт;

n_{ij} — текущее значение частоты вращения коленчатого вала дизеля при работе на $ПКМ_j$, $мин^{-1}$;

n_{max} — значение частоты вращения коленчатого вала дизеля при работе на $ПКМ_{max}$, $мин^{-1}$;

$\eta_{првj}$ — КПД привода вентилятора при работе на $ПКМ_j$;

$I_{стг}$ — ток СТГ, А;

$U_{бс}$ — напряжение бортовой сети, В;

$\eta_{прстг}$ — КПД привода стартера-генератора;

$Э^{пр}_{вспкэлпрj}$ — суммарная энергия, затраченная ДГ при работе на $ПКМ_j$ на привод к-го вспомогательного агрегата с электрическим приводом за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$N_{вспкэлпрij}$ — текущее значение мощности, потребляемой к-ым вспомогательным агрегатом с электрическим приводом при работе на $ПКМ_j$ в процессе реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$\eta_{элпркj}$ — КПД электрического привода к-го вспомогательного агрегата на $ПКМ_j$;

$N_{мвпкммах}$ — мощность, потребляемая мотор-вентилятором на $ПКМ_{max}$ при стандартных атмосферных условиях, приведенная в ТУ или ТЗ, кВт;

$\eta_{тгij}$ — текущее значение КПД ТГ при работе на $ПКМ_j$;

m_i — текущее значение количества включенных мотор-вентиляторов;

$P_{взбj}$ — мощность возбудителя на $ПКМ_j$, кВт;

$\eta_{взбj}$ — КПД возбудителя на $ПКМ_j$;

$\eta_{првзбj}$ — КПД привода возбудителя на $ПКМ_j$;

$\eta_{вуij}$, $\eta_{тгij}$, $\eta_{тэдij}$ — текущие значения КПД ВУ, КПД ТГ и КПД ТЭД при работе на $ПКМ_j$;

$N_{дизj}$ — значения мощности дизеля на $ПКМ_j$ в соответствии с ТУ или ТЗ, кВт;

g_{ej} — значения удельного расхода топлива дизеля на $ПКМ_j$ в соответствии с ТУ или ТЗ, г/кВт·ч;

$\Delta_{иээф}$ — односторонний доверительный интервал для $ИЭЭФ_{ср}$;

n — количество реализаций типовой тест-циклограммы;

t_γ — значение параметра распределения Стьюдента для одностороннего доверительного интервала при числе степеней свободы n – 1 и принятой доверительной вероятности γ;

$ИЭЭФ_i$ — значение ИЭЭФ в результате i-й реализации тест-циклограммы;

$\delta_{пп}$ — значение уменьшения ИЭЭФ, установленное по результатам реостатных испытаний тепловозов каждого функционального типа за счет влияния переходных процессов в ДГ;

δ_{ge} — относительное уменьшение ИЭЭФ за счет допуска на объявленный удельный расход топлива.

5 Метод определения энергоэффективности тепловоза (секции тепловоза)

Энергоэффективность тепловоза (секции тепловоза) определяют с помощью ИЭЭФ, вычисляемого по формуле

$$ИЭЭФ = \frac{\eta_{эр}}{\eta_{кэр}}, \quad (1)$$

где $\eta_{эр}$ — экспериментально-расчетный КПД тепловоза (секции тепловоза), определяемый по результатам реостатных испытаний тепловоза (секции тепловоза) при автоматическом нагружении ДГ на водяной (воздушный) реостат в соответствии с типовой тест-циклограммой и измерении расхода топлива за время реализации этой тест-циклограммы;

$\eta_{кэр}$ — контрольный экспериментально-расчетный КПД тепловоза (секции тепловоза), определяемый методом расчета с использованием нормативных значений удельного расхода топлива и мощности дизеля, указанных в ТУ или ТЗ, что и при испытаниях типовой тест-циклограммы,

затратах мощности на привод вспомогательного оборудования, КПД тягового генератора, КПД выпрямительной установки или инвертора (в случае их наличия в составе силовой установки) и КПД тяговых двигателей, полученных при испытаниях по оценке величины $\eta_{эр}$.

6 Определение экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза)

6.1 Подготовка и общий порядок проведения реостатных испытаний по определению $\eta_{эр}$

6.1.1 Испытуемый(ую) тепловоз (секцию тепловоза) подсоединяют к водяному (воздушному) реостату согласно РЭ тепловоза. Используемый реостат должен обеспечить нагружение ДГ тепловоза (секции тепловоза) во всех точках внешней характеристики ТГ от максимального до минимального напряжения при соответствующей силе тока, указанных в РЭ тепловоза.

6.1.2 Тепловоз (секция тепловоза) и реостат оборудуют средствами измерения параметров, указанных в 6.3.

6.1.3 При испытаниях допускается использовать штатный комплект датчиков и измерительных преобразователей, имеющийся на тепловозе (секции тепловоза), если он удовлетворяет требованиям 6.4.

6.1.4 В процессе проведения испытаний нагружение ДГ должно осуществляться в автоматическом режиме согласно типовым тест-циклограммам нагружения на реостат тепловоза (секции тепловоза), приведенным в приложении А.

6.1.5 Общий порядок проведения реостатных испытаний по определению экспериментально-расчетного КПД тепловоза (секции тепловоза) $\eta_{эр}$ включает:

- выполнение операций по подготовке тепловоза (секции тепловоза) к реостатным испытаниям и оборудования тепловоза и (или) реостата средствами управления и контроля согласно 6.1.1—6.1.4;
- проведение индивидуальной градуировки измерительных каналов тока и напряжения по приборам класса 0,2 с целью определения поправок, их введение в текущие результаты измерений токов и напряжений при реализации тест-циклограммы для уменьшения систематических составляющих погрешностей измерений;
- установление перед каждой реализацией тест-циклограммы при работе на максимальной ПКМ значения тока, соответствующего продолжительному режиму работы ТГ, указанному в РЭ испытуемого(ой) тепловоза (секции тепловоза), с последующим переводом ДГ в режим холостого хода;
- выполнение типовой тест-циклограммы, соответствующей функциональному типу испытуемого(ой) тепловоза (секции тепловоза) при автоматическом управлении режимами работы его (ее) ДГ.

6.1.6 Испытания проводят не менее трех раз с интервалами не более 30 мин.

За результат испытаний принимают среднеарифметическую величину, вычисленную как минимум по трем полученным значениям $\eta_{эр}$.

6.2 Режимы проведения испытаний

Тепловозы (секции тепловозов) испытывают при нагружении ДГ на реостат по режимам тест-циклограмм, соответствующим их функциональному типу (магистральные грузовые, магистральные пассажирские, маневровые). Типовые тест-циклограммы приведены в приложении А.

6.3 Измеряемые и вычисляемые параметры и погрешность измерений

Наименование и погрешность однократно измеряемых и вычисляемых параметров приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Наименование и погрешность однократно измеряемых и вычисляемых параметров

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Максимальная допустимая погрешность измерения или расчета, %, не более
Атмосферное давление[1)]	P_a	кПа (мм рт. ст.)	По ГОСТ 10448
Температура окружающей среды[1)]	T_a	К (°С)	По ГОСТ 10448
Относительная влажность воздуха[1)]	φ_t	%	По ГОСТ 10448
Давление отработавших газов в выходном патрубке дизеля[1)]	Pg_2	кПа (мм рт. ст.)	По ГОСТ 10448

Окончание таблицы 1

Наименование параметра	Обозначение	Единица измерения	Максимальная допустимая погрешность измерения или расчета, %, не более
Температура воды на входе в охладитель наддувочного воздуха дизеля[1)]	t_{cool}'	К (°С)	По ГОСТ 10448
Разрежение воздуха на входе в дизель[1)]	$P_{ка}$	кПа (мм рт. ст.)	По ГОСТ 10448
Температура топлива перед топливными насосами высокого давления[1)]	t_f	К (°С)	По ГОСТ 10448
Частота вращения коленчатого вала дизеля	n	мин$^{-1}$	По ГОСТ 10448
Ток (после градуировки канала)	I	А	± 0,5034
Напряжение (после градуировки канала)	U	В	± 0,3465
Мощность на клеммах ТГ (ВУ) после калибровки каналов тока и напряжения	P	кВт	± 0,611
Массовый расход топлива дизелем	B	кг/ч	± 0,154
Индикатор энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза)[2)]	ИЭЭФ		± 0,6430 (в том числе постоянная не исключенная систематическая погрешность 0,3202, случайная 0,5577)

[1)] Параметры, необходимые для определения мощности дизеля в условиях, отличных от стандартных, при вычислении $\eta_{кэр}$.

[2)] Погрешности вычисления КПД тяговых электродвигателей и осевых редукторов не оказывают влияния на погрешность вычисления ИЭЭФ, так как при вычислении $\eta_{кэр}$ используются значения этих параметров, идентичные вычисленным в процессе реостатных испытаний по определению $\eta_{эр}$.

6.4 Средства измерений

Применяемые при испытаниях средства измерений должны соответствовать требованиям нормативных документов*, утвержденных уполномоченным национальным органом исполнительной власти.

6.5 Условия проведения измерений

6.5.1 Условия окружающей среды при проведении реостатных испытаний должны соответствовать условиям эксплуатации конкретного типа тепловоза в соответствии с требованиями РЭ на него.

6.5.2 При реостатных испытаниях дизель должен работать на топливах, маслах и охлаждающих жидкостях, указанных в РЭ на ДГ конкретного типа в соответствии с климатическими условиями.

6.6 Расчет экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза)

6.6.1 Значение экспериментально-расчетного КПД тепловоза (секции тепловоза) $\eta_{эр}$ вычисляют по формуле

$$\eta_{эр} = \frac{Э_{кэ}}{Э_{вэ}} \quad (2)$$

где $Э_{кэ}$ — экспериментально-расчетное значение энергии, потенциально переданной на колеса тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$Э_{вэ}$ — значение энергии топлива, израсходованного дизелем тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж.

* В Российской Федерации действуют [2] и [3].

6.6.2 Экспериментально-расчетное значение энергии, потенциально переданной на колеса тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат $Э_{кэ}$, МДж, для тепловозов с передачей переменно-постоянного тока, а также тепловозов с передачей постоянного тока, у которых вспомогательные нагрузки запитаны от вспомогательного генератора, вычисляют по формуле

$$Э_{кэ} = \left[\int_0^T P_{тг(ву)ij} \cdot \eta_{тэдij}(t)dt\right] \cdot \eta_{ор}, \quad (3)$$

где T — время реализации тест-циклограммы;

$P_{тг(ву)ij}$ — текущее значение мощности на клеммах ТГ (ВУ), кВт;

$\eta_{тэдij}$ — текущее значение КПД ТЭД, вычисляемое для $ПКМ_j$ с помощью зависимости от тока нагрузки, установленной по экспериментальным данным;

$\eta_{ор}$ — значение КПД осевого редуктора и моторно-осевых подшипников;

i — номер текущего измерения;

j — номер ПКМ.

Допускается использовать формулу

$$Э_{кэ} = 10^{-3} \cdot \Sigma P_{тг(ву)ij} \cdot \Delta t \cdot \eta_{тэдij} \cdot \eta_{ор}, \quad (4)$$

где Δt — временной шаг реализации типовой тест-циклограммы, с.

Если на тепловозе с передачей постоянно-постоянного тока вспомогательные агрегаты запитаны от одного генератора с ТЭД, то формула (3) имеет вид

$$Э_{кэ} = \left\{\int_0^T \left[\left(P_{тг(ву)ij} - N_{вспij}\right) \cdot \eta_{тэдij}\right](t)dt\right\} \cdot \eta_{ор}, \quad (5)$$

где $N_{вспij}$ — текущее значение мощности генератора, затраченной на привод вспомогательных агрегатов, кВт. В этом случае для определения величины $N_{вспij}$ в соответствующие цепи электрической схемы тепловоза устанавливают дополнительные шунты.

Допускается использовать формулу

$$Э_{кэ} = 10^{-3} \cdot \Sigma\left(P_{тг(ву)ij} - N_{вспij}\right) \cdot \Delta t \cdot \eta_{тэдij} \cdot \eta_{ор}. \quad (6)$$

Для тепловозов с передачей переменно-переменного тока $Э_{кэ}$ вычисляют по формуле

$$Э_{кэ} = \left[\int_0^T P_{иij} \cdot \eta_{иij} \cdot \eta_{тэдij}(t)dt\right] \cdot \eta_{ор}, \quad (7)$$

где $P_{иij}$ — текущее значение мощности на входе в И, кВт;

$\eta_{иij}$ — текущее значение КПД И.

Допускается использовать формулу

$$Э_{кэ} = 10^{-3} \cdot \Sigma P_{иij} \cdot \eta_{иij} \cdot \Delta t \cdot \eta_{тэдij} \cdot \eta_{ор}. \quad (8)$$

6.6.3 Текущее значение мощности на клеммах ТГ, ВУ или И $P_{тг(ву)(и)ij}$, кВт, вычисляют по формуле

$$P_{тг(ву)(и)ij} = I_{тг(ву)(и)ij} \cdot U_{тг(ву)(и)ij} \cdot 10^{-3}, \quad (9)$$

где $I_{тг(ву)(и)ij}$ — текущее значение силы тока на клеммах ТГ, ВУ или И, А;

$U_{тг(ву)(и)ij}$ — текущее значение напряжения на клеммах ТГ, ВУ или И, В.

6.6.4 Значение энергии топлива, израсходованного дизелем тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат $Э_{вэ}$, МДж, вычисляют по формуле

$$Э_{вэ} = B \cdot Q^{н}_{fuel}, \quad (10)$$

где B — расход топлива дизелем за время реализации типовой тест-циклограммы, кг;

$Q^{н}_{fuel}$ — низшая теплотворная способность топлива, МДж/кг, определяемая по ГОСТ 21261.

7 Определение контрольного экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза)

7.1 Сущность метода

Контрольный экспериментально-расчетный КПД тепловоза (секции тепловоза), $\eta_{кэр}$, вычисляют методом расчета с использованием нормативных значений удельного расхода топлива и мощности дизеля, указанных в ТУ или ТЗ.

7.2 Расчет контрольного экспериментально-расчетного коэффициента полезного действия тепловоза (секции тепловоза)

Значение контрольного экспериментально-расчетного КПД тепловоза (секции тепловоза) $\eta_{кэр}$ вычисляют по формуле

$$\eta_{кэр} = \frac{Э^{рн}_{кэр}}{Э^{рн}_{вэ}}, \quad (11)$$

где $Э^{рн}_{кэр}$ — контрольное экспериментально-расчетное значение энергии, которая могла бы быть потенциально передана на колеса тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы при нормативных значениях мощности ДГ по ТЗ или ТУ на $ПКМ_j$ с учетом отличия фактических условий реостатных испытаний по определению $\eta_{эр}$ от стандартных условий по ТУ или ТЗ, при затратах мощности на привод вспомогательных агрегатов и средних значениях КПД ВУ, ТГ, И и ТЭД при работе на $ПКМ_j$, МДж;

$Э^{рн}_{вэ}$ — расчетное значение энергии топлива, которое было бы израсходовано дизелем тепловоза (секции тепловоза) за время реализации типовой тест-циклограммы при нормативных значениях по ТУ или ТЗ мощности ДГ, удельного расхода топлива, расхода топлива на холостом ходу и при отсутствии переходных процессов при переключении ПКМ, МДж.

7.3 Расчет контрольного экспериментально-расчетного значения энергии

7.3.1 Для тепловозов (секций тепловозов) с передачей переменно-постоянного тока контрольное экспериментально-расчетное значение энергии $Э^{рн}_{кэр}$, МДж, вычисляют по формулам:

- при механическом приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left(Э^{рнс}_{дизj} - Э_{вспмехj}\right) \cdot \eta_{тгjср} \cdot \eta_{вуjср} \cdot \eta_{тэдjср} \cdot \eta_{ор}, \quad (12)$$

где $Э^{рнс}_{дизj}$ — значение энергии, выработанной дизелем на $ПКМ_j$ за время расчетной реализации типовой тест-циклограммы при нормативных значениях мощности дизеля по ТУ или ТЗ, с учетом отличия фактических условий реостатных испытаний от стандартных по ТУ или ТЗ, МДж;

$Э_{вспмехj}$ — значение энергии, затраченной дизелем на обеспечение работы вспомогательных агрегатов с механическим приводом на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$\eta_{тгjср}$ — среднее значение КПД ТГ на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{вуjср}$ — среднее значение КПД ВУ на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{тэдjср}$ — среднее значение КПД ТЭД на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{ор}$ — значение КПД осевого редуктора и моторно-осевых подшипников;

- при электрическом приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left(Э^{рнс}_{дизj} \cdot \eta_{тгjср} - Э_{вспэлj}\right) \cdot \eta_{вуjср} \cdot \eta_{тэдjср} \cdot \eta_{ор}, \quad (13)$$

где $Э_{вспэлj}$ — значение энергии, затраченной дизелем на обеспечение работы вспомогательных агрегатов с электрическим приводом на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

- при смешанном приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left\{\left[\left(Э^{рнс}_{дизj} - Э_{вспмехj}\right)\cdot \eta_{тгjср}\right] - Э_{вспэлj}\right\}\cdot \eta_{вуjср}\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}. \quad (14)$$

7.3.2 Для тепловозов (секций тепловозов) с передачей постоянно-постоянного тока контрольное экспериментально-расчетное значение энергии $Э^{рн}_{кэр}$, МДж, вычисляют по следующим формулам:

- при механическом приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left(Э^{рнс}_{дизj} - Э_{вспмехj}\right)\cdot \eta_{тгjср}\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}; \quad (15)$$

- при электрическом приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left(Э^{рнс}_{дизj}\cdot \eta_{тгjср} - Э_{вспэлj}\right)\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}; \quad (16)$$

- при смешанном приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left\{\left[\left(Э^{рнс}_{дизj} - Э_{вспмехj}\right)\cdot \eta_{тгjср}\right] - Э_{вспэлj}\right\}\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}. \quad (17)$$

7.3.3 Для тепловозов (секций тепловозов) с передачей переменно-переменного тока контрольное экспериментально-расчетное значение энергии $Э^{рс}_{кэр}$, МДж, вычисляют по формулам:

- при механическом приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left(Э^{рнс}_{дизj} - Э_{вспмехj}\right)\cdot \eta_{тгjср}\cdot \eta_{ијср}\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}; \quad (18)$$

- при электрическом приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left(Э^{рнс}_{дизj}\cdot \eta_{тгjср} - Э_{вспэлj}\right)\cdot \eta_{ијср}\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}; \quad (19)$$

- при смешанном приводе вспомогательных агрегатов

$$Э^{рн}_{кэр} = \Sigma\left[\left(Э^{рнс}_{дизj} - Э_{вспмехj}\right)\cdot \eta_{тгjср} - Э_{всп\,элj}\right]\cdot \eta_{ијср}\cdot \eta_{тэдjср}\cdot \eta_{ор}, \quad (20)$$

где $\eta_{ијср}$ — среднее значение КПД И на ПКМ$_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат.

7.3.4 Значение, $Э^{рнс}_{дизj}$, МДж, вычисляют по формуле

$$Э^{рнс}_{дизj} = 10^{-3}\cdot N^{рнс}_{дизj}\cdot T_j, \quad (21)$$

где $N^{рнс}_{дизj}$ — нормативное значение мощности дизеля по ТУ или ТЗ на ПКМ$_j$, скорректированное по отличию фактических условий реостатных испытаний от стандартных условий по ТУ или ТЗ, кВт;

T_j — время работы на ПКМ$_j$, с.

Значение $N^{рнс}_{дизj}$, кВт, вычисляют по формуле

$$N^{рнс}_{дизj} = N^{рн}_{дизj} + \Delta N_{дизjср}, \quad (22)$$

где $N^{рн}_{дизj}$ — нормативное значение мощности дизеля на ПКМ$_j$ по ТУ или ТЗ, кВт;

$\Delta N_{дизjср}$ — среднее значение изменения мощности дизеля, вызванное отличием фактических условий испытаний от стандартных по ТУ или ТЗ за время работы на ПКМ$_j$, кВт.

Значение $\Delta N_{дизjср}$, кВт, вычисляют по формуле

$$\Delta N_{дизjср} = \Sigma\frac{\Delta N_{дизij}}{z_j}, \quad (23)$$

где $\Delta N_{дизij}$ — текущее значение изменения мощности дизеля, вызванное отличием фактических условий испытаний от стандартных по ТУ или ТЗ за время работы на ПКМ$_j$, кВт;

z_j — количество измерений за время работы на ПКМ$_j$.

Значение $\Delta N_{дизij}$, кВт, вычисляют в соответствии с РЭ или нормативными документами*.

7.3.5 Значение $Э_{вспмехj}$, МДж, вычисляют по формуле

$$Э_{вспмехj} = \Sigma Э^{пр}_{вспкмехj}, \quad (24)$$

где $Э^{пр}_{вспкмехj}$ — суммарная энергия, затраченная дизелем при работе на $ПКМ_j$ на привод к-го вспомогательного агрегата с механическим приводом за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

к — условный номер вспомогательного агрегата, общее количество и номенклатура которого соответствуют энергетической схеме тепловоза.

Значение $Э^{пр}_{вспкмехj}$ вычисляют по формуле

$$Э^{пр}_{вспкмехj} = 10^{-3} \cdot \int_0^T \frac{N_{вспкмехij}}{\eta_{мехпрkj}}(t)dt, \quad (25)$$

где $N_{вспкмехij}$ — текущее значение мощности, потребляемой к-м вспомогательным агрегатом с механическим приводом при работе на $ПКМ_j$ в процессе реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат;

$\eta_{мехпрkj}$ — КПД механического привода к-го вспомогательного агрегата при работе на $ПКМ_j$.

Допускается значение $Э^{пр}_{вспкмехj}$ вычислять по формуле

$$Э^{пр}_{вспкмехj} = 10^{-3} \cdot \Sigma \frac{N_{вспкмехij}}{\eta_{мехпрkj}} \cdot \Delta t. \quad (26)$$

При определении текущих значений мощности, затрачиваемой дизелем на обеспечение работы вспомогательных агрегатов с механическим приводом при работе на $ПКМ_j$, текущие значения мощности, затрачиваемой дизелем на привод вентилятора $N^{пр}_{вij}$, кВт, вычисляют по формуле

$$N^{пр}_{вij} = \frac{\left(\frac{n_{ij}}{n_{max}}\right)^3 \cdot N_{впкмmax}}{\eta_{првj}}, \quad (27)$$

где n_{ij} — текущее значение частоты вращения коленчатого вала дизеля при работе на $ПКМ_j$, $мин^{-1}$;

n_{max} — значение частоты вращения коленчатого вала дизеля при работе на $ПКМ_{max}$, $мин^{-1}$;

$N_{впкмmax}$ — мощность, потребляемая вентилятором на максимальной ПКМ при стандартных атмосферных условиях, приведенная в ТУ или ТЗ, кВт;

$\eta_{првj}$ — КПД привода вентилятора при работе на $ПКМ_j$.

Мощность, затрачиваемую дизелем на привод стартера-генератора $N_{стг}$, кВт, вычисляют по формуле

$$N_{стг} = 10^{-3} \cdot I_{стг} \cdot U_{бс} \cdot \eta_{прстг}, \quad (28)$$

где $I_{стг}$ — ток СТГ, А;

$U_{бс}$ — напряжение бортовой сети, В;

$\eta_{прстг}$ — КПД привода стартера-генератора.

7.3.6 Значение $Э^{пр}_{вспэлпрj}$, МДж, вычисляют за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат по формуле

$$Э^{пр}_{вспэлпрj} = \Sigma Э^{пр}_{вспкэлпрj}, \quad (29)$$

где $Э^{пр}_{вспкэлпрj}$ — суммарная энергия, затраченная ДГ при работе на $ПКМ_j$ на привод к-го вспомогательного агрегата с электрическим приводом за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж.

---

* В Российской Федерации действует ГОСТ Р 52517—2005 (ИСО 3046-1:2002) «Двигатели внутреннего сгорания поршневые. Характеристики. Часть 1. Стандартные исходные условия, объявления мощности, расхода топлива и смазочного масла. Методы испытаний».

Значение $Э^{пр}_{вспкэлпрj}$, МДж, вычисляют по формуле

$$Э^{пр}_{вспкэлпрj} = 10^{-3} \cdot \int_0^T \frac{N_{вспкэлпрij}}{\eta_{элпркj}}(t)dt, \quad (30)$$

где $N_{вспкэлпрij}$ — текущее значение мощности, потребляемой к-м вспомогательным агрегатом с электрическим приводом при работе на $ПКМ_j$ в процессе реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат, МДж;

$\eta_{элпркj}$ — КПД электрического привода к-го вспомогательного агрегата на $ПКМ_j$.

Значение $Э^{пр}_{вспкэлпрj}$ допускается вычислять по формуле

$$Э^{пр}_{вспкэлпрj} = 10^{-3} \cdot \Sigma \frac{N_{вспкэлпрij}}{\eta_{элпркj}} \cdot \Delta t. \quad (31)$$

При определении текущих значений мощности, затрачиваемой дизелем на обеспечение работы вспомогательных агрегатов с электрическим приводом при работе на $ПКМ_j$, текущие значения мощности $N^{пр}_{мвij}$, кВт, затрачиваемой дизелем на привод мотор-вентиляторов, вычисляют по формуле

$$N^{пр}_{мвij} = \frac{\left(\frac{n_{ij}}{n_{max}}\right)^3 \cdot N_{мвпкмmax} \cdot m_i}{\eta_{првj} \cdot \eta_{тгij}}, \quad (32)$$

где n_{ij} — текущее значение частоты вращения коленчатого вала дизеля при работе на $ПКМ_j$, $мин^{-1}$;

n_{max} — значение частоты вращения коленчатого вала дизеля при работе на $ПКМ_{max}$, $мин^{-1}$;

$N_{мвпкмmax}$ — мощность, потребляемая мотор-вентилятором на $ПКМ_{max}$ при стандартных атмосферных условиях, приведенная в ТУ или ТЗ, кВт;

m_i — текущее значение количества включенных мотор-вентиляторов;

$\eta_{тгij}$ — текущее значение КПД ТГ при работе на $ПКМ_j$.

7.3.7 Значение потерь мощности дизеля при работе на $ПКМ_j$ на привод возбудителя $\Delta N_{взбj}$, кВт, вычисляют по формуле

$$\Delta N_{взбj} = P_{взбj} \cdot \left(\frac{1}{\eta_{взбj} \cdot \eta_{првзбj}} - 1\right), \quad (33)$$

где $P_{взбj}$ — мощность возбудителя на $ПКМ_j$, кВт;

$\eta_{взбj}$ — КПД возбудителя на $ПКМ_j$;

$\eta_{првзбj}$ — КПД привода возбудителя на $ПКМ_j$.

7.3.8 Средние значения КПД электрических машин на $ПКМ_j$ за время реализации типовой тест-циклограммы нагружения ДГ на реостат вычисляют по следующим формулам:

- среднее значение КПД ВУ $\eta_{вуjср}$

$$\eta_{вуjср} = \Sigma \frac{\eta_{вуij}}{z_j}; \quad (34)$$

- среднее значение КПД ТГ $\eta_{тгjср}$

$$\eta_{тгjср} = \Sigma \frac{\eta_{тгij}}{z_j}; \quad (35)$$

- среднее значение КПД ТЭД $\eta_{тэдjср}$

$$\eta_{тэдjср} = \Sigma \frac{\eta_{тэдij}}{z_j}, \quad (36)$$

где $\eta_{вуij}$, $\eta_{тгij}$, $\eta_{тэдij}$ — соответственно текущие значения КПД ВУ, КПД ТГ и КПД ТЭД при работе на $ПКМ_j$;

z_j — количество измерений за время работы на $ПКМ_j$.

7.4 Определение значения энергии топлива

Значение $Э^{рн}_{вэ}$, МДж, вычисляют по формуле

$$Э^{рн}_{вэ} = 0{,}1186 \cdot 10^{-4} \cdot \Sigma N_{дизj} \cdot g_{ej} \cdot T_j, \quad (37)$$

где $N_{дизj}$ — нормативные значения мощности дизеля на $ПКМ_j$ в соответствии с ТУ или ТЗ, кВт;

g_{ej} — нормативные значения удельного расхода топлива дизеля на $ПКМ_j$ в соответствии с ТУ или ТЗ, г/кВт·ч;

T_j — время работы на $ПКМ_j$, с.

8 Оценка энергетической эффективности тепловоза (секции тепловоза)

8.1 Энергетическую эффективность тепловоза (секции тепловоза) оценивают сравнением минимального значения $ИЭЭФ_\gamma$, которое по результатам реостатных испытаний может с принятой доверительной вероятностью γ иметь ИЭЭФ тепловоза, и его граничного значения $ИЭЭФ_{гр}$. Если $ИЭЭФ_\gamma \geq ИЭЭФ_{гр}$, то с вероятностью γ уровень энергетической эффективности тепловоза соответствует области удовлетворительных значений. Если $ИЭЭФ_\gamma < ИЭЭФ_{гр}$, то с вероятностью γ уровень энергетической эффективности тепловоза соответствует области неудовлетворительных значений.

8.2 Значение $ИЭЭФ_\gamma$ вычисляют по формуле

$$ИЭЭФ_\gamma = ИЭЭФ_{ср} - \Delta_{иээф}, \quad (38)$$

где $\Delta_{иээф}$ — односторонний доверительный интервал для $ИЭЭФ_{ср}$.

Значение $\Delta_{иээф}$ вычисляют по формуле

$$\Delta_{иээф} = t_\gamma \cdot \frac{S_{иээф}}{\sqrt{n}}, \quad (39)$$

где n — количество реализаций типовой тест-циклограммы;

t_γ — значение параметра распределения Стьюдента для одностороннего доверительного интервала при числе степеней свободы $n - 1$ и принятой доверительной вероятности γ (рекомендуется принимать $\gamma = 0{,}8$);

$S_{иээф}$ — оценка стандартного отклонения по результатам реостатных испытаний.

Значение $S_{иээф}$ вычисляют по формуле

$$S_{иээф} = \sqrt{\frac{\Sigma\left(ИЭЭФ_i - ИЭЭФ_{ср}\right)^2}{(n-1)}}, \quad (40)$$

где $ИЭЭФ_i$ — значение ИЭЭФ в результате i-й реализации типовой тест-циклограммы.

8.3 Граничное значение индикатора энергетической эффективности локомотивов $ИЭЭФ_{гр}$ вычисляют по формуле

$$ИЭЭФ_{гр} = 1 - \delta_{пп} - \delta_{ge}, \quad (41)$$

где 1 — максимальное возможное значение ИЭЭФ при нормативных значениях удельного расхода топлива и при отсутствии переходных процессов в ДГ при переключении ПКМ;

$\delta_{пп}$ — значение уменьшения ИЭЭФ, установленное по результатам реостатных испытаний тепловозов каждого функционального типа за счет влияния переходных процессов в ДГ;

δ_{ge} — относительное уменьшение ИЭЭФ за счет допуска на объявленный удельный расход топлива по ГОСТ 10150.

9 Требования безопасности труда и охраны окружающей среды при проведении испытаний

9.1 Персонал, участвующий в реостатных испытаниях, должен быть обучен и аттестован в установленном порядке на право проведения таких испытаний.

9.2 За безопасность проведения испытаний несет ответственность руководитель испытаний.

9.3 Все работы по подготовке и проведению испытаний проводят под непосредственным руководством и контролем руководителя испытаний с соблюдением общих требований производственной санитарии, правил и инструкций по охране труда, технике безопасности и пожарной безопасности, действующих на железнодорожном транспорте и в промышленности.

9.4 Участники испытаний перед началом работ проходят инструктаж по технике безопасности и пожарной безопасности. Порядок и виды обучения, организация инструктажа лиц, участвующих в работах по подготовке и проведению испытаний, — по ГОСТ 12.0.004.

9.5 Персонал, участвующий в реостатных испытаниях, должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты органов слуха по ГОСТ 12.4.051.

Приложение А
(обязательное)

Типовые тест-циклограммы нагружения на реостат тепловозов (секций тепловозов) различного функционального типа

Таблица А.1 — Тест-циклограмма нагружения дизель-генератора магистрального грузового тепловоза на реостат

№ режима работы	Позиция контроллера машиниста, ПКМ	Время работы на ПКМ, с	№ режима работы	Позиция контроллера машиниста, ПКМ	Время работы на ПКМ, с	№ режима работы	Позиция контроллера машиниста, ПКМ	Время работы на ПКМ, с
1	0	100	27	0	234	53	7	8
2	1	4	28	1	4	54	8	3
3	2	2	29	2	3	55	9	6
4	3	3	30	3	3	56	10	10
5	4	4	31	4	5	57	11	62
6	5	3	32	5	3	58	10	8
7	6	13	33	6	10	59	8	2
8	7	7	34	7	8	60	5	3
9	8	6	35	8	8	61	3	2
10	9	6	36	9	6	62	0	100
11	10	15	37	10	20	63	1	4
12	11	23	38	11	45	64	2	3
13	12	230	39	12	5	65	3	5
14	13	40	40	13	95	66	4	5
15	14	60	41	11	10	67	5	5
16	15	46	42	10	8	68	6	5
17	14	17	43	9	3	69	7	5
18	13	10	44	5	4	70	8	3
19	12	28	45	3	3	71	9	10
20	13	15	46	0	100	72	10	52
21	14	30	47	1	4	73	9	7
22	11	5	48	2	2	74	8	3
23	9	3	49	3	3	75	7	3
24	7	3	50	4	5	76	6	5
25	5	2	51	5	3	77	0	200
26	3	2	52	6	10			

Таблица А.2 — Тест-циклограмма нагружения дизель-генератора магистрального пассажирского тепловоза на реостат

№ режима работы	ПКМ	Время работы на ПКМ, с	№ режима работы	ПКМ	Время работы на ПКМ, с
1	0	180	18	11	52
2	1	10	19	9	83
3	2	10	20	5	25
4	3	13	21	2	10
5	4	15	22	1	10
6	5	15	23	0	180
7	6	18	24	1	15
8	7	30	25	2	20
9	8	145	26	3	50
10	9	20	27	4	20
11	10	105	28	5	24
12	11	30	29	6	25
13	12	155	30	7	67
14	13	60	31	4	16
15	14	135	32	2	8
16	15	20	33	1	10
17	13	44	34	0	180

Таблица А.3 — Тест-циклограмма нагружения дизель-генератора маневрового тепловоза на реостат

№ режима работы	ПКМ	Время работы на ПКМ, с	№ режима работы	ПКМ	Время работы на ПКМ, с
1	0	50	15	3	18
2	1	5	16	0	45
3	2	18	17	1	5
4	3	18	18	2	18
5	0	45	19	3	18
6	1	5	20	4	15
7	2	18	21	5	14
8	3	18	22	2	4
9	4	15	23	0	45
10	5	15	24	1	5
11	1	2	25	2	18
12	0	45	26	3	18
13	1	5	27	0	45
14	2	18	28	1	5

Окончание таблицы 3

№ режима работы	ПКМ	Время работы на ПКМ, с	№ режима работы	ПКМ	Время работы на ПКМ, с
29	2	18	63	3	18
30	3	18	64	4	15
31	4	15	65	5	15
32	0	45	66	6	14
33	1	5	67	4	15
34	2	18	68	3	3
35	3	18	69	0	45
36	0	45	70	1	5
37	1	5	71	2	18
38	2	18	72	3	18
39	3	18	73	0	45
40	4	15	74	1	5
41	5	15	75	2	18
42	6	5	76	3	18
43	7	5	77	4	15
44	8	5	78	5	10
45	5	5	79	6	3
46	3	4	80	4	5
47	0	45	81	2	5
48	1	5	82	0	45
49	2	18	83	1	5
50	3	18	84	2	18
51	0	45	85	3	18
52	1	5	86	4	15
53	2	18	87	0	45
54	3	18	88	1	5
55	4	15	89	2	18
56	0	45	90	3	18
57	1	5	91	0	45
58	2	18	92	1	5
59	3	18	93	2	18
60	0	45	94	3	18
61	1	5	95	4	15
62	2	18	96	0	52

Библиография

[1] «Методика определения энергоэффективности тепловозов» (утверждена ОАО «РЖД» 6 ноября 2015 г. № 469)

[2] «Порядок проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» (утвержден Приказом Минпромторга от 2 июля 2015 г. № 1815)

[3] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

УДК 629.424.1.001.4(083.76):006.354 МКС 19.020

Ключевые слова: индикатор энергетической эффективности, реостатные испытания, тепловозы, тест-циклограмма, энергоэффективность

БЗ 2—2019/47

Редактор *В.И. Драгун*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 18.03.2019. Подписано в печать 29.03.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,23.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru