

Материальный баланс плавки при выплавке стали марки 20ГЛ по разработанной технологии в индукционной тигельной печи представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Материальный баланс плавки стали марки 20ГЛ

Материал	Содержание элемента, %										Сумма
	C	Si	Mn	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	Fe	
Лом А2, %	0,12	0,4	0,3	0,035	0,02	0	0	0	0	99,125	100
Возврат лом, %	0,2	0,40	1,20	0,018	0,017	0,03	0,03	0,011	0,02	98,1	100
09Г2А лом, %	0,11	0,25	1,5	0,01	0,008	0,076	0,098	0,03	0	97,918	100
Лом А2, кг	3,45	11,51	8,63	1,007	0,576	0,00	0,00	0,00	0,00	2853,02	2878,2
Возврат, кг	3,84	7,68	23,03	0,345	0,326	0,58	0,58	0,21	0,19	1882,04	1918,8
09Г2А лом, кг	1,76	4,00	23,99	0,160	0,128	1,22	1,57	0,48	0,00	1565,71	1599
Общий лом, кг	9,05	23,19	55,65	1,51	1,03	1,79	2,14	0,69	0,19	6300,76	6396
Угар, %	10	15	20	0	0	5	1	2	3	3	
Угар, кг	0,91	3,48	11,13	0,0	0,0	0,09	0,02	0,01	0,01	189	205
Общий лом, кг	9,05	23,19	55,65	1,51	1,03	1,79	2,14	0,69	0,19	6300,76	6396
Проба-1, кг	8,15	19,71	44,52	1,51	1,03	1,70	2,12	0,68	0,19	6111,74	6191
Угар, кг	1,63	1,97	4,45	0,0	0,10	0,03	0,02	0,01	0,00	183,35	191
Проба-2	6,52	17,74	40,06	1,51	0,93	1,67	2,10	0,66	0,18	5928,39	6000
ФМн78, %	7	2	78	0,025	0,3	0	0	0	0	12,775	100
ФМн78, кг	2,94	0,84	32,76	0,011	0,126	0	0	0	0	5,366	42
ФС75, %	0,2	75	0,1	0,02	0,03	0	0	0	0	24,65	100
ФС75, кг	0,015	5,625	0,008	0,002	0,0023	0	0	0	0	1,849	7,5
Графит, %	98	0,5	1	0	0	0	0	0	0	0,5	100
Графит, кг	2,45	0,013	0,025	0	0	0	0	0	0	0,013	2,5
Ковшевая, кг	11,9	24,2	72,9	1,11	1,06	1,67	2,1	0,66	0,18	5936	6051
Ковшевая, %	0,20	0,40	1,20	0,02	0,017	0,03	0,03	0,01	0,025	98,1	100

Список литературы

- 1 **Турсунов, Н. К.** Оптимизация футеровки индукционных печей при выплавке стали марки 20ГЛ. Обзор / Н. К. Турсунов, Т. М. Турсунов, Т. Т. Уразбаев // *Universum: технические науки*. – М. : Международный центр науки и образования, 2022. – № 2–2 (95). – С. 13–19.
- 2 **Турсунов, Н. К.** Методика расчета комплексного раскисления стали марки 20ГЛ с алюминием и кальцием / Н. К. Турсунов, Т. Т. Уразбаев, Т. М. Турсунов // *Universum: технические науки*. – М. : Междунар. центр науки и образования, 2022. – № 2–2 (95). – С. 20–25.
- 3 Разработка технологии изготовления литых деталей автосцепных устройств подвижного состава железнодорожного транспорта / Н. К. Турсунов [и др.] // *Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. (Гомель, 24–25 нояб. 2022 г.)* : в 2 ч. Ч. 1 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 177–179.
- 4 Обоснование мощности индукционных тигельных печей / Н. К. Турсунов [и др.] // *Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 160-летию Бел. ж. д. (Гомель, 24–25 нояб. 2022 г.)* : в 2 ч. Ч. 2 / под общ. ред. Ю. И. Кулаженко. – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 73–78.
- 5 ГОСТ 22703–2012. Детали литые сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия. – Введ. 2013-03-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 16 с.

УДК 656.224:629.016.2

АНАЛИЗ МЕТОДОВ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Условия эксплуатации тягового подвижного состава оказывают существенное влияние на расход дизельного топлива на тягу поездов. К факторам, определяющим такую изменчивость, можно отнести состояние пути, скорость движения, характеристики, вид и техническое состояние подвижного состава и пр. Для планирования, учета и контроля расхода топлива, а также его рационального использования важно обеспечить эффективный механизм нормирования его расхода.

Нормы удельного расхода дизельного топлива на тягу поездов подразделяют по уровню нормирования – для локомотивных бригад (за поездку), локомотивных депо, отделений железной дороги и железной дороги в целом на определенный период (месяц, квартал, полугодие, год).

В первом случае норма расхода для локомотивных бригад необходима для оценки качества работы локомотивной бригады, а также теплотехнического состояния локомотива или дизель-поезда.

Нормирование расхода топлива на тягу поездов для локомотивных депо, отделений и дороги в целом используют для планирования расхода энергоресурсов на основную деятельность в рассматриваемом периоде. Кроме того, выполняется анализ влияния тех или иных факторов эксплуатационной работы на расход энергоресурсов структурными подразделениями.

Известны два основных метода нормирования расхода энергоресурсов на тягу поездов – статистический и расчётно-аналитический.

При **статистическом** методе в основу разрабатываемых норм расхода закладывают отчётно-статистические данные о фактическом расходе топлива за прошедший (отчётный) период. Достоинство метода в том, что он позволяет учитывать особенности эксплуатации в реальных условиях.

Расчётно-аналитический метод опирается на данные о технико-экономических характеристиках локомотивов, изучении влияния различных факторов (масса состава, скорость движения, план и профиль пути, тип и техническое состояние вагонов, организация движения поездов, климатические условия и передовые методы вождения поездов и др.) на расход топлива. При нормировании расхода топлива используют имеющиеся для каждой серии локомотива паспортные данные о расходе топлива в единицу времени для различных режимов работы дизеля и скорости движения.

Общим недостатком расчётно-аналитического метода независимо от разновидностей его реализации следует признать то, что используемые технико-экономические характеристики тягового подвижного состава являются, как правило, паспортными, а следовательно, могут отличаться от характеристик локомотивов и дизель-поездов, находящихся в эксплуатации. Кроме того, погрешность расчета определяется допущениями, которые приняты при построении модели движения поезда, используемой для производства тяговых расчетов.

Возможна реализация как статистического, так и расчётно-аналитического метода в виде базового метода.

Базовый метод предполагает, что нормирование расхода топлива в рассматриваемом периоде времени (месяц, квартал, год), осуществляют путем корректировки величины фактического расхода топлива в соответствующем периоде времени предыдущего года, принимаемого за базовый. По отчетным данным принимают значения удельного расхода дизельного топлива на тягу поездов и нормообразующих факторов, его определяющих, в базисном периоде.

Норму расхода топлива для конкретной серии тепловоза или дизель-поезда, работающего в определенном виде магистрального движения, определяют с помощью выражения

$$e_{k,m} = e_{k,m}^{\delta} + \Delta e_{k,m},$$

где $e_{k,m}^{\delta}$ – удельный расход топлива тепловозами или дизель-поездами m -й серии в k -м виде движения в базисном периоде времени, кг/10⁴ т·км брутто; $\Delta e_{k,m}$ – изменение удельного расхода топлива в плановом (нормируемом) периоде времени по сравнению с удельным расходом топлива в базисном периоде времени для m -й серии тепловоза или дизель-поезда в k -м виде движения, кг/10⁴ т·км брутто.

Изменение удельного расхода топлива в плановом (нормируемом) периоде по сравнению с удельным расходом топлива в базисном периоде времени для m -й серии тепловоза или дизель-поезда в k -м виде движения определяют как сумму отклонений, вызванных воздействием i -го количества нормообразующих эксплуатационных факторов

$$\Delta e_{k,m} = \sum \Delta e_{k,m,i} \quad (i = 1 \dots n).$$

Корректировку расхода топлива выполняют в соответствии с величиной и направлением изменения значений нормообразующих показателей.

До 2013 года на Белорусской железной дороге для подразделений локомотивного хозяйства использовалась методика анализа и планирования расхода топливно-энергетических ресурсов на тягу поездов, изложенная в указании МПС РФ № В-741у от 1997 года. Нормирование расхода дизельного топлива на тягу поездов основывалось на данных тягово-энергетического паспорта «усредненно-го» локомотива, а также общих формулах и положениях Правил тяговых расчетов.

С 2013 года нормирование опирается на положения СТП БЧ 17.217–2012 «Расчет норм расхода дизельного топлива на тягу поездов для подразделений локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги».

Основное отличие СТП БЧ 17.217–2012 от методики МПС РФ № В-741у от 1997 года в процедуре вычисления значений коэффициентов влияния. Общим является то, что значения нормы расхода дизельного топлива в грузовом, пассажирском и пригородном движениях определяют путем расчета по средним значениям влияющих факторов, состав и коэффициенты влияния которых определены ранее и периодически уточняются в связи с изменением локомотивного парка, условий эксплуатации и пр. В остальных видах движения норму расхода определяют путем корректировки на плановый период фактического удельного расхода за предыдущие периоды.

В общем случае перевозочная работа A представляет собой сумму работ по всем видам движения, поэтому плановую величину удельного расхода дизельного топлива на работу локомотивов и дизель-поездов подразделения в нормируемом периоде определяют по формуле

$$e_n = \sum e_k \cdot \gamma_k,$$

где e_k – норма расхода дизельного топлива в k -м виде движения, кг/10⁴ т·км брутто; γ_k – относительный объем перевозочной работы в k -м виде движения.

Таким образом, плановые расходы топлива в основных видах движения (грузовом, пассажирском и пригородном) определяют корректировкой достигнутых в базисном периоде величин фактических удельных расходов в соответствии с новыми условиями эксплуатации тягового подвижного состава и уровнем его энергоэффективности.

Практика показала не всегда приемлемую достоверность значений, определяемых как в соответствии с методикой МПС РФ № В-741у от 1997 г., так и с СТП БЧ 17.217–2012.

Существенной особенностью расчета нормы расхода и в первом, и во втором случае является использование **средних** значений величины нормообразующих эксплуатационных факторов, а следовательно, значений коэффициентов влияния, определяемых ими. Однако из-за нелинейной зависимости изменения расхода топлива под влиянием нормообразующих факторов для различных интервалов их изменения коэффициент влияния также должен быть различным, чего рассмотренные методы не учитывают.

Повысить качество нормирования можно, разбивая область изменения отдельных факторов на интервалы для каждого из которых рассчитывают среднее значение рассматриваемого фактора и соответствующее ему значение коэффициента влияния. Общее значение изменения удельного расхода дизельного топлива под влиянием каждого из рассматриваемых факторов рассчитывают в соответствии с долей перевозочной работы, выполняемой для каждого интервала.

УДК 656.224:629.016.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НОРМИРОВАНИЯ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ, А. П. ДЕДИНКИН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В настоящее время на Белорусской железной дороге действует стандарт СТП БЧ 17.217-2012 «Расчет норм расхода дизельного топлива на тягу поездов для подразделений локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги», введенный в действие с 01.02.2013 приказом Начальника Белорусской железной дороги от 29.12.2012 № 478.

Стандарт устанавливает порядок расчета удельного потребления дизельного топлива на тягу поездов, определяет техническую норму и плановую потребность дизельного топлива на заданные объемы перевозок по видам движения подразделений локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги, выявляет влияние основных нормообразующих факторов.

Для расчета коэффициентов влияния нормообразующих факторов путем построения регрессионных моделей расхода топлива используются данные из отчетных документов подразделений Белорусской железной дороги. Возможно построение моделей на данных всех подразделений дороги, либо отдельных моделей для каждого отделения и дороги в целом. Каждая из моделей может