

Таблица 1 – Результаты испытаний дизеля 10Д100М при измерении мощности по позициям

Позиции контроллера		15	12	10	9	8	6	4
Частота вращения вала n , об/мин		850	730	640	575	535	470	410
Мощность генератора P_g , кВт	1	1703,75	1070	796,75	636,4	494,25	298,75	106
	2	1802,6	1314,5	1003	864	596,75	408,25	182,6
	3	1909,75	1522	1208,75	1058	718,75	482,8	263
	4					895,4	560,6	329,5
Мощность дизеля N_e , кВт	1	2052,5	1315,3	986,6	800,3	631,6	403,5	168,9
	2	2157,6	1575,4	1206	1045	741,2	520,6	251,3
	3	2271,6	1796,1	1424,9	1253,6	871,7	600,3	333,8
	4					1060,6	683,5	409,3
Удельный эффективный расход топлива g_e , г/кВт·ч	1	238,5	234,3	231,7	229,2	230,6	232,0	272,4
	2	237,3	233,0	229,9	228,2	226,3	225,4	237,0
	3	239,4	234,8	232,6	233,0	225,1	221,0	226
	4					231,1	224,7	221,7

Мощность дизеля на каждом скоростном режиме изменялась при помощи передвижного индуктивного датчика объединенного регулятора частоты вращения. Диапазон измерения мощности генератора на каждой позиции был выбран по результатам, полученным для различных дизелей в условиях эксплуатации. При проведении дизельных испытаний температура воды и масла дизеля в пределах одного скоростного режима при изменении мощности поддерживалась с разницей не более 3°C .

Реостатные испытания дизеля 10Д100М показали, что давление наддува воздуха p_k по всем позициям ниже на 0,01–0,02 МПа по сравнению с нормативными данными, что привело к снижению максимального давления сгорания топлива по цилиндрам (на 15-й позиции, режим 2 $p_{zcp} = 9,66$ (9,4–10,1) МПа и к увеличению температуры выхлопных газов по цилиндрам (на 15-й позиции, режим 2 $t_{гср} = 427$ (410–440) $^\circ\text{C}$. Это повлияло на некоторое увеличение удельного эффективного расхода топлива.

Сравнение полученных данных показывает, что на каждой позиции (кроме четвертой) имеются мощности, при которых удельный эффективный расход топлива имеет минимальное значение и это указывает на то, что в этих точках эффективный КПД имеет максимальное значение. Если соединить эти точки огибающей кривой, то получим зависимость удельного эффективного расхода топлива по рациональной тепловозной характеристике. Следует отметить, что рациональная генераторная характеристика была получена для дизеля 10Д100М при давлениях наддува на 15-й позиции $p_k = 0,192$ МПа и на 6-й позиции $p_k = 0,109$ МПа. При увеличении давления наддува повышается индикаторный КПД дизеля, и это позволяет повысить уровень генераторной характеристики относительно номинального режима, начиная с 4-й позиции и выше. Если давление наддува воздуха на 6-й позиции (по манометру) выше на 0,01 МПа, то количество воздуха увеличивается на 9 %, поэтому и мощность генератора на этой позиции можно увеличить в такой же пропорции.

Следовательно, при регулировке уровня тепловозной характеристики дизеля необходимо учитывать давление наддува на 6-й и 15-й позициях контроллера машиниста.

УДК 629.424.3:621.436

СОСТОЯНИЕ УРОВНЯ ГЕНЕРАТОРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЕЙ 10Д100М ТЕПЛОВЗОВ 2ТЭ10У В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Р. К. ГИЗАТУЛЛИН, С. И. СУХОПАРОВ, Г. Е. БРИЛЬКОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Ю. А. МЯСНИКОВИЧ

Белорусская железная дорога

Дизели 10Д100М тепловозов 2ТЭ10У отличаются от дизелей 10Д100 тепловозов 2ТЭ10ЛВМ тем, что они имеют пониженную до 270 об/мин частоту вращения холостого хода вместо 400 об/мин, уменьшенную частоту вращения механического нагнетателя (передаточное число

$i = 8,87$ вместо 10), а также другой профиль кулачкового вала насоса, обеспечивающего постоянную скорость плунжера, и двухрежимные форсунки. Угол опережения подачи топлива на дизелях 10Д100М установлен $8-9^\circ$.

Опыт эксплуатации тепловозов 2ТЭ10У показал, что на дизелях 10Д100М давление наддува воздуха (особенно на малых позициях) заметно ниже, чем на дизелях 10Д100 тепловозов 2ТЭ10М, и это отрицательно сказывается на процессе сгорания топлива. Для повышения экономичности работы дизелей 10Д100М на Белорусской железной дороге по предложению БелГУТа была выполнена их модернизация по увеличению давления впрыска топлива на всех режимах работы, в результате которой расход топлива тепловозами 2ТЭ10У на единицу перевозочной работы был снижен на 2,9 %. В результате этого универсальная и экономическая характеристики дизелей 10Д100М изменились, и при настройке генераторной характеристики дизелей при реостатных испытаниях это необходимо учитывать. Генераторная характеристика определяет мощность и экономичность дизель-генераторной установки на всех режимах работы в эксплуатации. Величину номинальной мощности и уровень мощности в рабочем диапазоне частоты вращения коленчатого вала устанавливают настройкой электрической схемы тепловоза и работы объединенного регулятора.

Статистические данные по уровню генераторных характеристик дизелей 10Д100М тепловозов 2ТЭ10У были получены при реостатных испытаниях в локомотивных депо Гомель, Жлобин и в условиях эксплуатации. В таблице 1 приведены результаты обработки данных по генераторным характеристикам 66 дизелей 10Д100М тепловозов 2ТЭ10У.

Анализ представленных данных показывает, что средние значения мощности генераторов по позициям 6–12 ниже нормативных на 30–40 кВт. На номинальном режиме работы дизелей (15-я позиция) среднее значение мощности практически совпадает с нормативной. Уровень генераторной характеристики на дизелях регулируется при реостатных испытаниях на 6-й и 15-й позициях контроллера машиниста, а контрольной является 10-я позиция. На 6-й позиции максимальное отклонение мощности от норматива составляет 120 кВт (27,9 %), минимальное отклонение – 187 кВт (43,5 %); на 10-й позиции максимальное – 208 кВт (20,5 %), минимальное – 212 кВт (21 %); на 15-й позиции максимальное – 155 кВт (8,7 %), минимальное – 239 кВт (13,5 %). Количество дизелей 10Д100М, у которых тепловозные характеристики расположены выше нормативных, составляет 29 (44 %), а ниже нормативных – 37 (56 %).

Таблица 1 – Значения мощности генератора по позициям тепловозов 2ТЭ10У

Значение мощности	Позиции контроллера														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Среднее	41	55	99	182	295	396	532	672	810	992	1138	1293	1460	1603	1761
Нормативное	52	70	60	115	290	430	580	720	840	1010	1180	1320	1490	1650	1770
Максимальное	108	150	227	260	492	550	814	870	1062	1218	1400	1536	1664	1782	1925
Минимальное	6	12	15	38	137	243	313	416	593	798	961	1064	1216	1379	1531

Для 29 дизелей 10Д100М тепловозов 2ТЭ10У, значения мощности которых расположены выше нормативных, средние значения мощности генераторов по позициям 6–12 выше нормативных на 30–45 кВт. На 6-й позиции максимальное отклонение мощности от норматива составляет 120 кВт (27,9 %), минимальное отклонение – 115 кВт (26,7 %); на 10-й позиции максимальное – 208 кВт (20,5 %), минимальное – 64 кВт (6,3 %); на 15-й позиции максимальное – 155 кВт (8,7 %), минимальное – 65 кВт (3,6 %).

Для 37 дизелей 10Д100М тепловозов 2ТЭ10У, значения мощности которых расположены ниже нормативных, средние значения мощности генераторов по позициям 6–12 ниже нормативных на 90–95 кВт. На 6-й позиции максимальное отклонение мощности от норматива составляет 0 кВт (0 %), минимальное отклонение – 187 кВт (43,5 %); на 10-й позиции максимальное – 108 кВт (10,7 %), минимальное – 212 кВт (21 %); на 15-й позиции максимальное – 66 кВт (3,7 %), минимальное – 239 кВт (13,5 %).

Приведенные данные указывают на то, что на тепловозах 2ТЭ10У 56 % дизелей 10Д100М работают по генераторным характеристикам ниже нормативных, поэтому имеется реальная возможность снижения расхода топлива и уменьшения износа дизелей путем повышения уровня генераторных характеристик на 4-й – 12-й позициях, которые являются основными режимами в эксплуатации.

Экономичность работы дизелей в значительной степени зависит от давления наддува воздуха p_k . Для оценки давления наддува воздуха по различным дизелям при реостатных испытаниях были получены наряду со значениями мощности генераторов и значения давлений наддува по позициям контроллера машиниста. Среднее значение давления наддува на номинальном режиме составило 0,1885 МПа. При регулировке уровня генераторных характеристик дизелей необходимо учитывать также величину давления наддува воздуха на 6-й и 15-й позициях контроллера машиниста.

Только на основе дизельных испытаний с учетом давления наддува воздуха на 6-й, 15-й позициях контроллера машиниста и оценки удельного расхода топлива можно определить наиболее экономичный уровень генераторной характеристики.

УДК 629.4.016.2

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА ОПЕРЕЖЕНИЯ ПОДАЧИ ТОПЛИВА НА ЭКОНОМИЧНОСТЬ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ 10Д100М

Р. К. ГИЗАТУЛЛИН, С. И. СУХОПАРОВ, С. В. ТЕЛЕГИН

Белорусский государственный университет транспорта

К. К. КАМКИЧЕВ

Белорусская железная дорога

Устойчивая и эффективная работа топливной аппаратуры – один из основных факторов, влияющих на расход топлива и надежность дизельных двигателей. В настоящее время затраты на топливо в локомотивном хозяйстве достигают 50 – 60 % от всех эксплуатационных расходов, поэтому задача совершенствования топливной аппаратуры, направленного на снижение расхода топлива, приобретает особо важное значение.

На Белорусской железной дороге с 1987–1988 гг. эксплуатируются грузовые магистральные тепловозы серий 2ТЭ10М и 2ТЭ10У, на которых установлены модернизированные дизели типа 10Д100М. Одно из отличий этих дизелей от дизеля 10Д100 состоит в том, что распределительные валы топливных насосов высокого давления имеют кулачки с измененным профилем, который обеспечивает постоянную скорость плунжера насоса, и что, в свою очередь, привело к увеличению подачи топлива. Помимо этого дизель оборудован двухрежимными форсунками (давление затяжки иглы форсунки составляет 28 МПа), и частота вращения коленчатых валов на холостом ходу была снижена с 400 до 270 об/мин.

Опыт эксплуатации тепловозов 2ТЭ10У показывает, что дизели 10Д100М, в основном, работают на частичных режимах и холостом ходу. Показатели рабочего процесса этих дизелей для номинального режима выбраны заводом-изготовителем по прочности коленчатого вала, и угол опережения подачи топлива не является оптимальным по экономичности, так как при снижении мощности дизеля по тепловозной характеристике он остается постоянным.

Для оценки эффективности внедрения переменного угла опережения подачи топлива на тепловозном дизеле 10Д100М были выполнены сравнительные испытания с оценкой удельного расхода топлива. Испытания проводились на пункте реостатных испытаний тепловозов локомотивного депо Гомель. Угол опережения подачи топлива изменялся путем постановки под корпус каждого топливного насоса высокого давления прокладок толщиной 0,5 мм и 1 мм. С целью обеспечения надежности работы плунжерных пар на плановом текущем обслуживании ТО-3 была произведена модернизация насосов, которая заключалась в установке между корпусом нагнетательного клапана каждого насоса и втулкой плунжера прокладок толщиной 1 мм и в удалении прокладок той же толщины из-под корпусов насосов. Для дизеля 10Д100М это соответствует углу опережения подачи топлива 12,5°. После установки тепловоза на пункте реостатных испытаний были произведены испытания на соответствующих режимах работы дизель-генераторной установки. Аналогичные испытания были выполнены после установки под корпусы насосов прокладок толщиной 0,5 мм и 1 мм, что соответствует углам опережения подачи топлива 10,5° и 8,5°, соответственно. Для определения расхода топлива при дизельных испытаниях использовался весовой способ, имеющий погрешность 0,6 – 0,85 %.