

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОЙ ГЕНЕРАТОРНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИЗЕЛЕЙ ТЕПЛОВЗОВ 2ТЭ10М С УЧЕТОМ РЕЖИМОВ ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

Белорусский государственный университет транспорта

Выбор рациональной генераторной характеристики дизелей производится с учётом обеспечения наименьшего расхода топлива в эксплуатации и требуемой надёжности и долговечности. Тепловозы 2ТЭ10М приписки локомотивного депо Витебск отличаются между собой тем, что на более ранних 28 тепловозах установлены дизели 10Д100 со старыми кулачками топливных насосов, которые имели минимальную частоту вращения холостого хода 400 об/мин, и на 35 тепловозах установлены дизели 10Д100М с новыми кулачками, двухрежимными форсунками, что позволило обеспечить частоту вращения холостого хода 280 об/мин. Для повышения экономичности работы дизелей 10Д100 в локомотивном депо Витебск была выполнена модернизация дизелей по снижению частоты вращения холостого хода до 280 об/мин, поэтому все дизели тепловозов 2ТЭ10М имеют одинаковую частоту вращения на нулевой позиции контроллера машиниста.

Сравнение данных по частоте вращения вала дизелей 10Д100 и 10Д100М по позициям контроллера тепловозов 2ТЭ10М показывает, что разница по частоте вращения валов по позициям для дизелей 10Д100 и 10Д100М составляет не более 2 % и соответствует нормативным требованиям завода-изготовителя. Учитывая, что передаточное число привода механического нагнетателя на дизелях 10Д100 и 10Д100М тепловозов 2ТЭ10М одинаковы ($i = 10$), можно сделать вывод о необходимости применения одинаковых требований при регулировке их генераторных характеристик, соответствующих дизелям 10Д100М.

Изучение режимов работы тепловозных дизелей тепловозов 2ТЭ10М показывает, что 95 % от всего времени они работают от нулевой до одиннадцатой позиции контроллера машиниста, поэтому имеет существенное значение уровень мощности дизелей именно в этом интервале. По результатам дизельных испытаний снижение уровня генераторной характеристики дизелей ниже нормативного в диапазоне 4 – 10 позиций контроллера приводит к повышению удельного расхода топлива, а повышение уровня против нормативного в определенных пределах незначительно влияет на уменьшение удельного расхода, что указывает на уменьшение индикаторного КПД, т.е. на ухудшение процесса сгорания топлива.

Для выяснения влияния уровня генераторной характеристики на параметры рабочего процесса дизеля 10Д100М были выполнены исследования с помощью математической модели. Полученные результаты расчетов на разработанной модели с достаточной точностью описывают количественные и качественные изменения, проходящие на реальном дизеле. Было исследовано 5 вариантов генераторных характеристик дизеля: 1 – тепловоз 2ТЭ10М-2805Б; 2 – тепловоз 2ТЭ10М-2850А; 3 – тепловоз 2ТЭ10М-2934А; 4 – тепловоз 2ТЭ10М-3607А; 5 – нормативно-рекомендованная заводом-изготовителем.

Анализ полученных данных показывает, что с увеличением мощности генератора на заданных скоростных режимах от нормативного значения коэффициент избытка воздуха α снижается, а температура газов перед турбиной T_T возрастает, причем T_T на 10-й и 12-й позициях становится равной номинальному режиму, что приводит к повышению температуры поршней дизеля. По мере увеличения мощности генератора на заданных скоростных режимах от нормативного значения индикаторный КПД снижается, т.е. ухудшается процесс сгорания топлива, механический КПД η_m увеличивается, а их произведение – эффективный КПД η_e – возрастает, что приводит к снижению удельного эффективного расхода топлива g_e . Следует отметить, что интенсивность повышения η_e и снижения g_e резко уменьшается по мере увеличения мощности генератора на заданных скоростных режимах. При дальнейшем увеличении уровня мощности генератора по позициям характер изменения указанных параметров сохраняется, удельный эффективный расход топлива начинает возрастать, а тепловая и механическая напряженность цилиндро-поршневой группы и турбокомпрессоров также увеличивается. Отрицательное влияние повышенной мощности по генераторной характеристике особенно усиливается на переходных процессах, когда коэффициент избытка воздуха уменьшается до величины $\alpha = 1,0 \dots 0,8$, резко усиливается плотность дыма и начинается интенсивный разгон

турбокомпрессора. Наличие несгоревшего топлива в выпускных коллекторах при работе дизеля на режиме холостого хода способствует указанному явлению. Снижение давления наддува дизелей, что наблюдается в условиях эксплуатации, естественно приводит к ещё большему ухудшению параметров рабочего процесса дизеля и к снижению надежности работы. Под рациональной генераторной характеристикой следует понимать такой уровень, при котором обеспечивается снижение расхода топлива и надежность работы дизеля.

Проведенные испытания на дизелях 10Д100М показали, что на 6-й регулировочной позиции контроллера машиниста при давлениях наддува воздуха $P_k = 0,11$ МПа ($1,1$ кгс/см²) минимальный удельный расход топлива соответствует мощности генератора около 500 кВт, поэтому при повышении давления наддува воздуха на 0,01 МПа ($0,1$ кгс/см²) количество воздуха увеличивается на 9 %, поэтому и мощность генератора на этой позиции следует увеличивать в такой же пропорции.

Анализ данных по генераторным характеристикам дизелей тепловозов 2ТЭ10М показывает, что количество дизелей мощностью на 6-й позиции более 500 кВт составляет 32 (54 %), менее 500 кВт – 27 (46 %). Количество дизелей мощностью более 550 кВт – 13 (22 %) и более 600 кВт – 9 (15 %).

На 10-й позиции количество дизелей мощностью более нормативного на 100 кВт (1110 кВт) составляет 27 (46 %), более чем на 150 кВт (1160 кВт) – 15 (26 %), более чем на 200 кВт (1210 кВт) – 6 (10 %). На 15 позиции количество дизелей мощностью более 1800 кВт составляет 12 (20 %).

Следовательно, значительное количество дизелей работают по генераторным характеристикам, у которых на позициях от 6 до 12 мощности завышены по сравнению с нормативными от 150 до 350 кВт, что приводит к снижению экономичности и надежности работы дизелей тепловозов 2ТЭ10М.

По данным локомотивных депо Витебск и Гомель, на тепловозах 2ТЭ10М выход из строя турбокомпрессоров дизелей по разрушению в несколько раз превышает выход из строя турбокомпрессоров дизелей тепловозов 2ТЭ10У, тоже самое касается и выхода из строя поршней дизелей этих тепловозов.

Для повышения экономичности и надежности работы дизелей тепловозов 2ТЭ10М при регулировке генераторных характеристик необходимо учитывать давление наддува воздуха дизелей, причем мощность генератора на 15-й позиции необходимо регулировать в пределах 1780 ± 20 кВт, на 6-й позиции давление наддува воздуха 0,01 МПа ($0,1$ кгс/см² – избыточное давление по манометру) – 480 ± 20 кВт, на 10-й позиции (контрольной) – 1010 кВт. При давлении наддува воздуха на 6-й позиции 0,02 МПа ($0,2$ кгс/см²) мощность генератора необходимо регулировать на величину 520 ± 20 кВт, в этом случае на 10-й позиции мощность генератора повышается до 1080 кВт.

При окончательной регулировке мощности дизелей с новыми кулачковыми валами топливных насосов на номинальном режиме необходимо контролировать зазоры между упорами реек и корпусами насосов, которые должны быть в пределах 4,5 – 5,0 мм с разницей между насосами одного дизеля не более 0,3 мм.

УДК 621.833

МЕТОДИКА РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

С. Ф. ГОРИЧЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

Проблема повышения прочности зубчатых колес в настоящее время является актуальной из-за их массового использования во всех отраслях народного хозяйства. Предлагаемая методика оценки сопротивления усталости зубчатых колес базируется на использовании статистической модели деформируемого твердого тела с опасным объемом. Согласно ей прочность тела (в том числе и поверхностная) определяется областью конечных размеров с критическим уровнем напряжений в ней. Такая область называется опасным объемом.

Рассмотрим формирование опасных объемов при механической усталости. В данном случае опасным является объем V_p , в котором с некоторой вероятностью возможно появление циклических напряжений σ , превышающих нижнюю границу σ_{-1min} рассеяния пределов выносливости σ_{-1} тела.