

Б.И. КУБРИК, к.т.н., доцент кафедры ТОЭ, (г. Харьков)
Е.А. ГРИБСКАЯ, аспирант кафедры ТОЭ,
О.В. ЛАВРИНЕНКО, аспирант кафедры ТОЭ, **Е.А. БОРИСЕНКО**

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОПЛИВОПОДАЧИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬ- ГЕНЕРАТОРА ПРИ НЕУСТАНОВИВШЕЙСЯ НАГРУЗКЕ И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ

У роботі показано, що в більшості випадків годинна витрата палива дизель-генератора в несталих режимах більша, ніж в сталих. Пояснюється це тим, що переміщення топливозуочного органу у бік максимальної циклової подачі в першому випадку зазвичай більше, ніж в другому. Для зменшення витрати палива необхідно понизити коливання моменту навантаження дизеля за рахунок введення сигналу негативного зворотного зв'язку по струму генератора в діапазоні частот обертання вище за деякий поріг.

It is shown in work that in most cases the sentinel expense of fuel of diesel-generator more than in set in the unset modes. It is explained tem, that moving of fuel measuring out organ toward a maximal cyclic serve in first case usually more than in the second. For diminishing of expense of fuel it is necessary to reduce the vibrations of moment of loading of diesel due to introduction of signal of negative feed-back on the current of generator in the range of frequencies of rotation, higher than some threshold.

Постановка проблеми. Дизель-генераторы различного назначения значительную часть времени работают в переходных и неустановившихся режимах, что безусловно, влияет на работу топливозодающей аппаратуры и расход топлива. Последний в указанных режимах обычно больше, чем в установившихся, и необходимо искать пути его снижения. Кроме того, неустановившийся характер нагрузки, вызывая изменения скоростного режима (как размаха колебания, так и среднего числа оборотов), влияет на изменение не только подачи топлива, но и воздуха, что в свою очередь влияет на протекании мощности и момента от эффективных газовых сил, т.е. на протекание динамической характеристики двигателя (рис. 1).

Анализ литературы [1-6] показывает, что в зависимости от назначения агрегата и системы воздушнонабжения резервы повышения топливной экономичности могут быть различными. Например, при наличии турбонадува стационарный дизель-генератор снабжают системой дополнительного воздушнонабжения, работающей в случае наброса нагрузки [1,2] или системой разгона турбокомпрессора [3] и др. У тепловозных агрегатов регулятор частоты вращения и корректор мощности настраиваются так, чтобы минимизировать расход топлива при переходе контроллера из

одной позиции в другую [4-6]. Следует, однако, отметить, что стационарный дизель-генератор работает в весьма узком диапазоне скоростных режимов, а у дизель-генератора тепловоза несоответствие скоростных и нагрузочных режимов ограничено, благодаря определённой настройке тепловозной характеристики.

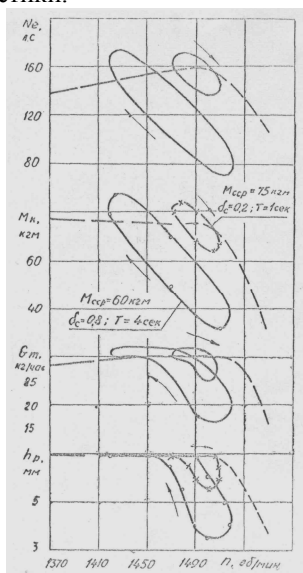


Рис. 1. Совмещенные динамическая и статическая характеристики двигателей

Цель статьи – детально исследовать работу топливоподающей аппаратуры и расход топлива в широком диапазоне скоростных режимов при установившейся нагрузке и выработать рекомендации по снижению расхода топлива.

Характер измерения скоростного режима при неустановившемся нагрузке изменяет подачу топлива по более сложному закону, чем это заложено конструкцией регулятора для установившегося режима, что отражается на протекании момента и мощности от эффективных газовых сил.

Результаты исследования нарушения работы топливоподающей системы представлены на рис. 2, 3, 4, 5. На рис. 2 нанесены три кривые, одна из которых представляет зависимость часового расхода топлива от числа оборотов при установившемся режиме работы двигателя, две другие – при неустановившемся. Как видно, для режимов нагрузки с $\delta_c = 0,2$, $T = 1$ сек средний часовой расход топлива до 1475 об/мин меньше его статического значения. Начиная с 1475 об/мин наблюдается некоторое его увеличение по сравнению с неустановившемся режимом. Уменьшение

подачи топлива в пределах средней величины перемещения рейки топливного насоса за цикл нагрузки оказывается меньше статического значения при одних и тех же средних моментах сопротивления (рис. 3).

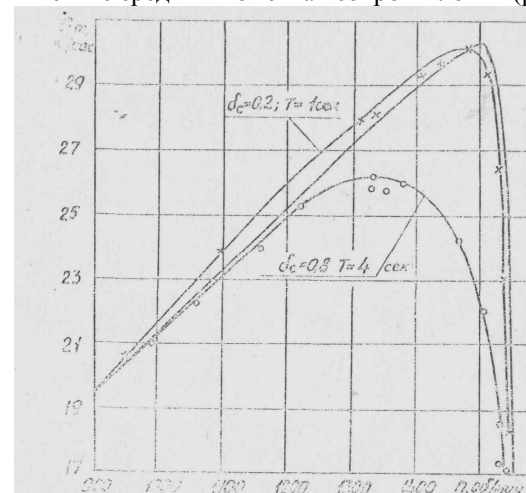


Рис.2 Изменение среднего часового расхода топлива в зависимости от скоростного режима двигателя при его работе с установившейся и неустановившейся нагрузками

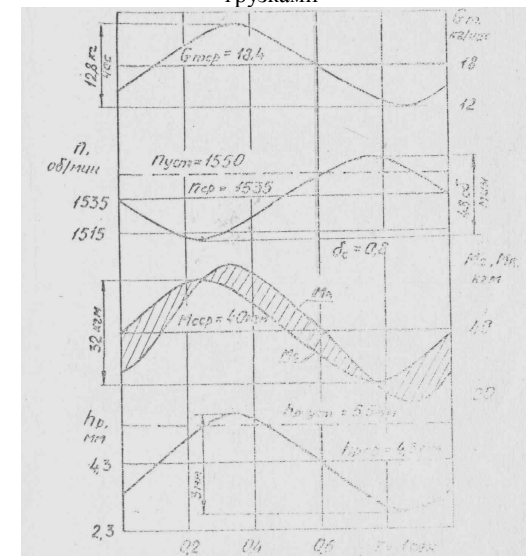


Рис. 3 Изменение эффективных показателей двигателя в течении периода нагрузки в пределах регуляторной ветви

Увеличение подачи топлива при $\delta_c = 0,2$, $T = 1$ сек на ветви перегрузки можно объяснить процессом топливоподачи насоса, так как в пределах этих нагрузок рейка не доходит до винта упора максимальной подачи и не перемещается, т.е. ее выход на установившемся режиме равен выходу при установившейся нагрузке (рис. 1). Многократные сравнительные опыты по определению расхода топлива перемещением рейки и весовым способом в пределах ветви перегрузки подтвердили, что разность доходит до 3,5%. Следовательно, в условиях эксплуатации при работе двигателя с перегрузкой целесообразно использовать в качестве регистрации расхода топлива только перемещение рейки топливного насоса.

Для более полного объяснения причин увеличения среднего часового расхода топлива при работе двигателя с перегрузкой необходимо самостоятельное исследование работы систем топливоподачи и регулирования в условиях неустановившейся нагрузки.

Уменьшение подачи топлива при неустановившейся нагрузке с параметрами $\delta_c = 0,8$, $T = 4$ сек объясняется снижением средней величины перемещения рейки топливного насоса на всем диапазоне встречающихся нагрузок, так как рейка даже на ветви перегрузки колеблется (рис. 4).

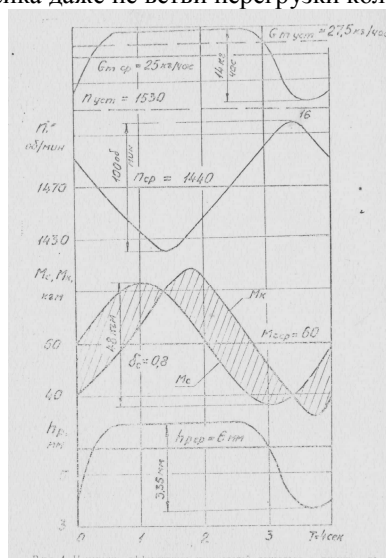


Рис. 4 Изменение эффективных показателей двигателя в течение периода изменения нагрузки с выходом рейки топливного насоса до упора

Перемещение рейки имеет несимметричный характер, так как при

движении в сторону увеличения подачи топлива на нее воздействует винт упора и ограничивает в этом направлении размах её перемещения, в то время в сторону уменьшения подачи топлива перемещение ее ограничивается лишь характеристикой регулятора. Асимметрия перемещения рейки является причиной уменьшения среднего числа оборотов при одинаковых нагрузках для установившегося и неустановившегося режимов работы двигателя.

При работе в условиях эксплуатации с неустановившейся нагрузкой двигатель выходит на перегрузку при меньших числах оборотов, чем при установившейся (рис. 5).

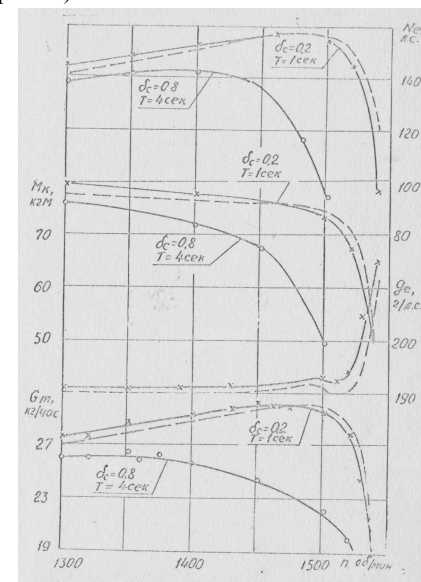


Рис. 5 Усредненные статическая и эксплуатационная характеристики двигателя

Средняя величина оборотов выхода двигателя на перегрузку зависит от параметров неустановившейся нагрузки δ_c , $M_{ср}$, T . Так, например, для $\delta_c = 0,2$; $T = 1$ сек двигатель достигает 75 кгм при 1490 об/мин, т.е. 10%. Следовательно, регулятор при работе двигателя с неустановившейся нагрузкой не обеспечивает получение номинальной мощности.

Различие по средней эффективной мощности в пределах проведенных опытов на номинальных числах оборотов двигателя достигает 40%. Снижение эффективных показателей двигателя происходит по мере увеличения параметров неустановившейся нагрузки для различных участков скоростной характеристики не одинаково.

Следовательно, в условиях эксплуатации двигателя работают на режимах значительного падения располагаемой мощности под влиянием неустановившейся нагрузки, что, несомненно, ведет к снижению производительности машинного агрегата.

С целью получения наибольшей производительности и топливной экономичности в условиях эксплуатации, а также с целью снижения динамических нагрузок на агрегаты (увеличения долговечности деталей и узлов машинного агрегата) необходимо стремиться к снижению размаха колебания скоростного режима, что наиболее просто может быть достигнуто изоляцией двигателя от колебаний нагрузочного режима.

Это может быть достигнуто путём введения отрицательной обратной связи по току нагрузки I_n генератора, которая соответствующим образом влияет на ток возбуждения I_b . Для этого необходимо измерить I_n , получить пропорциональное этому току напряжение обратной связи $U_{ос} = kI_n$, проинвертировать его и сложить с напряжением возбуждения генератора, определяющим величину I_b . Последние две операции следует производить в определённом диапазоне частот вращения дизеля, который находится экспериментально.

Выводы. Для принятия решения о предлагаемых мерах по повышению топливной экономичности дизеля необходимо тщательно проконтролировать величины часового расхода топлива в статике и динамике в различных диапазонах скоростных режимов работы агрегата.

Перспективы дальнейших исследований. В дальнейшем имеет смысл провести аналогичные исследования и принять соответствующие меры по повышению экономичности более широкого класса силовых дизельных установок.

Список литературы: 1. Борисенко А.Н., Колыбин Ю.Н., Литвинович М.Р. и др. Электронный регулятор частоты вращения дизель-генератора с турбокомпрессором. А.С. 1273622, СССР, заявка 12.07.1985, 30.06.1986, Б.И. № 44. 2. Шокотов Н.К., Строков А.П., Лацабидзе И.О. Возможные пути улучшения теплоиспользования в дизельных электростанциях. – Двигатели внутреннего сгорания, 1997, выпуск 56-57, с. 38-44. 3. Колыбин Ю.Н., Борисенко А.Н., Соболев В.Н. и др. Получение законов управления стационарным дизелем с помощью принципа максимума. – Двигатели внутреннего сгорания, 1985, выпуск 42, с. 91-95. 4. Долгих И.Д. Механико-электронная САР частота вращения транспортного дизель-генератора. – Двигатели внутреннего сгорания. Межрегиональный научно-технический сборник. – выпуск 55, Харьков, 1995. – с. 127-135. 5. Долгих И.Д. Экстремальное регулирование дизель-генераторов и пути его реализации. – Механико-электронная САР частота вращения транспортного дизель-генератора. – Двигатели внутреннего сгорания. Межрегиональный научно-технический сборник. – выпуск 55, Харьков, 1995. – с. 136-146. 6. Долгих И.Д., Зеленский В.Б. Методика оптимизации переходных процессов в ДВС. – Механико-электронная САР частота вращения транспортного дизель-генератора. – Двигатели внутреннего сгорания. Межрегиональный научно-технический сборник. – выпуск 55, Харьков, 1995. – с. 147-154.

Поступила в редколлегию 26.03.07