

СПОСОБ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА ПО СТЕПЕНИ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЕГО ВАЛА

д.т.н., проф. Б.Т. Кононов, К.И. Гудименко

Рассматривается способ оценки технического состояния дизель-генератора по величине степени неравномерности вращения его вала. При этом измерения проводят при отключении одного из цилиндров двигателя.

В литературе известен ряд способов обработки первичной информации с целью получения сведений о величине степени неравномерности [1]. Для этого измеряют ускорение коленчатого вала в узком диапазоне углов, либо измеряют ускорение коленчатого вала при прокрутке, в режиме разгона и в режиме торможения. Возможно также измерять время и путь разгона в пределах заданных частот и сравнить результаты с эталонным значением либо измерять текущее значение угловой скорости, определять разницу между максимальным и минимальным значениями угловой скорости и устанавливать допустимые границы этой разности.

Общим недостатком приведенных способов обработки первичной информации является необходимость проведения испытаний в специально организованных режимах работы дизель-генератора, что не всегда возможно в условиях их эксплуатации в системах электроснабжения объектов военного и специального назначения.

Лучшие результаты могут быть достигнуты в случае использования разработанных на кафедре «электроснабжения» ХВУ устройств для измерения степени неравномерности основанных на измерении отрезков времени, в течение которых происходит поворот коленчатого вала на заданный угол, и измерении мгновенных значений угловых частот вращения и угловых ускорений вращения [2, 3, 4]. Поскольку значения мгновенной угловой частоты вращения вала, соответствующие рабочему ходу поршня в том или ином цилиндре, неодинаковы из-за неодинаковой мощности, развиваемой цилиндрами, постольку время поворота вала t_i на угол, равный углу между вспышками в соседних цилиндрах, будет неодинаковым. Действительно,

$$t_i = \frac{\Phi_{всп}}{\omega_i} . \quad (1)$$

Если измерять величину t_i путем измерения числа импульсов n_i , поступающих за время t_i с выхода генератора импульсов, частота кото-

рого f_{Γ} стабильна, то величина n_i будет равна

$$n_i = \frac{t_i}{T_{\Gamma}} = \frac{\varphi_{всп} f_{\Gamma}}{\omega_i}, \quad (2)$$

где T_{Γ} – период следования импульсов с выхода генератора импульсов.

При сравнении величины n_i и n_{i+1} в соответствии с порядком работы цилиндров определяется величина относительной степени неравномерности вращения

$$\bar{\delta} = n_i - n_{i+1} = \frac{\varphi_{всп} f_{\Gamma} (\omega_{i+1} - \omega_i)}{\omega_i \omega_{i+1}}, \quad (3)$$

поскольку $\frac{\omega_{i+1}\omega_i}{\omega_i} = \delta$, а $\frac{\delta \cdot f_{\Gamma}}{\omega_{i+1}} = \bar{\delta}$.

Для снижения методической составляющей погрешности измерения, в ходе исследований был предложен способ определения степени неравномерности частоты вращения, по которому измерения частоты вращения производят при последовательном отключении одного из цилиндров двигателя. По предложенному способу замеряют длительность цикла в каждом цилиндре согласно порядку работы цилиндров двигателя.

Указанное измерение проводят для одного отключенного и всех остальных работающих цилиндрах от момента, соответствующего положению коленчатого вала в верхней мертвой точке на такте сжатия, на угловом интервале, равном углу между очередными вспышками. Далее определяют величину замедления длительности цикла при отключенном цилиндре, по сравнению со средней длительностью рабочего цикла при всех включенных цилиндрах.

По результатам сравнения делают вывод о состоянии цилиндров и считают цилиндр неисправным, если величина замедления длительности цикла при отключении цилиндра меньше величины средней длительности рабочего цикла $t_{ср}$, уменьшенной в $(i-1)(1+\delta_{доп})$ раз, где i – число цилиндров; $\delta_{доп}$ – степень неравномерности в относительных единицах, допустимая для данного типа двигателя.

Выбор величины $\frac{t_{ср}}{(i-1)(1+\delta_{доп})}$ в качестве меры для оценки тех-

нического состояния двигателя объясняется следующим. В случае, когда все цилиндры двигателя находятся в хорошем состоянии и их вклад в работу двигателя равновелик, длительность t_1 цикла в цилиндре при одном отключенном цилиндре определяется при известной средней длительности $t_{ср}$ рабочего цикла по формуле:

$$t_1 = \frac{i}{i-1} t_{cp}. \quad (4)$$

Величина замедления Δt_1 определяется из выражения:

$$\Delta t_1 = t_1 - t_{cp} \frac{t_{cp}}{i-1}. \quad (5)$$

Соответствующий ГОСТ допускает возможность неравномерной работы отдельных цилиндров двигателя. Этот допуск целесообразно учесть, введя поправку на величину $\delta_{доп}$, равную степени неравномерности в относительных единицах. Если время замедления

$$\Delta t_i < \frac{t_{cp}}{(i-1)(1+\delta_{доп})}, \quad (6)$$

то i -й цилиндр развивает недопустимо малую мощность, и он неисправен.

Требование снижения инструментальной погрешности измерения вызывает необходимость учета влияния крутильных колебаний. Это достигается тем, что измерение угловых отрезков осуществляется с переменным масштабом времени. Для этого обеспечивается подача управляющего сигнала на вход высокочастотного управляемого генератора импульсов, подсчет числа импульсов которого за время между вспышками в счетчике импульсов позволяет судить о мгновенной угловой частоте вращения. Величина управляющего напряжения зависит от текущего значения угла закрутки, измеряемого датчиком крутильных колебаний, а значит угловая частота высокочастотного генератора импульсов переменна, что исключает влияние крутильных колебаний на результат измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терещенков В.К., Кононов Б.Т., Морозов В.П. и др. *Источники и первичные преобразователи энергии. Учебник.* – МО СССР, 1979.
2. Кононов Б.Т., Григоров Н.И., Ройк В.З. и др. *АС СССР №141 68 82., БИ № 30, 1988. Устройство для оценки неравномерности работы цилиндров двигателя внутреннего сгорания.*
3. Кононов Б.Т., Заславский Б.Г. и др. *АС СССР №147 45 02, БИ №14, 1989. Устройство для определения неравномерности работы цилиндров двигателя внутреннего сгорания.*
4. Кононов Б.Т. *АС СССР №159 09 49, БИ №33, 1990. Устройство для определения неравномерности работы цилиндров двигателя внутреннего сгорания.*

Поступила 25.07.2002

КОНОНОВ Борис Тимофеевич, доктор техн. наук, профессор, профессор кафедры ХВУ. В 1962 году окончил Львовский политехнический институт. Область научных интересов – источники гарантированного питания.

ГУДИМЕНКО Кирилл Игоревич, ассистент кафедры ХВУ. В 1994 году окончил ХВУ. Область научных интересов – электроэнергетика.
