

УДК 621.436.006.26

В. В. Геращенко, В. В. Куприянчик

Могилевский машиностроительный завод

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЯ ПО КООРДИНАТАМ «МОМЕНТ НА ВАЛУ», «ПЕРЕМЕЩЕНИЕ РЕЙКИ ТОПЛИВНОГО НАСОСА»

Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) дизеля имеет достаточно большую информативность, но экспериментальное ее определение затруднительно. С помощью АЧХ можно оценить влияние изменения момента сопротивления на валу дизеля при различной частоте этого изменения на положение органа подачи топлива. Результаты этого влияния, полученные по экспериментально снятой АЧХ дизеля, используются при выборе параметров системы управления подачей топлива в дизель.

Авторами разработан и освоен стенд (рис. 1), на котором можно экспериментально оперативным путем получать АЧХ дизелей в координатах «момент на валу», «перемещение рейки топливного насоса (ТН)». Стенд содержит дизель 3, электротормоз 33 с обмотками возбуждения 34 и 35, кинематически соединенный с валом дизеля; датчик момента 29, установленный на валу дизеля; преобразователь перемещения рейки ТН дизеля 4; автотрансформатор 30, трансформатор 31; выпрямитель 32; сглаживающий фильтр 36; элементы 15 и 19 выделения синусоидальной составляющей, преобразователи 16 и 26 амплитудного значения; делитель 17, выполненный в виде микросхемы с двумя входами (первый — подключен к преобразователю 26, второй — к преобразователю 16); регистрирующий прибор 18, подключенный к выходу делителя; генератор синусоидальных сигналов 41, подключенный к обмотке возбуждения 35 электротормоза посредством магнитного усилителя 39. Элемент 19 подключен к выходу датчика момента 29, элемент 15 — к выходу преобразователя перемещения рейки ТН дизеля, а обмотка электротормоза 34 подключена к выходу сглаживающего фильтра 36.

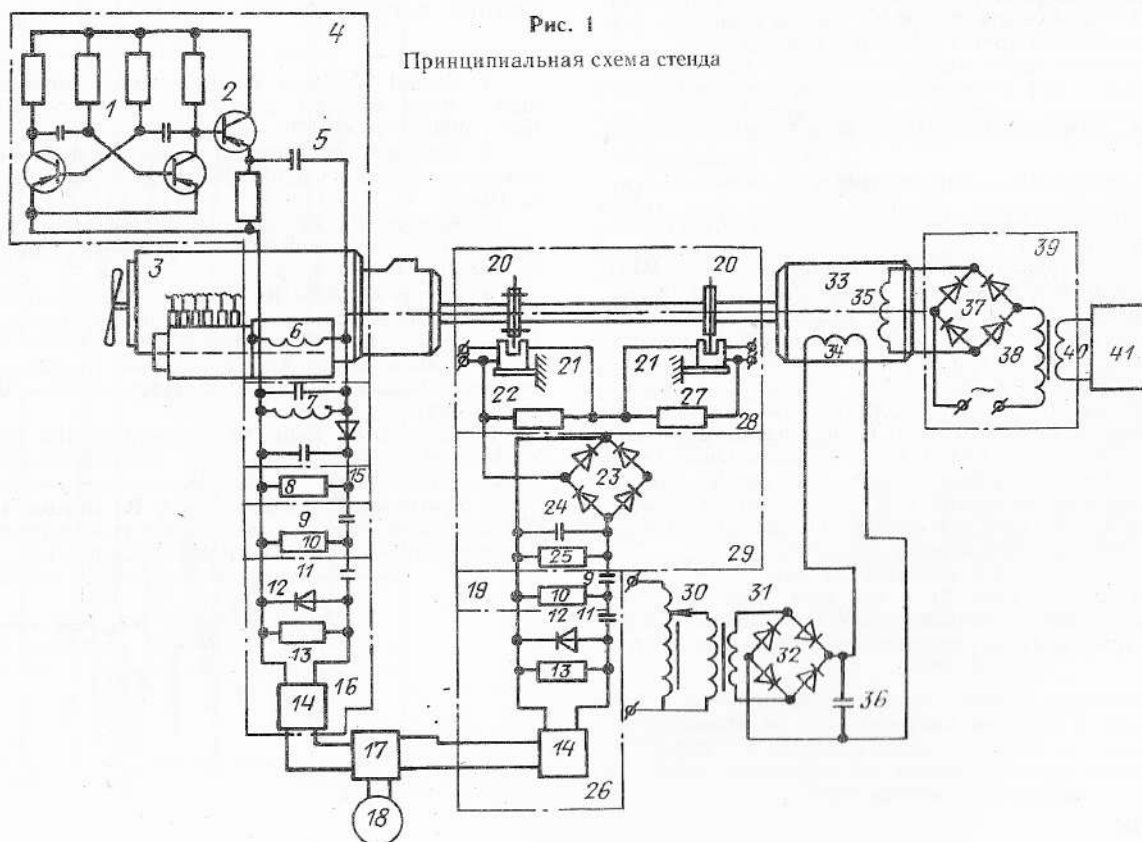
Датчик 29 включает в себя: два металлических диска 20, закрепленные один относительно другого на валу; импульсные бесконтактные преобразователи 21, установленные вблизи вала; сумматор 28, выполненный на резисторах 22 и 27; выпрямитель 23; фильтр низких частот 24 и резистор 25. В преобразователь 4

входят мультивибратор 1 на двух транзисторах, согласующий усилитель 2, конденсатор 5, катушка индуктивности 6, частотный детектор 7, резистор 8. Каждый элемент выделения синусоидальной составляющей имеет конденсатор 9 и резистор 10. Каждый преобразователь амплитудного значения содержит конденсатор 11, диод 12, резистор 13 и фильтр низких частот 14. Магнитный усилитель 39 имеет обмотки управления 40 и переменного тока 38 и выпрямитель 37.

После запуска дизеля 3 на обмотку возбуждения электротормоза 34 посредством автотрансформатора 41, трансформатора 31, выпрямителя 32 и сглаживающего фильтра 36 подается напряжение постоянного тока U_1 (рис. 2), на обмотку возбуждения 35 от генератора синусоидальных сигналов 41 подается напряжение с фиксированной частотой U_2 , например, 0,5 Гц. На валу электротормоза появляется момент M , пропорциональный сумме напряжений, приложенных к обмоткам 34 и 35.

Металлические диски 20 при работе дизеля проходят в щели преобразователей 21, в результате чего на электрических выводах последних формируются прямоугольные импульсы одинаковой высоты и длительности. При наличии момента на валу на выходе датчика 29 появляется сигнал, пропорциональный моменту, который состоит из постоянной и переменной составляющих. С помощью элемента 15 выделяется синусоидальная составляющая этого сигнала U_1 (рис. 3), и при открытом диоде 12 конденсатор 11 заряжается с малой постоянной времени до значительной величины¹. В момент времени, когда напряжение на конденсаторе 11 станет больше мгновенного значения измеряемого напряжения, диод 12 закроется и конденсатор 11 начинает разряжаться. Так как постоянная времени разряда значительно больше, чем заряда, то разряжается конденсатор только на некоторую вели-

¹ Дворянин Б. В., Кузнецов Л. И. Радиотехнические измерения.— М.: Советское радио, 1978.— 359 с.



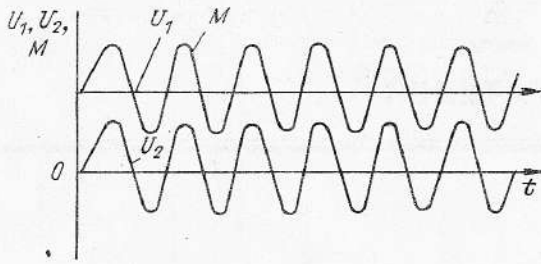


Рис. 2

Сигналы в системе управления стендом (U_1 и U_2 — напряжения постоянного тока и от генератора синусоидальных сигналов; M — момент на валу тормоза)

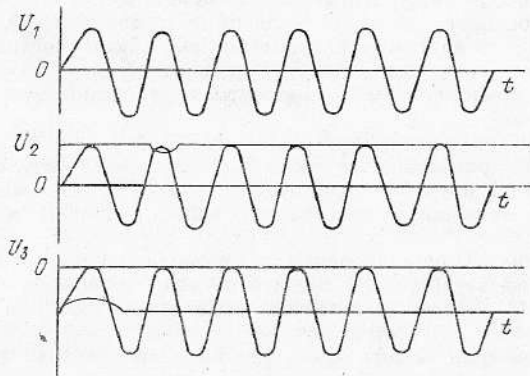


Рис. 3

Сигналы в цепях обработки информации (U_1 — синусоидальная составляющая сигнала; U_2 — график разряда и заряда конденсатора в цепи обработки информации; U_3 — напряжение на выходе амплитудного преобразователя)

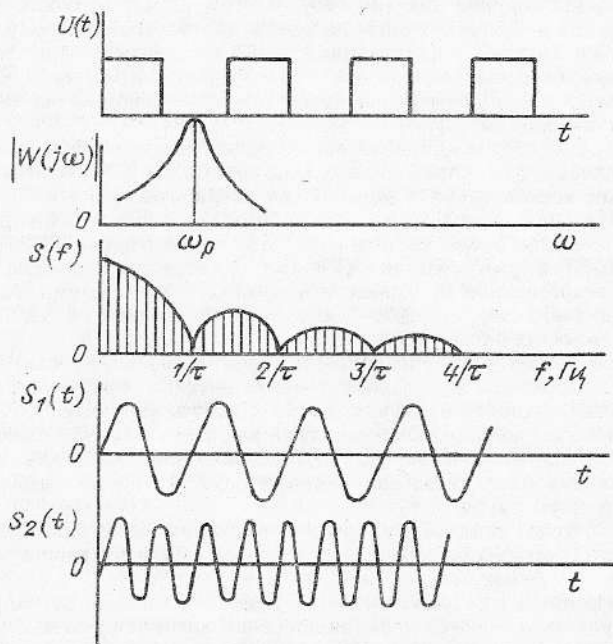
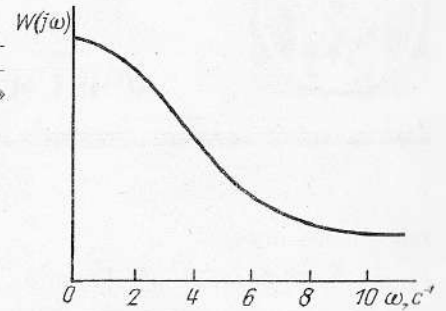


Рис. 4

Сигналы в цепях преобразователя перемещения рейки ТН [$U(t)$ — напряжение на выходе мультивибратора; $|W(j\omega)|$ — АЧХ контура; $S(f)$ — спектр прямоугольных импульсов длительностью τ ; $S_1(t)$ и $S_2(t)$ — сигналы, выделенные последовательным контуром с частотами ω_1 и ω_2 ($\omega_2 > \omega_1$)]

Рис. 5

АЧХ дизеля в координатах «момент на валу» — «перемещение рейки ТН»



чину U_2 . Поэтому в установившемся режиме конденсатор 11 практически заряжается до амплитуды входного напряжения на преобразователь 16. Напряжение на резисторе 13 представляет собой синусоиду с постоянной составляющей, причем последняя практически равна амплитуде входного напряжения U_3 на преобразователь 16. Напряжение с резистора 13 сглаживается фильтром 14. Полученный сигнал поступает на первый вход делителя 17.

По истечении некоторого времени, когда прекратятся переходные процессы в дизеле, устанавливается гармоническое колебание рейки ТН дизеля с той же частотой, что и синусоидальное колебание момента на валу, но с другой амплитудой. Колебание рейки ТН измеряется бесконтактным преобразователем 4 следующим образом. На выходе мультивибратора 1 формируется периодическая последовательность прямоугольных импульсов $U(t)$ (рис. 4), которая посредством согласующего усилителя 2 поступает на последовательный резонансный контур с АЧХ $W(j\omega)$, образованный конденсатором 5 и катушкой индуктивности 6. Резонансный контур из всего спектра частот $S(f)$ входного на контур периодического сигнала с прямоугольными импульсами, имеющего практически неограниченную полосу частот, выделяет периодическую составляющую $S_1(t)$ с частотой, равной резонансной частоте контура ω_p . При изменении положения рейки ТН меняются индуктивность колебательного контура, его собственная частота ω_p , и резонансное взаимодействие со спектром периодической последовательности импульсов происходит на другой ω_p . Периодическая составляющая $S_2(t)$, выделенная резонансным контуром, с новой частотой изображена на рис. 4. В изменении частоты и содержится информация о перемещении рейки ТН дизеля. Для выделения изменения частоты сигнал поступает на частотный детектор, который состоит из обычного колебательного контура, расстроенного относительно основной части поступающего сигнала и амплитудного детектора.

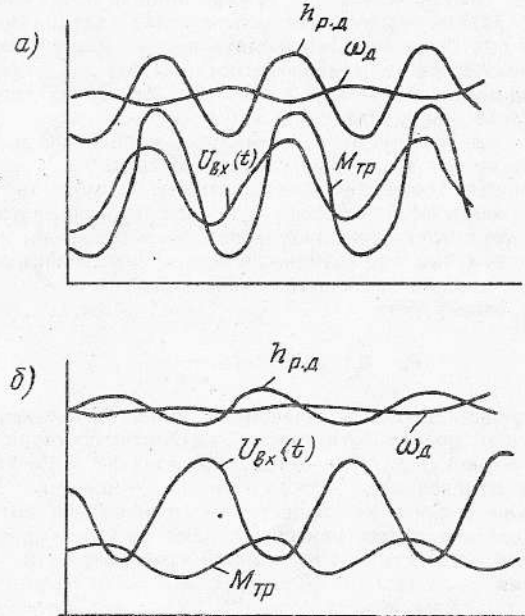


Рис. 6

Осциллограммы колебаний момента на валу дизеля $M_{тр}$ и перемещения рейки ТН $h_{р.д.}$: а и б — при частотах колебаний 0,05 и 0,5 Гц [$U_{вх}(t)$ — входной сигнал; ω_d — частота вращения двигателя]

(Окончание см. на стр. 20)

(Окончание. Начало см. на стр. 10)

При изменении частоты сигнала напряжение на контуре меняется, затем детектируется и на резисторе появляется напряжение, зависящее от частоты сигнала.

Постоянная составляющая отделяется элементом 15, с помощью преобразователя 26 синусоидальная составляющая преобразуется в напряжение постоянного тока. Полученный сигнал поступает на вход делителя 17, выход которого подключен к регистрирующему прибору 18.

Затем при сохранении амплитуды устанавливается частота выходного напряжения генератора 41, равная 0,6 Гц. Регистрируется показание прибора 18, в качестве которого можно применить делитель на электронных схемах, или простейший логометр. Показания снимаются 10—12 раз с различными заданными частотами выходного напряжения генератора синусоидальных сигналов. По полученным отсчетам регистрирующего прибора 18 строится АЧХ по управлению дизелем (рис. 5).

На основании теоретических исследований, проведенных многими авторами, был определен диапазон подаваемых гармо-

нических колебаний, равный 0,05—1 Гц. Измерялись следующие параметры, характеризующие динамику дизеля, а именно, момент на валу, перемещение рейки ТН двигателя $h_{р.д.}$, частота вращения вала, а также гармонический сигнал, подаваемый на обмотку 35 электротормоза 33. Для регистрации использовали прибор 18, а также осциллограф К12-22, с помощью которого на ленту записывались вышеуказанные параметры (рис. 6, а и б). На рис. 6 приведены только две осциллограммы, хотя авторами получены осциллограммы всего указанного диапазона частот, необходимого для построения АЧХ. Анализ осциллограмм позволил установить, что гармонические колебания момента на валу дизеля с частотой выше 1,5 Гц практически не вызывают отклонение рейки ТН, т. е. такие колебания не пропускаются дизелем. Таким образом, была определена предельная частота колебаний момента на его валу, оказывающая изменение на подачу топлива.

*Статья поступила в редакцию 11.11.90.
Принята в портфель 15.08.91*
