

ния характеристики впрыска на тонкость распыливания топлива форсункой закрытого типа. — В сб.: Автотракторные двигатели. М., 1968. З. Волчок Л.Я., Якубенко Г.Я. Исследование качества распыливания топлива в тракторном дизеле при пуске. — В сб.: Автотракторостроение. Устойчивость движения и работоспособность агрегатов автомобилей и тракторов. Минск, 1975, вып. 7.

И.П. Завадский, А.М. Иваненко

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ А-41 НА ПЕРЕМЕННЫХ НАГРУЗКАХ

Известно, что внимание ряда исследователей, работающих в области автотракторных двигателей, направлено на изучение так называемых неустановившихся режимов их работы. Повышенный интерес к проблемам неустановившихся режимов обусловлен в основном многообразием противоречивых сведений по этим вопросам. Для тракторных дизелей, работающих в условиях эксплуатации на неустановившихся нагрузках, отмечается значительное падение мощности и ухудшение экономичности по сравнению со статическими режимами их работы [1]. Основная причина этого отрицательного явления — непрерывное колебание угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя, возникающее под влиянием нестатичности нагрузки на двигатель. Некоторыми исследователями высказывается мнение, что ухудшение параметров двигателя связано в этих случаях с возможным снижением наполнения, так как колебания угловой скорости вызывают дополнительные колебания потока воздуха во впускном тракте двигателя и, следовательно, увеличивают гидравлические потери на впуске.

Цель настоящего исследования — получение зависимости колебаний угловой скорости, часового расхода топлива и коэффициента наполнения тракторного дизеля А-41 Алтайского моторного завода от параметров переменной нагрузки.

В проведенных исследованиях изменение нагрузки осуществлялось по гармоническому закону [1], для которого степень неравномерности момента сопротивления определяется выражением

$$\delta_{M_c} = \frac{M_{c_{\max}} - M_{c_{\min}}}{M_{c_{\text{ср}}}},$$

где $M_{c_{\text{ср}}} = 0,75 M_{c_{\text{ном}}} = 29$ кгс - среднее значение момента

сопротивления, принятое на основании существующих норм загрузки двигателя при проектировании и комплектовании машинно-тракторных агрегатов. M_e - эффективный момент дви-

гателя при номинальной мощности, определенный из регуляторной характеристики, которая была получена при следующей регулировке топливного насоса:

Показатели	Номера секций			
	I	II	III	IV
Минутная производительность секции, q , г/мин	77	76	76	78
Средняя производительность секций, $q_{\text{ср}} = \frac{\sum q_i}{i}$, г/мин	76,75			
Степень неравномерности подачи насоса, $\delta = \frac{q_{\max} - q_{\min}}{q_{\text{ср}}} \cdot 100\%$	2,6			

Исследования проводились на специальной установке, спроектированной и выполненной на кафедре "Двигатели внутреннего сгорания" Белорусского политехнического института [2].

Частота ν изменения момента сопротивления задавалась по геометрической прогрессии $\nu = 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,8$ Гц. Степень неравномерности момента сопротивления принималась равной 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6.

Оценка изменения наполнения и расхода топлива двигателем осуществлялась по их средним значениям. С этой целью двигатель периодически переводился на сравнительно длительное время работы с постоянным и переменным моментом сопротивления с разными степенью неравномерности и частотой. Рас-

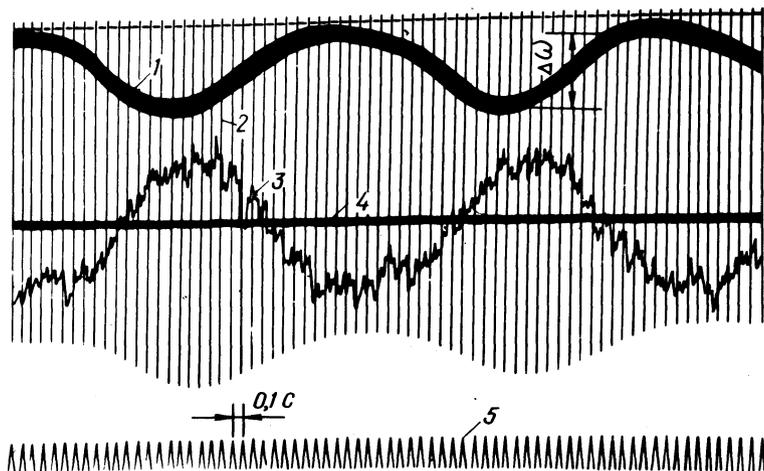


Рис. 1. Образец осциллограммы работы двигателя А-41 при переменном моменте сопротивления:

1—изменение угловой скорости вращения коленчатого вала; 2—изменение максимального давления цикла; 3—изменение положения рейки топливного насоса; 4—положение рейки топливного насоса при работе двигателя с постоянным моментом сопротивления, равным среднему значению переменного; 5—отметки времени.

ходы топлива и воздуха двигателем регистрировались специальным автоматическим устройством, позволяющим определять конечное число всасываний, количество воздуха и топлива, поступивших в двигатель за один и тот же промежуток времени. Регистрация выходных параметров двигателя на каждом режиме сопровождалась осциллографированием колебаний угловой скорости коленчатого вала $\Delta \omega$, рейки топливного насоса ΔZ и максимальных давлений цикла p_z в четвертом цилиндре (рис. 1). Условия проведения испытаний поддерживались постоянными на всех режимах.

Анализ результатов испытаний показывает, что для данной динамической системы (двигатель А-41 — балансирующая машина МПБ -32,7/28 с приведенным моментом инерции $I = 0,41 \text{ кг}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2$) существует вполне определенный интервал частот, вызывающих некоторое увеличение часового расхода топлива с одновременным уменьшением коэффициента наполнения (рис. 2). В этом же интервале частот наблюдается и значительное колебание угло-

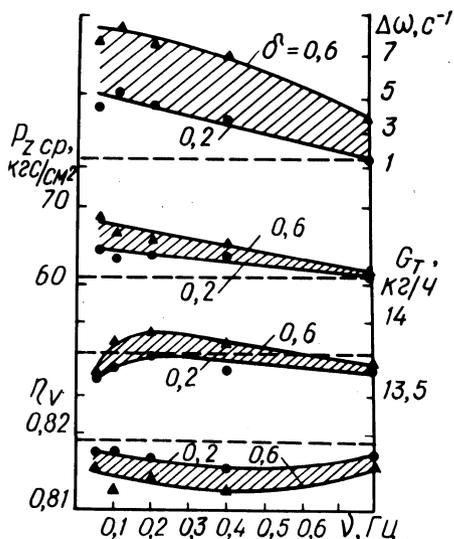


Рис. 2. Зависимость амплитуды колебания угловой скорости вращения коленчатого вала $\Delta\omega$, коэффициента наполнения η_v , часового расхода топлива G_t и среднего значения максимального давления цикла p_z от частоты изменения момента сопротивления. Штриховая линия—значение параметров при работе двигателя с постоянным моментом сопротивления, равным среднему значению переменного.

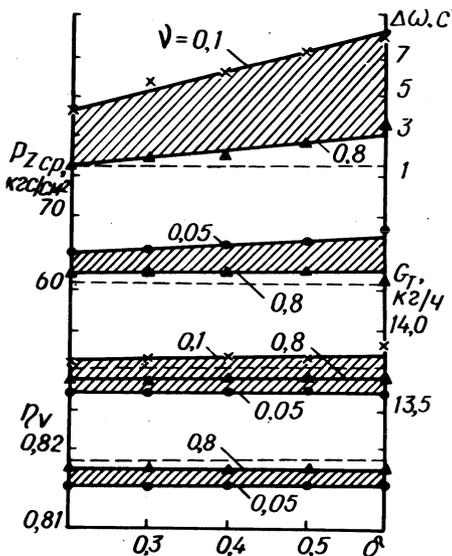


Рис. 3. Зависимость амплитуды колебания угловой скорости вращения коленчатого вала $\Delta\omega$, коэффициента наполнения η_v , часового расхода топлива G_t и среднего значения максимального давления цикла p_z от степени неравномерности момента сопротивления. Штриховая линия—значение параметров при работе двигателя с постоянным моментом сопротивления, равным среднему значению переменного.

вой скорости, причем, с увеличением степени неравномерности момента сопротивления амплитуда колебаний возрастает.

В процессе исследований проводились контрольные измерения на частотах, меньших 0,05 Гц и больших 0,8 Гц, которые показали, что частоты, меньшие 0,1 Гц, практически не вызывают изменения амплитуды колебаний угловой скорости. Откло-

нение частот в сторону увеличения от 0,8 Гц приводит к резкому уменьшению амплитуды колебаний угловой скорости и при частоте $\nu = 1,2$ Гц для всех степеней неравномерности амплитуды колебаний одинаковы и близки к значениям, полученным при работе двигателя с постоянным моментом сопротивления, равным среднему значению переменного.

При обработке осциллограмм выявлено, что нестатичность нагрузки приводит к некоторому увеличению среднего значения максимального давления цикла.

Увеличение степени неравномерности момента сопротивления от 0,2 до 0,6 не влияет на изменение коэффициента наполнения и часового расхода топлива для всех исследованных частот, а также на средние значения максимального давления цикла в зоне высоких частот (рис. 3). Средние значения максимального давления цикла с уменьшением частот увеличиваются. Амплитуда колебания угловой скорости вращения коленчатого вала с увеличением степени неравномерности момента сопротивления возрастает, причем, более интенсивно на малых частотах.

В ы в о д ы

1. Колебания угловой скорости вращения коленчатого вала двигателя существенно зависят как от частоты, так и от степени неравномерности изменения момента сопротивления.

2. При работе тракторного двигателя на регуляторной ветви с постоянным и переменным моментом сопротивления значения расхода топлива и коэффициента наполнения практически одинаковы. Таким образом, результаты исследований тракторных двигателей, полученные на статических режимах, вполне достаточны для оценки их работы в полевых условиях.

Л и т е р а т у р а

1. Болтинский В.Н. Работа тракторного двигателя при неустановившейся нагрузке. — В сб.: Механизация и электрификация сельского хозяйства в СССР. М., 1959. 2. Завадский И.П. Установка для исследования тракторных дизелей на неустановившихся режимах. — В сб.: Автомобиле- и тракторостроение. Автотракторные двигатели и техническая эксплуатация автомобилей. Минск, 1974, вып. 6.