

Рис. 2.

износ контрольного цилиндра составляет 0,12; опытного — 0,03 мм.

Из анализа опытных данных следует, что сульфидированные гильзы цилиндров износоустойчивее несulfидированных в 2–3 раза.

Бестормозной метод определения мощности отдельных цилиндров и двигателя в сочетании с микрометром прост и доступен при исследованиях износоустойчивости деталей цилиндро-поршневой группы в хозяйственных условиях.

И. П. Терских,
канд. техн. наук

Н. П. Толстых,
инженер-механик

ДИАГНОСТИКА ДВИГАТЕЛЯ АМ-01 ТРАКТОРА Т-4

В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ

Техническое состояние тракторного двигателя лучше всего выявляется тогда, когда он работает при полной нагрузке. Нагрузка на двигатель при проверках обычно создается тормозными установками. В полевых условиях для этих целей применяется пневматическая тормозная установка ПТУ-70. Однако ее тормозная мощность недостаточна, чтобы полностью загрузить тракторные двигатели мощностью более 70–72 л.с. В таких случаях можно использовать бестормозной и частичный методы испытаний, нагрузка при которых

осуществляется механическими потерями самого двигателя или в сочетании их с внешними видами догрузки /тормозом или дросселированием газов на выпуске, или дросселированием масла в гидросистеме трактора/. Такие методы разработаны и широко применяются в основном для 4-цилиндровых двигателей.

На тракторе Т-4 установлен 6-цилиндровый двигатель АМ-ОІ, развивающий мощность 110 л.с. /81 квт/. Естественно, что проверка технического состояния этого двигателя имеет свои специфические особенности.

Известно, что основными показателями технического состояния двигателя являются эффективная мощность и часовой расход топлива. Эти показатели данного двигателя мы определяли бестормозным методом, используя в качестве догрузочного устройства гидравлическую систему испытуемого трактора. При этом из работы выключаются 4 цилиндра. Работают только 2. Догрузку работающих цилиндров до номинального скоростного режима осуществляли дросселированием масла в гидросистеме трактора с помощью дросселя-расходомера ДР-70.

Дроссель-расходомер ДР-70 подключается к трубопроводам правого выносного цилиндра гидросистемы трактора. Входной канал дросселя соединяется с напорным шлангом распределителя. При включении ДР-70 рукоятку распределителя устанавливают в положение "подъем".

Число оборотов коленчатого вала двигателя измеряли специальным устройством, которое состоит из редуктора, гибкого валика и указателя оборотов /рис. I/.

Редуктор является датчиком оборотов и состоит из корпуса с крышкой, в котором размещены шестерни - ведущая, 3 промежуточных и 6 ведомых с выводными валиками. На крышке редуктора имеется 6 штуцеров, один из которых /в зависимости от марки трактора/ гибким валиком ГВ-12 соединяется с указателем оборотов. Указатель оборотов заимствован от автомобиля МАЗ -200. Редуктор устанавливается на вал отбора мощности трактора, указатель оборотов монтируется на панель гидродогрузателя. Такое расположение указателя оборотов позволяет одно-

му и тому же человеку одновременно устанавливать соответствующую нагрузку догрузителем и следить за скоростным режимом работы двигателя.

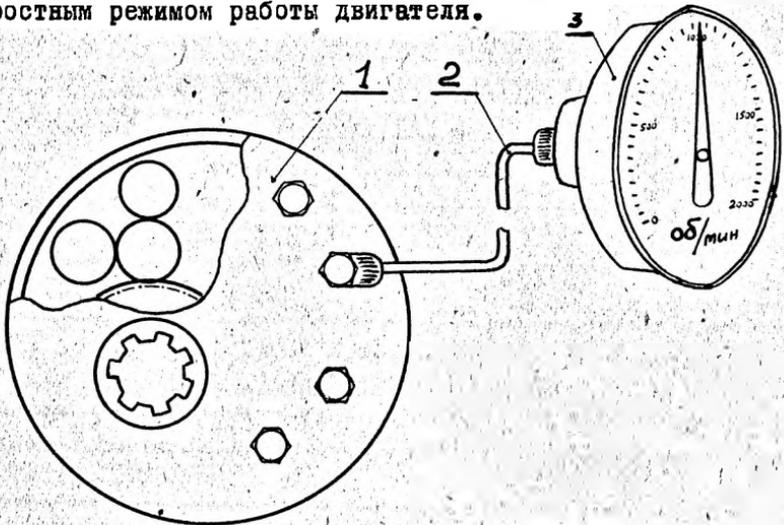


Рис.1. Схема устройства для замера числа оборотов коленчатого вала двигателя: 1-редуктор, 2-гибкий валик, 3-указатель числа оборотов.

Расход топлива определяется одновременно с определением мощностных показателей. Для этих целей мы использовали топливный мерник от тормозной установки ПТУ-70 и специальные выключатели цилиндров с топливоотводящими трубками. Схема, по которой измеряли расход топлива, показана на рис.2.

Мощность двух работающих цилиндров e на номинальном скоростном режиме $n_D = 1600$ об/мин подсчитывали по полученной нами формуле /1/, а двигателя - по формуле /2/.

$$N_e^i = \frac{2}{3} N_m + c P_{mg}^i ; \quad /1/$$

$$N_e = 2N_m + c(P_{mg}' + P_{mg}'' + P_{mg}''') , \quad /2/$$

где N_m - мощность механических потерь двигателя и выключенных цилиндров, равная 41,6 л.с.

c - коэффициент перевода размерности давления масла по манометру догрузителя в единицы мощности $c=0,16$;

P_{mg}^i т.е. $P_{mg}^I, P_{mg}^{II}, P_{mg}^{III}$ - давление масла, замеренное манометром гидродогрузателя соответственно при работе двигателя на I-, 2- и 3-й паре работающих цилиндров, кгс/см².

Часовой расход топлива двумя работающими цилиндрами и двигателя в целом определяли по формулам:

$$G_{Ti} = 3,68 \cdot \frac{V}{t_i} \quad \text{кг/час} ; \quad 13/$$

$$G_T = 3,68 \left(\frac{V}{t_1} + \frac{V}{t_2} + \frac{V}{t_3} \right) \quad \text{кг/час} ; \quad 14/$$

где γ - удельный вес топлива, г/см³;

V - объем топлива в колбе топливомерника, см³;

t_i , т.е. t_1, t_2, t_3 - время расхода топлива из объема топливомерника соответственно при работе на первой, второй и третьей паре работающих цилиндров, сек.

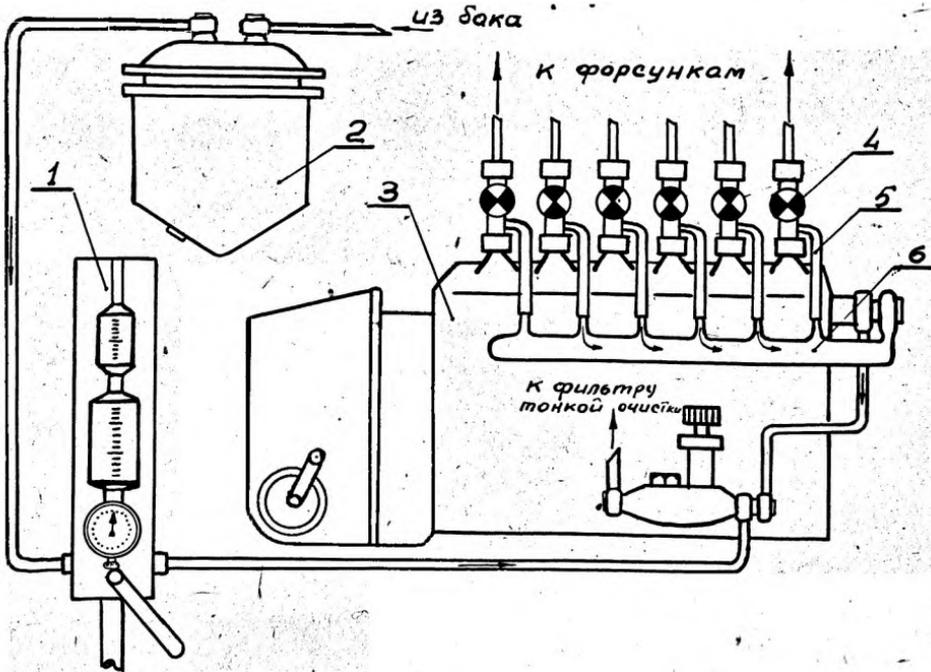


Рис.2.Схема замера расхода топлива.

1- топливомер, 2-фильтр грубой очистки, 3-топливный насос, 4-выключатели, 5-сливная трубка, 6-коллектор для сбора и перепуска топлива из отключенных секций насоса.

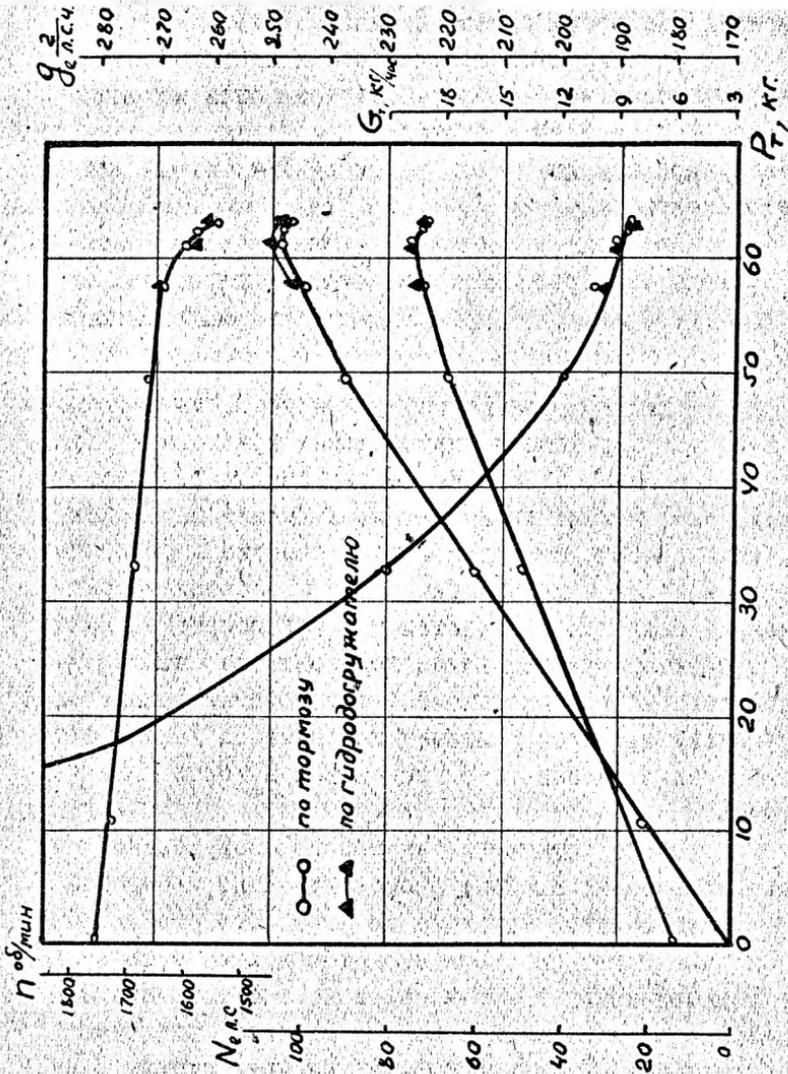


Рис. 3. Регуляторная характеристика двигателя AM-OI трактора Т-4.

Данные бестормозных испытаний по трактору Т-4 сравнивали с тормозными, полученными стандартным методом /рис.3/. Регуляторную характеристику двигателя снимали на переоборудованном стенде СТЭУ-40. Трактор подсоединяли к стенду через вал отбора мощности. Относительная погрешность составила 3-4%.

На основании сравнительных испытаний нами была усовершенствована разработанная ранее методика проверки 4-цилиндровых двигателей /I/ применительно к 6-цилиндровому двигателю трактора Т-4. Она заключается в следующем.

Проверку мощностных и топливных показателей проводят на прогретом двигателе. Температура воды в радиаторе и масла в картере двигателя поддерживается в пределах 75-80°C.

Для проведения испытаний дроссель-расходомер ДР-70 подсоединяют к гидросистеме трактора и включают ее масляный насос. На секции топливного насоса устанавливают выключатели цилиндров. Топливный мерник подсоединяют между фильтром грубой очистки и подкачивающей помпой. На валу отбора мощности закрепляют универсальный редуктор с указателем числа оборотов. Для данного трактора удобно также пользоваться специальным валиком, который устанавливается в отверстие радиатора под рукоятку для прокручивания коленчатого вала. В этом случае валик соединяется с храповиком в торце коленчатого вала.

После установки указанного оборудования на трактор производят пробное дросселирование, прогревая масло в гидросистеме трактора до 25-30°C и доводя давление до 50-60 кгс/см². При этом убеждаются в правильности подсоединения ДР-70 к гидросистеме трактора. Затем, установив максимальную подачу топлива, выключают из работы II-III-IV-V цилиндры. Рычаг распределителя гидросистемы устанавливают в положение "подъем" и рукояткой ДР-70 создают давление масла, загружая двигатель до номинального скоростного режима. При установившемся режиме замеряют давление масла по манометру гидродогрузителя и расход топлива двумя работающими цилиндрами.

После этого поворотом рукоятки дросселя в обратную сторону снижают давление масла по манометру до нуля и рычаг распределителя гидросистемы переводят в положение "нейтрально". В работу включают ранее выключенные цилиндры. Затем, дав поработать двигателю вхолостую на всех цилиндрах 1-2 мин., производят замеры при работе на II и У цилиндрах, выключив I, VI, III, IV, а затем на III и IV при неработающих I, VI, II, V. Описанное сочетание работающих и выключенных цилиндров при испытаниях выбрано из необходимости создания более равномерного вращения коленчатого вала. При таком сочетании проверяемые цилиндры двигателя будут работать с пропусками через два рабочих хода.

Необходимо обратить внимание механизаторов на то, что при испытаниях масло в гидросистеме нагревается и максимальная его температура не должна превышать 80°C .

Чтобы продлить время дросселирования и избежать быстрого нагрева масла, необходимо выполнять следующее:

1. Гидросистему трактора полностью заполнить маслом.
2. После каждого замера рукоятку распределителя быстро перевести в положение "нейтрально".
3. Двигатель загружать плавно, постепенно поворачивать рукоятку догрузателя.
4. В периоды между замерами для охлаждения масла можно производить подъем и опускание навесной системы, пропуская масло через задний силовой цилиндр. 15-20 подъемов снижают температуру нагретого масла на $15-18^{\circ}\text{C}$.

Для увеличения точности показаний в конструкцию ДР-70 необходимо внести некоторые изменения. Манометр со шкалой на 250 и ценой деления 10 кгс/см^2 необходимо заменить манометром с более точной шкалой. Например, можно поставить манометр МТИ ГОСТ 2405-63 со шкалой на 160 и ценой деления 2 кгс/см^2 . На штуцер сливного отверстия дросселя нужно установить тройник с вмонтированным датчиком дистанционного термометра.

Такое усовершенствование облегчает контроль за температурой масла в гидросистеме трактора.

Для облегчения подсчетов мощности в полевых условиях можно пользоваться специальной диаграммой /рис.4/. Мощность по ней определяется следующим образом. Значения величин догрузок, полученные по манометру ДР-70, усредняют и откладывают на оси OP_{MG} /точка Е/. Из точки Е восстанавливают перпендикуляр до пересечения с прямой OA /точка A^I /. Из точки пересечения A^I проводят прямую, параллельную оси OP_T до пересечения с прямой OB . Опустив из точки B^I перпендикуляр на масштабную прямую, получим эффективную мощность двигателя.

Например, при проверке двигателя АМ-01 №5935 1966 г. трактора Т-4 величина догрузки по манометру гидродогрузателя на номинальном скоростном режиме получилась соответственно: при работе I-VI цилиндров $P_{MG} = 55 \text{ кгс/см}^2$, II-V - $P_{MG} = 40 \text{ кгс/см}^2$ и III-IV - $P_{MG} = 55 \text{ кгс/см}^2$.

Время расхода топлива из колбы объемом 100 см³ соответственно равно: $t_1 = 52 \text{ сек.}$, $t_2 = 54 \text{ сек.}$, $t_3 = 49 \text{ сек.}$ Подставив в формулы /I-4/ полученные при испытаниях значения соответствующих величин, определим эффективную мощность двух работающих цилиндров и двигателя в целом, а также часовой расход топлива.

$$N_{eI-VI} = \frac{2}{3} \cdot 41,6 + 0,16 \cdot 55 = 36,53 \text{ л.с.} / 26,9 \text{ кВт/},$$

$$N_{eII-V} = \frac{2}{3} \cdot 41,6 + 0,16 \cdot 40 = 34,13 \text{ л.с.} / 25,2 \text{ кВт/},$$

$$N_{eIII-IV} = \frac{2}{3} \cdot 41,6 + 0,16 \cdot 55 = 36,53 \text{ л.с.} / 26,9 \text{ кВт/},$$

$$N_e = 2 \cdot 33,2 + 0,16 / 55 + 40 + 55 / = 107,2 \text{ л.с.} / 79 \text{ кВт/},$$

$$G_{T I-VI} = 3,6 \cdot 0,86 \frac{100}{52} = 5,95 \text{ кг/час},$$

$$G_{T II-V} = 3,6 \cdot 0,86 \frac{100}{54} = 5,75 \text{ кг/час},$$

$$G_{T III-IV} = 3,6 \cdot 0,86 \frac{100}{49} = 6,35 \text{ кг/час},$$

$$G_T = 3,6 \cdot 0,86 / \frac{100}{52} + \frac{100}{54} + \frac{100}{49} / = 18,1 \text{ кг/час}.$$

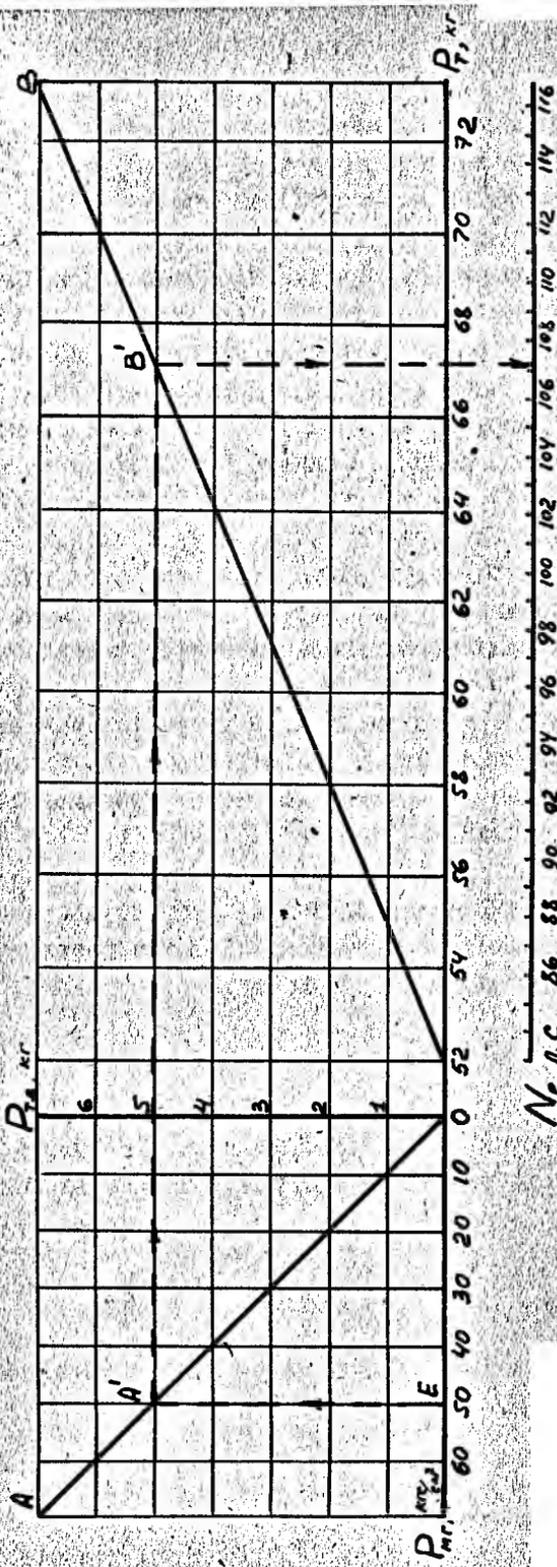


Рис. 4. График для подсчета эффективной мощности двигателя при бестормозных испытаниях с помощью гидравлического догрузателя.

N_e л.с. 72 70 68 66 64 62 60 58 56 54 52 0 2 4 6

$P_{мг}$

$P_{эф}$

A

A'

E

B'

B

$P_{мг}$

Упрощенное нахождение мощности по графику, на основании данных проверки, дает тот же результат.

Во время испытаний двигателя необходимо наблюдать за внешними признаками и показаниями контрольных приборов на щитке в кабине трактора. Заключение о состоянии двигателя следует делать после проверки всех попарно работающих цилиндров, сопоставляя данные испытаний и наблюдений за его работой. Если, например, величина догрузки какой-нибудь работающей пары цилиндров и расход топлива малы, то причиной этого является нарушение регулировки насоса. Если расход топлива нормальный или завышен, а величина догрузки небольшая, то следует проверять регулировку клапанов газораспределения испытуемых цилиндров. Если окажется, что клапаны отрегулированы нормально, а из сапуна и выхлопной трубы идет дым, причинами могут быть закоксовывание поршневых колец или износ их и цилиндров с поршнями. При этом обязательно нужно учитывать, сколько времени двигатель отработал и какое количество топлива и масла он израсходовал.

Большую помощь проверяющему может оказать журнал испытаний и наблюдений за работой двигателя, в котором отражаются в протокольной форме результаты проверок. Ниже приводится форма такого протокола.

Литература

И. Н. С. Ждановский, С. А. Иофинов, И. П. Терских, Б. А. Улитовский. Устройство для бестормозного определения мощности двигателя. Авторское свидетельство № 211124 по заявке № 820482 с приоритетом от 15 февраля 1963 г.

Протокол проверки двигателя трактора Т-4

Хозяйство _____ Тракторист _____ Хозяйственный номер трактора _____ Заводской номер двигателя _____
 Год выпуска _____ Отработано часов к моменту испытания _____ Нарасходовано топлива _____ Израс-
 сходовано масла _____ Процент расхода масла по отношению к топливу _____ Замечания тракториста о
 работе двигателя _____

	Темпе- ратура, град. С	Давле- ние ма- сла в магист- ралах двигате- ля, кгс/см ²	Число оборо- тов ко- ленча- того вала в мину- ту	Давле- ние ма- сла по момет- ру ги- дродо- гружа- теля, кгс/см ²	Время расхо- да то- плива, 3 100 см секунд	Мощность, развива- емая дви- гателем, л.с.	Эффек- тивная мощно- сть дви- гателя, л.с.	Часовой расход топли- ва ра- бота- ющим цилин- драми, кг/час	Часовой расход топли- ва дви- гателем, кг/час	Значе- ние при- знака равно- сти и прове- денные исправ- ления	Обнару- женные неисп- равно- сти и прове- денные исправ- ления
Режим испыта- ния											
Двигатель работает на всех цилиндрах входостурь											
Работают I и II цилиндры											
Работают II и III цилиндры											
Работают III и IV цилиндры											

Заключение _____ Дата и роспись проводившего испытания _____

Примечание: в левой графе каждого показателя указываются результаты проверки до устранения неисправностей, в правой - после устранения их.