

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, загрузка 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.

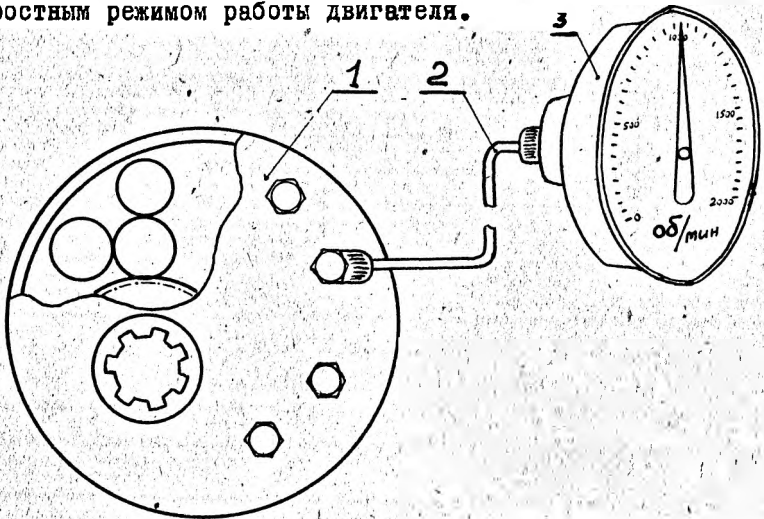


Рис. 1. Схема устройства для замера числа оборотов коленчатого вала двигателя: 1-редуктор, 2-гибкий валик, 3-указатель числа оборотов.

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, кг/см<sup>2</sup>.

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  $\gamma$  - удельный вес топлива, г/см<sup>3</sup>;

$V$  - объем топлива в колбе топливомерника, см<sup>3</sup>;

$t_i$ , 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.

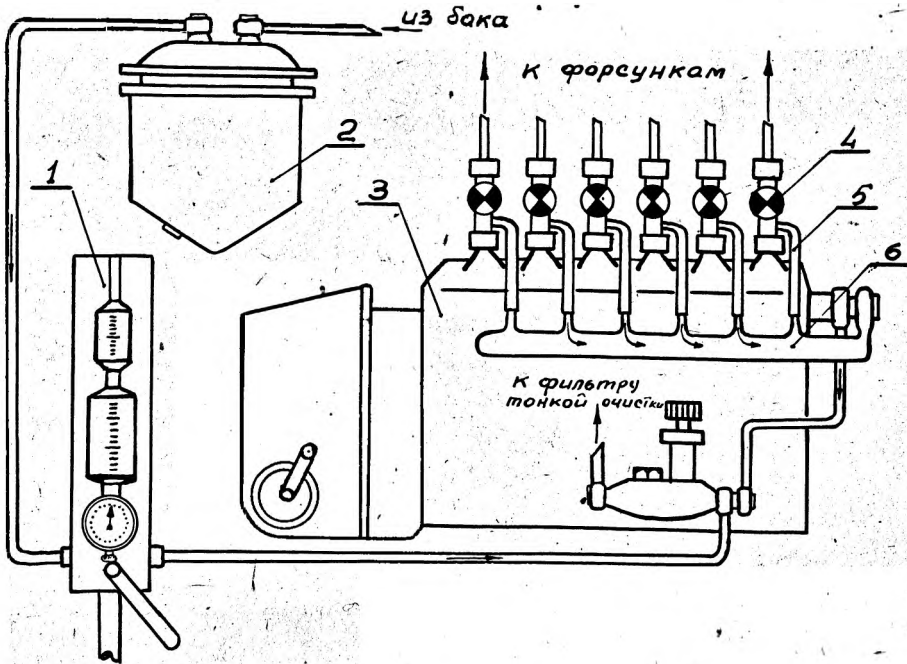


Рис.2.Схема замера расхода топлива.

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.

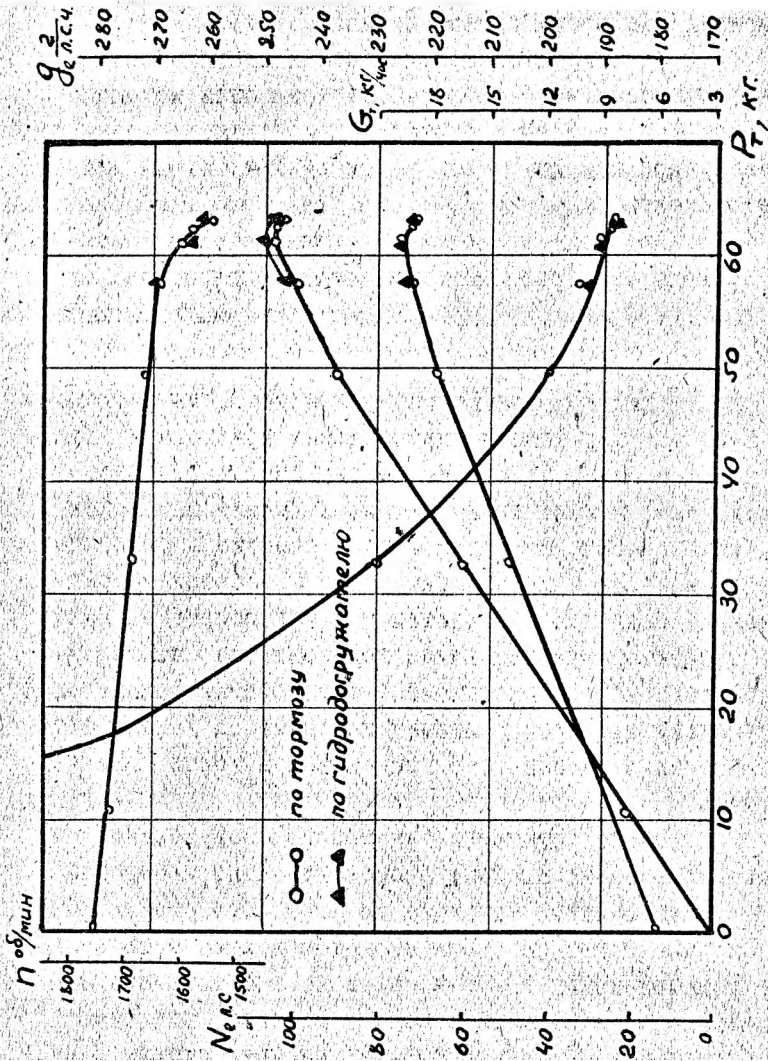


Рис. 3. Регуляторная характеристика двигателя AM-OI трактора Т-4.

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/см<sup>2</sup>. 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  $80^{\circ}\text{C}$ .

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  $10 \text{ кгс/см}^2$  необходимо заменить манометром с более точной шкалой. Например, можно поставить манометр МТИ ГОСТ 2405-63 со шкалой на 160 и ценой деления  $2 \text{ кгс/см}^2$ . На штуцер сливного отверстия дросселя нужно установить тройник с смонтированным 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 см<sup>3</sup> 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.

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

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

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

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

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

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

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

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



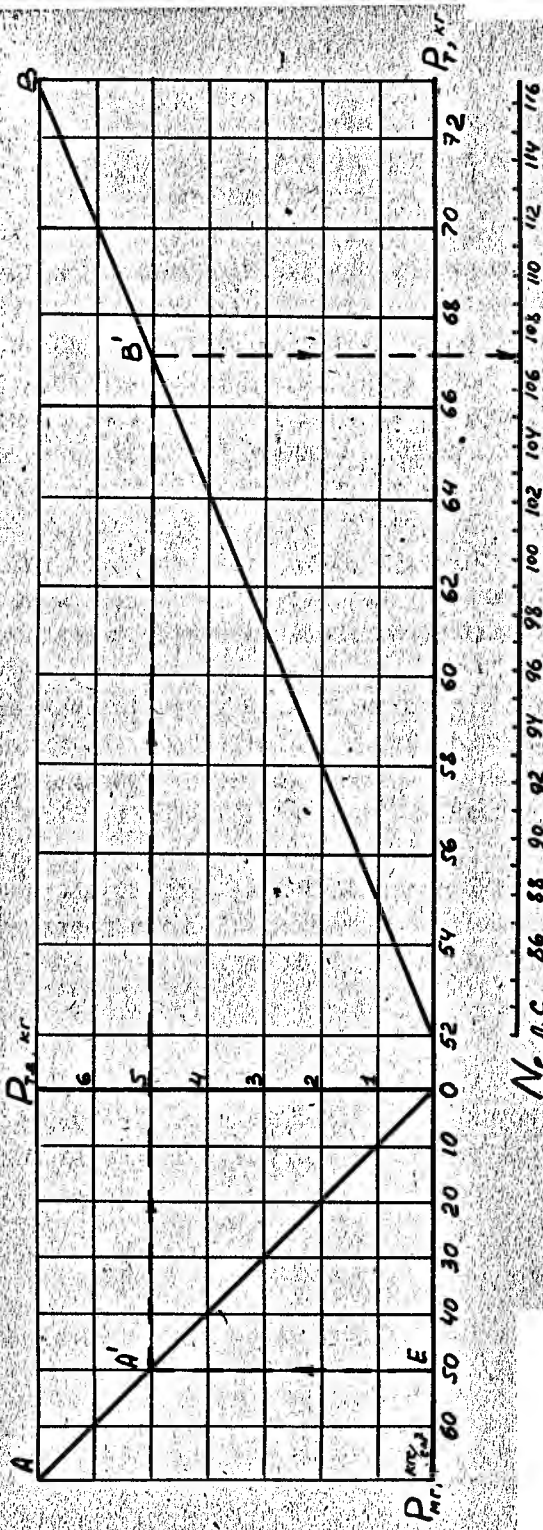


Рис. 4. График для подсчета эффективной мощности двигателя при бестормозных испытаниях с помощью гидравлического догрузателя.

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

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

Г. 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 двига-  
 тела Отработано часов к моменту испытания Израсходовано топлива Изра-  
 сходовано масла Процент расхода масла по отношению к топливу Замечания тракториста о  
 работе двигателя \_\_\_\_\_

	Температура	Давление масла	Магистраль двигателя	Число оборотов коленчатого вала в минуту	Давление масла по манометру	Время расхода топлива	Мощность, развиваемая цилиндром	Эффективная мощность двигателя	Часовой расход топлива	Часовой расход топлива на двигателем, кг/час	Внешние признаки	Обнаруженные неисправности и проведенные исправления
Режим испытания												
Двигатель работает на всех цилиндрах холостую												
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.