

**Стенд для контроля технического состояния узлов и агрегатов  
системы смазки автотракторных дизелей КИ-28256.01**

**(часть 2)**

***Аннотация***

*В статье приведены основные причины низкой надежности масляных насосов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машинах. Даны рекомендации по диагностированию масляных центрифуг и клапанов системы смазки при техническом обслуживании. Дано краткое описание диагностического оборудования для испытания масляных центрифуг и настройки клапанов системы смазки дизельных двигателей предназначенное для метрологической оценки качества запасных частей и выходного контроля качества ремонта агрегатов*

***Ключевые слова:*** *диагностический испытательный стенд, контроль качества ремонта, система смазки двигателя, масляная центрифуга, клапаны системы смазки.*

Нормальное функционирование системы смазки обеспечивает продолжительную безаварийную работу двигателя. Надежная работа систем смазки в свою очередь зависит от качества моторных масел и исправного технического состояния масляных насосов и фильтров. Традиционно слабым звеном в этой системе считается масляный насос, отказы которого разделяются на два вида:

Снижение давления и подачи масла насосом в результате увеличения зазоров между трущимися поверхностями и увеличения утечек масла

Прекращение подачи масла из-за разрушения деталей привода насоса, масляного поддона или маслозаборника. Данный тип отказа наиболее опасен, так как грозит выходом из строя коленчатого вала дизеля, шатунов и других элементов.

По условиям проектирования двигателей ресурс масляного насоса должен быть на уровне ресурса двигателя в целом. Поэтому производительность насоса выше необходимой двигателю дабы компенсировать утечки масла через увеличивающиеся зазоры подвижных соединений, в которые смазка подается под давлением. Однако все конструкционные меры будут

напрасными, если не будет обеспечена качественная очистка масла. Сильно загрязненное масло вызывает цепную реакцию износа во всем двигателе. Первым получает повреждения масляный насос, у которого интенсивно увеличиваются радиальные и торцевые зазоры качающих шестерен, следовательно, снижается подача и давление масла. Крупные частицы загрязнений присасываются к сетке маслозаборника и уменьшают его проходное сечение. Частицы, присутствующие в грязном масле могут вызывать заклинивание редукционных, предохранительных и сливных клапанов системы смазки в закрытом или открытом состоянии, что может привести к резкому повышению или понижению давления в системе. При повышении давления страдают сальниковые уплотнения. При понижении уменьшается подача масла, что приводит к нарушению условий смазки во всех системах двигателя. Таким образом, любые нарушения работы системы очистки масла не замедлят сказаться на работе двигателя.

Современные автомобильные и тракторные дизельные двигатели имеют два масляных фильтра: грубой и тонкой очистки. В двигателях производства России и стран СНГ для грубой очистки масла используется фильтр со сменными фильтрующими элементами, а для тонкой очистки – центробежный фильтр.

При испытании центрифуг, выделяют следующие показатели, характеризующие эффективность центробежной очистки масла в замкнутой системе:

1. Концентрация загрязняющих веществ в масле;
2. Количество загрязняющих примесей, выделенных в роторе;
3. Интенсивность очистки;

Концентрация загрязняющих веществ зависит от режима работы двигателя, качества применяемого масла и полноты сгорания топлива. Любой фактор, который ухудшает полноту сгорания топлива при эксплуатации двигателя или увеличивает попадание газов из камеры сгорания в картер, способствует интенсивному загрязнению масла. При работе двигателя в высокотемпературном режиме в масле появляются продукты полимеризации, при низкотемпературном режиме ухудшается полнота сгорания топлива и в масле появляются продукты неполного сгорания топлива, пары воды и топлива сконденсированными в картере. Скорость образования загрязняющих примесей заметно уменьшается с применением более стабильного масла.

Количество загрязняющих примесей, выделенных в роторе, зависит от качества работы центрифуги. Качество работы определяется напряженностью центробежного поля, создаваемого в роторе центрифуги при вращении. Наибольшая эффективность очистки достигается при частоте вращения  $5000 - 6000 \text{ мин}^{-1}$ . При меньших частотах вращения загрязняющие частицы не выделяются из потока масла, при больших частотах – смываются со стенок ротора.

Исследования показали, что для оценки эффективности работы центрифуги, установленной на стенде, необходимо руководствоваться фактором разделения, представляющим собой отношение ускорений центробежного и гравитационного полей:

$$F_2 = \frac{E}{g}, \quad (1)$$

где  $E$  – напряженность центробежного поля (ускорение центробежной силы);

$g$  – напряженность гравитационного поля (ускорение силы тяжести).

$$E = \omega^2 R; \quad \omega = \frac{\pi n}{30} - \text{угловые ускорения ротора, сек}^{-1}.$$

$$F_2 = \frac{\omega^2 R}{g} = 0,0012 R n^2, \quad (2)$$

где  $n$  – частота вращения ротора центрифуги, об/мин;

$R$  – внутренний радиус ротора, м.

Чем больше фактор разделения, тем интенсивнее происходит процесс центрифугирования.

Проведенными исследованиями на стенде КИ – 28256.01 было экспериментально установлена закономерность скорости осаждения примесей при испытании центрифуги трактора МТЗ-1221 (см. табл. 1)

Таблица 1 – Расчетные и фактическая скорости осаждения примесей

Наименование очистителя	Удельная скорость осаждения на боковой поверхности ротора, мг/сек	Общая скорость осаждения, мг/сек $W_{MAX}/W_{MIN}$	Средняя скорость осаждения, мг/сек, $W_{CP}$	Фактическая скорость осаждения, мг/сек, $W_{\Phi}$	$W_{\Phi}/W_{CP}$
Центрифуга	0,00037	1,375/ 0,114	0,744	0,650	0,88

Анализ расчетных и фактических скоростей осаждения показывает, что расхождение величин не превышает 15%. Такое отклонение может быть вполне приемлемым.

Установлена также длительность осаждения при различных скоростях вращения ротора (см. табл. 2).

Таблица 2

Скорость вращения ротора, об/мин	Время осаждения частиц, сек
4000	6,4
6000	3,3
8000	2,2

Проведенными исследованиями установлено, что процесс отсева неорганических частиц примесей протекает значительно интенсивнее, чем органических. Это особенно относится к сравнительно крупным неорганическим частицам, которые оказывают заметное абразивное воздействие на детали дизеля. Установлено также, что очистка моторного масла и промывке системы смазки дизеля вся жидкость проходит через центрифугу установки и подвергается воздействию центробежной силы, т.е. очистке.

Таким образом, основным диагностическим параметром качества работы центрифуги является частота вращения ротора. При нормальном числе оборотов ротора, вплоть до его заполнения отложениями, качество масла в системе (по содержания загрязняющих примесей) будет нормальным.

Существует несколько способов определения частоты вращения ротора центрифуги. Первый из них - по времени выбега ротора после остановки двигателя. При температуре масла 65-70 °С ротор должен вращаться не менее 2,5 – 3 мин. Определение вращения осуществляется по шуму вращающегося ротора (см. рис.1)

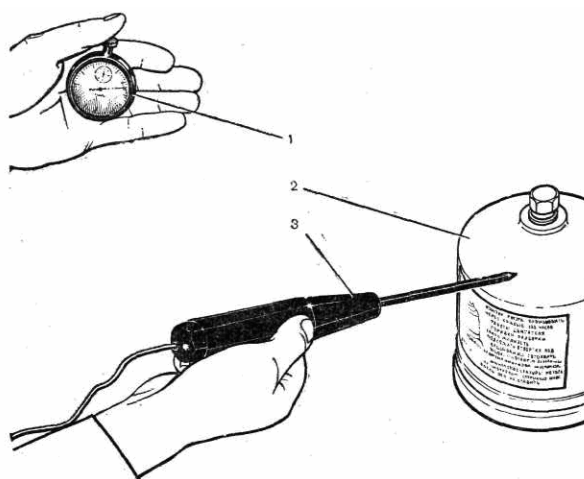


Рисунок 1 – Определение времени выбега ротора центрифуги.

1 – секундомер; 2 – центрифуга; 3 – автостетоскоп

Данный метод весьма неточный, так как не позволяет определить число оборотов. К тому же по мере накопления осадка на стенках ротора увеличивается его момент инерции, и вращение может продолжаться до требуемых 2 – 3 минут, притом, что рабочая частота вращения может быть ниже необходимой. Метод повсеместно используется при эксплуатации, но не подходит для оценки качества ремонта.

Для определения частоты вращения ротора рекомендуется иметь специальные приборы. Механический тахометр не подходит для данной задачи, так создает сопротивление вращению. Поэтому были разработаны методы определения частоты вращения по вибрационному и стробоскопическому тахометру. Вибрационный тахометр определяет частоту вращения косвенно по вибрации язычка прибора. Данный прибор имеет

существенную погрешность и больше не выпускается. Стробоскопический тахометр основан на одноименном эффекте и требует определенных навыков в работе с ним.

В последнее время на рынке появилось большое количество ручных оптических тахометров, удобных в эксплуатации. Поэтому они могут быть рекомендованы при диагностировании центрифуг на стенде. В ГОСНИТИ был разработан новый стенд для диагностирования масляных насосов, клапанов и масляных центрифуг КИ-28256.01. Он имеет комплект приспособлений для подключения масляных центрифуг к масляному насосу, установленному на стенде. Для проверки частоты вращения с центрифуги снимается защитный колпак и вместо него устанавливается специальный кожух с отверстием в верхней части. На ротор центрифуги маркером наносится видимая метка. В качестве метки может использоваться специальная светоотражающая пленка. После запуска стенда устанавливается рабочая частота вращения масляного насоса. Затем с помощью дросселя в системе создается давление масла, соответствующее номинальному давлению в двигателе. Перед проверкой частоты вращения необходимо проверить работу перепускного клапана центрифуги и при необходимости отрегулировать его. С помощью оптического тахометра определяется частота вращения ротора центрифуги (рис.2). Снижение оборотов может быть вызвано засорением жиклеров гидропривода или засмолением подшипников.



Рисунок 2 – Определение скорости вращения ротора центрифуги

Этот метод может применяться и при эксплуатационной диагностике, однако нужно учитывать, что снижение частоты вращения ротора может быть вызвано засорением каналов центрифуги, неисправностью перепускного клапана или снижением подачи масляного насоса. Чтобы избежать ложных диагнозов частоту вращения следует измерять после очистки центрифуги от осадка.

Чтобы обеспечить надежную работу системы смазки на стенде проверяют производительность масляных насосов и работу клапанов. Поломка и усадка пружин редко встречаются в эксплуатации из-за малых нагрузок на них. Чаще происходит закоксовывание или задиры рабочей поверхности клапанов из-за превышения срока работы масла в двигателе, низкого качества масла или некачественной его очистки. Клапаны проверяют

на специальном устройстве, установленном на стенде. Проверяемый клапан подключается к масляному насосу. Стендом задается рабочая частота вращения насоса. Дросселем создается давление масла в линии насос-клапан. Клапан проверяется на наличие утечек и на величину давления открытия. При отклонении параметров работы от заданных заводом-производителем клапан регулируется (рис.3). Если регулировка не дает результатов, клапан ремонтируется или заменяется новым.



Рисунок 3 – Установка и регулировка предохранительных и редукционных клапанов

Подводя итог вышесказанному, следует отметить, что надежная работа системы смазки обеспечивается исправностью всех составляющих ее компонентов. Перед установкой на отремонтированный двигатель следует проверить производительность масляного насоса, частоту вращения ротора центробежного масляного фильтра, работу редукционных и предохранительных клапанов насоса и фильтра.

#### Список литературы

1. Андреев В.П., Кириченко Н.И. Ремонт масляных насосов и фильтров дизелей. – М.: Агропромиздат, 1986. – 128 с.
2. Технологическое руководство по проверке и регулировке агрегатов гидравлической и масляной системы автотракторной техники: производственно – практическое издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 96 с.
3. М.А. Григорьев, Г.П. Покровский. Автомобильные и тракторные центрифуги.- М.: МАШГИЗ, 1961, - 190с.
4. МДС 12-20.2004 Механизация строительства. Организация диагностирования строительных и дорожных машин. Диагностирование гидроприводов.