

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ПО РАСХОДУ КАРТЕРНЫХ ГАЗОВ

Е.М. Филиппова,

зав. лаб.

Е.В. Николаев,

мл. науч. сотр.

ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии

В статье рассмотрены основные проблемы современного диагностирования цилиндро-поршневой группы двигателей внутреннего сгорания. Дана краткая характеристика основных методов диагностирования ЦПГ с указанием их преимуществ и недостатков. Статья будет интересна инженерам технического сервиса, механизаторам, студентам и аспирантам, обучающимся по соответствующим специальностям.

Качественными показателями снижения ресурса двигателя служат: снижение надежности и безотказности работы двигателя, значительный расход масла, увеличение расхода запасных частей, рост трудоемкости работ, необходимых для поддержания техники в работоспособном для эксплуатации состоянии. В значительной степени эти показатели характеризуются техническим состоянием цилиндро-поршневой группы.

Оценочными признаками, свидетельствующими о неисправности цилиндро-поршневой группы двигателя являются: потеря мощности; затрудненный запуск; перебои в работе, детонации и стуки; повышенный расход масла на угар; загрязнение масла продуктами износа; повышенный расход картерных газов; дымление и т. д. Исходя из этого, на практике используется множество классических методов проверки технического состояния ЦПГ: измерение компрессии, разрежения, времени падения давления в камере сгорания, расхода газов прорывающихся в картер двигателя; определение расхода моторного масла на угар, качественного и количественного состава частиц износа в масле; обслуживание стетоскопом акустических сигналов соударяющихся кинематических пар и т. д. Однако определение технического состояния

ЦПГ большинством этих методов является малодостоверным.

Так при диагностировании по давлению в конце сжатия (компрессии) определяют техническое состояние цилиндро-поршневой группы двигателя, однако при предельных износах компрессия может меняться незначительно за счет большого расхода масла, которое герметизирует сопряжение ЦПГ. На величину компрессии основное влияние оказывает не износ ЦПГ, а негерметичность клапанов газораспределения. Значения компрессии являются малодостоверными, так как давление в конце сжатия зависит от частоты вращения коленчатого вала, а при использовании стартера нельзя добиться постоянства этой частоты. К тому же данный метод требует значительных затрат на разборочно-сборочные работы, а диагностика данным методом 6-, 8- или 12- цилиндровых двигателей вообще представляется бесперспективной. Такими же недостатками обладают методы оценки технического состояния ЦПГ по скорости падения давления и разрежения в камере сгорания [2].

По опросам крупных предприятий, обслуживающих и ремонтирующих большой парк машин, при определении технического состояния двигателя специалисты не используют мето-

ДИАГНОСТИКА

дов определения герметичности камеры сгорания, в связи с большим количеством разборочно-сборочных работ при диагностировании. В процессе определения остаточного ресурса при диагностировании эксплуатируемого двигателя и приработки отремонтированного учитывается техническое состояние ЦПГ в целом, а не отдельных его цилиндров.

Качественным показателем технического состояния ЦПГ является расход масла на угар, и при наличии правильного учета дает возможность установить необходимый вид ремонта. За время работы до капитального ремонта расход масла увеличивается в 3–5 раз. Стоит отметить, что величина угара масла зависит от скоростного и нагрузочного режима двигателя, поэтому важным фактором, влияющим на учет расхода масла, является эксплуатация техники в одинаковых условиях, что трудно достигаемо в эксплуатационных условиях.

Одним из важнейших показателей, который характеризует износ ЦПГ, является количество газов, прорывающихся в картер двигателя. Измерение расхода картерного газа двигателя дает более полные данные о состоянии цилиндро-поршневой группы. За время эксплуатации двигателя до ремонта расход газов, прорывающихся в картер двигателя на режиме холостого хода, увеличивается в 2–4 раза и в 5–7 раз и более на режиме работы двигателя при полной нагрузке.

Было исследовано влияние режимов работы двигателя на расход газов, прорывающихся в картер двигателя. Установлено, что величина частоты вращения двигателя не сказывается на расходе газов (при частоте вращения двигателя

800, 1200, 1800 об/мин расход газа был одинаков), однако расход картерных газов значительно зависит от изменения частоты вращения. На режиме свободного ускорения двигателя расход газов увеличился в 2,5–4 раза по сравнению с установившимся режимом работы. Поэтому при диагностировании ЦПГ по параметру объемного расхода картерных газов следует соблюдать постоянную частоту вращения двигателя.

Стоит отметить, что одной из важных характеристик применяемого метода в диагностировании является его разрешающая способность (даже более важной, чем точность измерений). Разрешающая способность – наименьшая величина значений параметров измерения, различаемых в процессе измерения. То есть чем больше интервалы по величине изменения диагностического параметра, тем точнее можно определить техническое состояние исследуемого объекта.

Как видно из табл. 1 максимальное отклонение предельных значений от номинальных наблюдается у параметров объемного расхода картерных газов и расхода масла на угар. Соответственно у этих параметров большая разрешающая способность, следовательно, по значениям измеренных показаний можно точнее оценить техническое состояние ЦПГ.

В связи с этим метод определения технического состояния ЦПГ по параметру расхода картерных газов является предпочтительным при экспресс-диагностировании. При применении данного метода не требуется ни частичная разборка, ни снятие отдельных агрегатов с машины, что минимизирует сложность и трудоемкость работ при диагностировании (диагностирование с подготовкой занимает 5–15 мин.), а

Таблица 1

Нормативы измерений диагностических параметров ЦПГ

Диагностический параметр*	Единица измерения	Номинальное значение	Предельное значение	Изменение значения в раз.
Компрессия	кгс/см ²	28	17	1,64
Вакуум	кгс/см ²	0,85	0,55	1,54
Остаточный вакуум	кгс/см ²	0,17	0,27	1,58
Объемный расход картерных газов	л/мин	28	95	3,4
Расход масла**	л	2,3	7,2	3,1

* Все значения приведены для одной марки двигателя Д-243.

** Расход моторного масла на 100 л израсходованного топлива.



Рис. 1. Общий вид анализатора КИ-28285

также не требует специалистов высокой квалификации.

В результате наших исследований в 2010 г. разработан усовершенствованный способ и прибор анализатора картерных газов КИ-28285 ГОСНИТИ диагностирования ЦПГ по параметрам

Таблица 2
Параметры измерения анализатора

Параметр	Ед. изм.	Пределы измерений	Погрешность
Объемный расход	л/мин	0–200	±2–10
Статическое избыточное давление	кгс/см ²	0–1	±0,05
Статическое разрежение	кгс/см ²	0– –1	±0,05
Температура	°С	0– +125	±5

тру прорыва картерных газов (рис. 1, табл. 2). КИ-28285 ГОСНИТИ представляет собой переносной электронный прибор с набором накладных измерительных датчиков. Прибор позволяет измерять мгновенный объемный расход газа 0...200 л/мин, температуру -20... +125 °С и давление -1...1 бар. Питание прибора осуществляется от аккумуляторной батареи или бортовой сети машины 12 В. Индикация показаний осуществляется в цифровом виде одновременно только одного параметра, в зависимости от выбора соответствующей клавиши. Измерение значений параметров может проводиться в различных точках, связанных с полостью картера двигателя. В набор входят переходные устройства, которые позволяют подсоединять датчики к двигателю в различных точках. Анализатор обладает хорошей приспособляемостью подсоединения к различным маркам двигателей с свободной системой выпуска

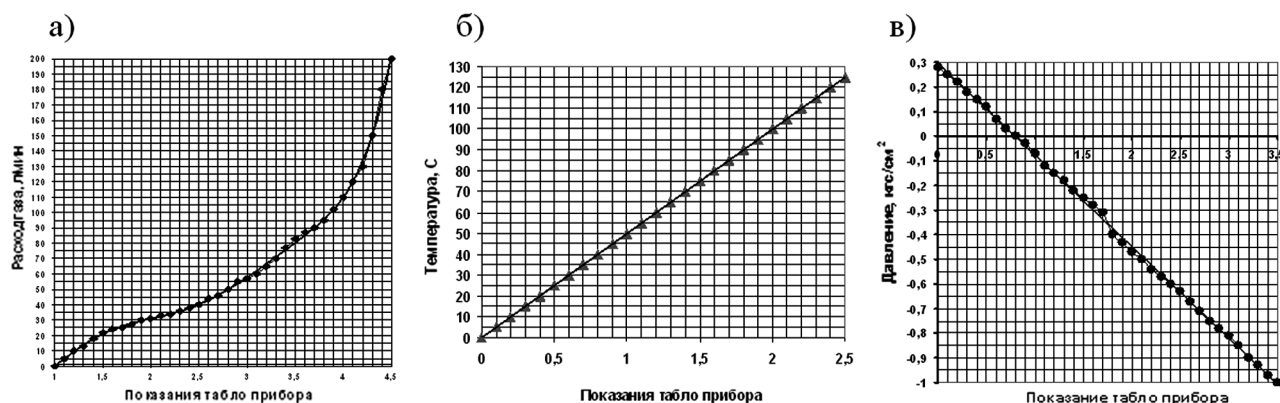


Рис. 2. Характеристики выходных сигналов датчиков:

а) датчика объемного расхода газа $Q=f(U)$;

б) датчика температуры $T=f(U)$;

в) датчика давления $P=f(U)$

ДИАГНОСТИКА

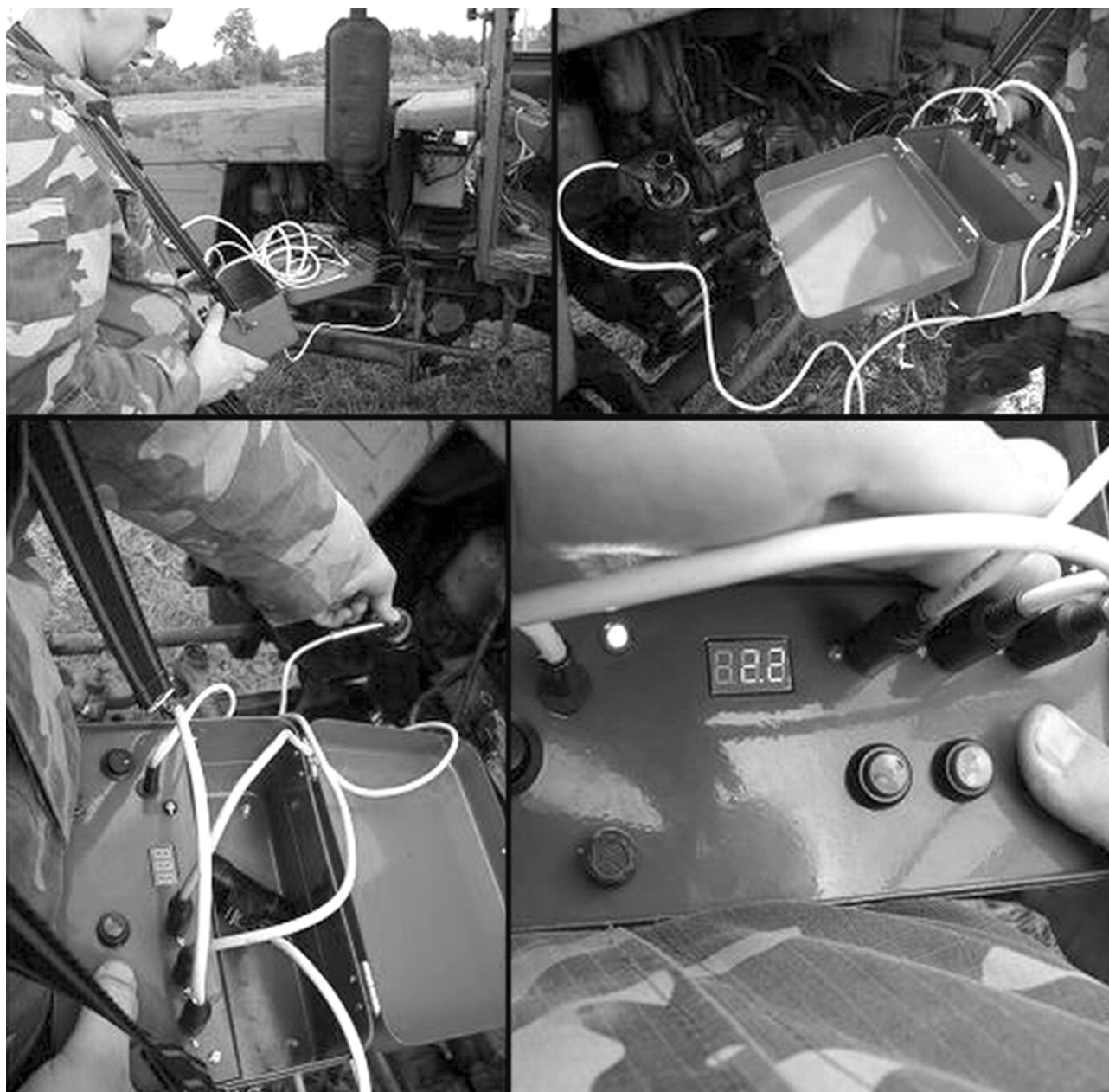


Рис. 3. Опытно-производственная проверка

картерных газов и с системами рециркуляции картерных газов.

Анализатор комплектуется датчиками со стандартным выходом по напряжению, и поэтому может комплектоваться разнообразными датчиками с соответствующим выходным сигналом. Это позволит в дальнейшем расширить его возможности по увеличению номенклатуры диагностируемых параметров. Опытно-производственная проверка показала, что анализатор обеспечивает снижение трудоемкости в 1,5–2 раза и повышение в 1,5 раза достоверности без-

разборного диагностирования ЦПГ ДВС по сравнению с индикатором картерных газов КИ – 17999М (рис. 3).

Литература

1. Технологическое руководство по диагностированию тракторов и самоходных сельскохозяйственных комбайнов. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2006. – 244 с.
2. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники. – М.: Колос, 1980.