

2. SAMCO 41HD [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/40-hd-2/>. – Дата доступа: 18.01.2020.
3. Bed maker/mulching film layer AL-S14 PLUS [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.hecchiemagli.com/en/machines/bed-maker-mulching-film-layer-al-s14-plus/>. – Дата доступа: 18.01.2020.
4. Punch film layer [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.samco.ie/machinery/punch-film-layer/>. – Дата доступа: 18.01.2020.
5. SMP pneumatic seed drill [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://www.sapperi.com/en/product/smp-en/>. – Дата доступа: 18.01.2020.
6. Черноиванов В.И., Михальченков А.М., Кожухова Н.Ю., Лялякин В.П., Кузюр В.М. Отвал плужного корпуса Патент на полезную модель RU 115609, 10.05.2012. Заявка № 2011143590/13 от 28.10.2011
7. Козлов С.И. Результаты отсеивающих экспериментов по изучению процесса экспандирования / Козлов С.И., Кузюр В.М. // Конструирование, использование и надежность сельскохозяйственных машин: материалы научно-практ. конференции / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2018. - №1(17). - С.38-44.
8. Подшиваленко И.Л. Обоснование рабочей ширины захвата штанги машины для внесения жидких органических удобрений / И.Л.Подшиваленко, Кузюр В.М. // Конструирование, использование и надежность сельскохозяйственных машин: материалы научно-практ. конференции / Брянская государственная сельскохозяйственная академия. – Брянск, 2013. – №1(12). – С.18-23.

УДК 621.432

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

к.т.н. Коцуба В.И., аспирант Сулима Е.В.

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь
к.т.н. Кузюр В.М., Брянский государственный аграрный университет, Россия*

ANALYSIS OF METHODS FOR DIAGNOSING THE CYLINDER-PISTON GROUP OF AUTOMOTOR-TRACTOR ENGINES

Ph.D. Kotsuba V.I., post-graduate student Sulima E.V., Belarusian State Agricultural Academy, Belarus

Ph.D. V.M. Kuzhur, Bryansk State Agrarian University, Russia

Аннотация. Приведен анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы автотракторных двигателей.

Annotation. The analysis of methods for diagnosing the cylinder-piston group of automotive engines is given.

Ключевые слова: цилиндропоршневая группа, цилиндр, поршень, компрессия, герметичность, диагностирование.

Keywords: cylinder-piston group, cylinder, piston, compression, tightness, diagnostics.

Введение. По мере изнашивания цилиндропоршневой группы, а также при закоксовывании колец или их поломке герметичность рабочего объема цилиндра

становится недостаточной. На такте сжатия это приводит к уменьшению давления и температуры сжатого воздуха. В дизельных двигателях для улучшения процесса сгорания температура газов в конце сжатия должна на 300–400 °С превышать температуру самовоспламенения впрыскиваемого топлива [1]. Следовательно износ ЦПГ приводит к затрудненному запуску двигателя из-за плохого воспламенения топливовоздушной смеси, а также к перебоям в работе двигателя. На такте рабочего хода газы под большим давлением прорываются в картер, откуда выходят в атмосферу через сапун. Повышенный прорыв газов приводит к снижению давления их на поршень и падению мощности двигателя.

С износом деталей и потерей упругости колец увеличивается количество масла, проникающего в надпоршневое пространство. Попадание масла в камеру сгорания вызывает образование нагара на днищах поршней и головке цилиндров и затрудняет отвод теплоты через стенки цилиндров. Сгорание масла выявляется по синеватому цвету отработавших газов.

Диагностирование состояния ЦПГ по внешним признакам осложняется тем, что имеется взаимовлияние неисправностей механизмов и систем двигателя. Причиной попадания масла в камеру сгорания кроме ЦПГ может быть износ или потеря эластичности маслоъемных колпачков, износ турбокомпрессора, коробление головки блока цилиндров, пробой прокладки и др. Мощность двигателя зависит от состояния и регулировок топливного насоса высокого давления и форсунок, угла опережения впрыска топлива, состояния воздушного фильтра и турбокомпрессора и др. Следовательно при диагностировании ЦПГ необходимо убедиться в исправности других механизмов и систем двигателя.

Результаты и их обсуждение.

В практике диагностирования ЦПГ наибольшее распространение измерение расхода картерных газов, компрессии и герметичности камеры сгорания.

Оценка состояния ЦПГ по расходу картерных газов имеет недостаточную точность из-за утечек газов через уплотнения и вибрации двигателя. Кроме того,

данный метод не позволяет определить отдельный неисправный цилиндр и конкретные причины снижения работоспособности ЦПГ [2].

Перед измерением компрессии необходимо проверить техническое состояние аккумуляторной батареи, выполнить операции по техническому обслуживанию воздушного фильтра, измерить тепловой зазор между бойком коромысла и торцом стержня клапана. Дизельные компрессометры должны иметь переходники, компенсирующие объем вывернутой форсунки или свечи накала [3].

Разность показаний в отдельных цилиндрах не должна превышать 0,2 МПа для дизелей и 0,1 МПа для бензиновых двигателей. Резкое снижение (на 30...40 %) компрессии в цилиндрах указывает на поломку или залегание поршневых колец и является ориентировочным показателем оценки технического состояния деталей цилиндропоршневой группы [3].

Основным недостатком метода является зависимость показаний компрессометра от частоты вращения коленчатого вала. При этом частота вращения при прокрутке стартером (250–350 мин⁻¹) существенно отличаются от частоты вращения в режиме холостого хода (700–900 мин⁻¹) и еще больше в режимах частичных и полных нагрузок. Из-за интенсивного движения поршня при прокрутке стартером проблематично выявление небольшого износа ЦПГ. Проблемой является также невозможность диагностирования ЦПГ на демонтированном, частично разобранном двигателе или двигателе с неработающим стартером. Кроме того данный метод также не позволяет определить конкретные причины снижения работоспособности ЦПГ.

Диагностика состояния ЦПГ пневмотестером позволяет выявлять конкретный неисправный цилиндр. Поршень проверяемого цилиндра, выставляется в ВМТ на такте сжатия (при закрытых клапанах). В цилиндр подается сжатый воздух под фиксированным давлением и по величине падения давления оценивается пневмоплотность цилиндра. Кроме того направление потока воздуха может показать возможную причину неисправности. Если весь воздух выходит через картер двигателя, это указывает на износ ЦПГ или

залегание колец, шум во впускном или выпускном коллекторе – на нарушение герметичности клапанов, попадание воздуха в соседние цилиндры или радиатор – коробление головки блока цилиндров или повреждение прокладки. Однако данный метод может быть реализован только в стационарных условиях при наличии источника сжатого воздуха [4].

Диагностирование состояния ЦПГ анализатором герметичности цилиндров наличие в измерении, при прокрутке двигателя стартером, двух параметров: величины вакуума с выпуском воздуха в атмосферу и величины вакуума при изоляции надпоршневого пространства. Величина вакуума с выпуском воздуха в атмосферу позволяет оценить износ стенки цилиндра (гильзы) и плотность в сопряжении клапана и седла, а величина вакуума при изоляции надпоршневого пространства показывает степень изношенности поршневых колец [5]. Однако этому методу также присуща зависимость показаний от частоты вращения коленчатого вала.

Косвенно состояние ЦПГ можно оценить измерением тока потребления стартером в режиме прокрутки двигателя. Чем герметичнее надпоршневое пространство цилиндра, тем больше будет давление сжимаемого воздуха и сопротивление вращению двигателя, следовательно, больший ток потребляет стартер для проворачивания коленчатого вала [6]. Однако на потребляемый ток влияет не только состояние ЦПГ, но и состояние стартера, кривошипно-шатунного механизма, проводки и др.

Диагностирование ЦПГ анализом продуктов износа в системе смазки с оценкой числа, концентрации частиц и их химического состава. При нормальном износе обнаруживаются частицы размером до 15 мкм и толщиной до 1 мкм. Начало интенсивного изнашивания сопровождается увеличением концентрации частиц и их размера до 50 мкм и появлением определенной их формы: осколки, пластины неправильной формы, стружка [7]. Недостатком данного метода является то что данный способ не может конкретно подтвердить наличие износа гильз цилиндров и поршневых колец, так как в двигателе присутствуют другие

трущиеся пары механизмов КШМ и ГРМ которые так же могут давать продукты износа в процессе из работы.

Кроме того, в двигателях предусмотрена периодическая замена масла и масляных фильтров. Периодичность замены масла в двигателях минского моторного завода составляет 250 часов наработки, в двигателях Deutz – 500 часов наработки. Следовательно анализ масла покажет наличие процесса износа, но не может показать величину этого износа с начала наработки двигателя.

У метода диагностирования ЦПГ пневмотестером имеется нереализованный потенциал повышения информативности и точности определения причины снижения пневмоплотности. В процессе работы цилиндр двигателя изнашивается неравномерно. Максимальный износ наблюдается в зоне ВМТ (рисунок 1), который для большинства двигателей легковых автомобилей составляет 0,15 мм, а для двигателей грузовых автомобилей и тракторов – 0,4 мм.

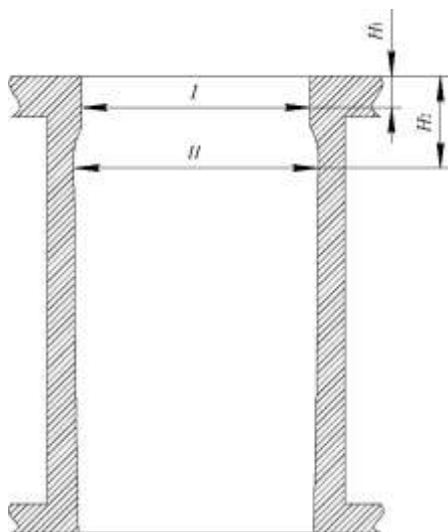


Рисунок 1. Схема износа цилиндров: *I* – плоскость без износа; *II* – плоскость максимального износа

При диагностировании необходимо выполнять два измерения – при положении поршня в ВМТ и НМТ. При износе ЦПГ или залегании колец утечки воздуха в зоне ВМТ будут выше чем в зоне НМТ. При нарушении

герметичности клапанов изменения пневмоплотности по высоте цилиндра наблюдаться не будет.

Для исследования зависимости пневмоплотности цилиндра от положения поршня и герметичности клапанов разработана лабораторная установка, схема которой представлена на рисунок 2.

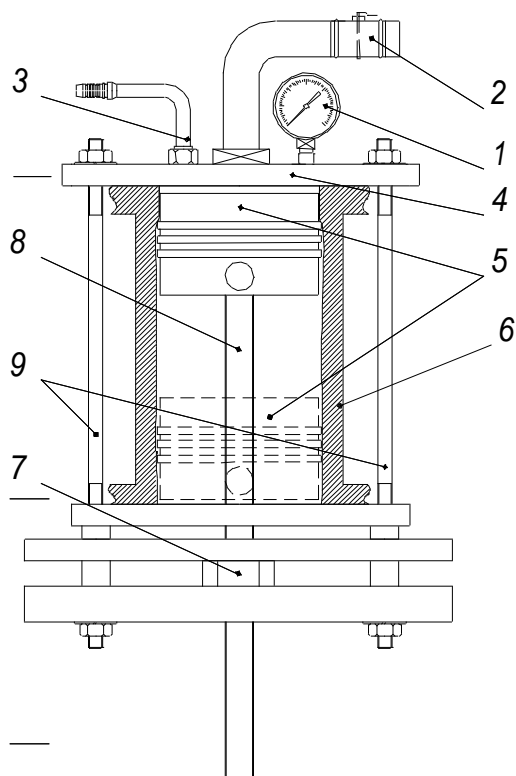


Рисунок 2. Схема лабораторной установки для измерения пневмоплотности цилиндропоршневой группы: 1 – манометр; 2 – дроссель; 3 – патрубок подачи сжатого воздуха; 4 – крышка верхняя; 5 – поршень; 6 – цилиндр; 7 – гайка регулировки высоты поршня; 8 – винт регулировки положения поршня; 9 – шпильки;

Для уточнения метода диагностирования ЦПГ необходимо измерять величину износа гильзы и поршневых колец, а также произвести оценку пневмоплотности цилиндра в зависимости от положения поршня и негерметичности клапанов. Это позволит повысить эффективность диагностирования ЦПГ и снизить затраты на ремонт за счет более точного определения причины снижения герметичности камеры сгорания.

Выводы.

У метода диагностирования ЦПГ пневмотестером имеется нереализованный потенциал повышения информативности и точности диагностирования. В процессе работы цилиндр двигателя изнашивается неравномерно, поэтому оценка пневмоплотности цилиндра в зависимости от положения поршня

позволит повысить эффективность диагностирования ЦПГ за счет более точного определения причины снижения ее герметичности.

Литература:

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей: учебник / Д.Н. Вырубов, Н.А. Иващенко, В.И. Ивин и др.; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 372 с.
2. Повышение долговечности новых и отремонтированных двигателей в период эксплуатации / А.С. Полянский, С.В. Эллис, А.А. Молодан // Механика и машиностроение. – 2011. – № 2. – С. 151–157.
3. Диагностика и техническое обслуживание машин: лаб. практикум. В 6 ч. Ч. 1 / Г.С. Дубовик [и др.]. – Минск: БГАТУ, 2009. – 96 с.
4. Force. Тестер герметичности (утечек) цилиндра [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <https://toolsclub.com.ua/force-tester-germetichnosti-utechek-cilindra-p-9259.html> / – Дата доступа: 02.03.2020.
5. Анализатор Герметичности Цилиндров [Электронный ресурс]. – 2020. – Режим доступа: <http://eksacom.ru/shop/upload/edial/agz2b.pdf> / – Дата доступа: 02.03.2020.
6. Оценка технического состояния двигателей внутреннего сгорания по току, потребляемому стартером при прокрутке двигателя / А.А. Бабошин, А.С. Косарев, В.С. Малышев. – Вестник МГТУ. – Том 16. – №1. – 2013. – С. 33–39.
7. Минаков В.А. Совершенствование технологии диагностирования тепловозного дизеля по результатам контроля содержания продуктов износа в моторном масле: дис. канд. техн. наук. – Омск: Омский ГУПС, 2018. – 152 с.
8. Кузюр В.М. Критический обзор конструкций стендов для разборочно-сборочных работ при ремонте ДВС / Кузюр В.М., Козлов С.И. // Конструирование, использование и надежность сельскохозяйственных машин: материалы научно-практ. конференции / Брянский государственный аграрный университет. – Брянск, 2018. – №1(17). – С.223-227

УДК 621.892:621.793.3

ПРЕДПОСЫЛКИ К УЛУЧШЕНИЮ КАЧЕСТВА ПРИРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО – ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ

к.т.н., Савенок Л.И., инженер Брезгунов Г.В.,

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, Беларусь

PREREQUISITES FOR IMPROVING THE QUALITY OF BURN-IN PARTS OF THE CYLINDER-PISTON GROUP OF THE ENGINE

Savenok L. I., Ph. D., associate Professor,

Brezgunov G. V., engineer

EE " Belarusian state agricultural Academy»

Аннотация. Приведены результаты теоретических исследований применения металлоплакирующей присадки (МПП) Гретерин-3 на основе хлористой меди, глицерина и олеиновой кислоты, при ее внесении в моторное масло, что приводит к образованию медной сервовитной пленки и полимеров трения, улучшающих качество приработки цилиндро-