

## ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

**Лавренченко Анатолий Александрович,**

*к.т.н., доцент кафедры*

*«Техника и технологии автомобильного транспорта»,*

*ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»,*

*г. Тамбов*

### **ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦИЛИНДРОПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДВИГАТЕЛЯ (ЦПГ)**

**Аннотация.** В статье описаны проблемы диагностирования ЦПГ бензинового двигателя, обусловленные сложностью объекта диагностики и сложностью протекаемых процессов в нем в ходе эксплуатации. Предложены возможные критерии выявления неисправного, но работоспособного двигателя автомобиля с применением в диагностике.

**Ключевые слова:** диагностирование, цилиндро-поршневая группа, факторы усложнения диагностирования, тепловые и механические нагрузки, техническое состояние.

Двигатель, несомненно, относится к самым сложным агрегатам любой автомобильной техники. Из всего количества неисправностей двигателя наибольшее число приходится на его кривошипно-шатунный механизм (КШМ), выполняющий функцию преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршней во вращательное движение коленчатого вала. Среди всех элементов КШМ наиболее важным является цилиндро-поршневая группа, от технического состояния которой, с одной стороны, зависит мощность двигателя, а, с другой стороны, она наиболее активно подвержена износу и требует соответствующего диагностического контроля. Поэтому диагностирование цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) и герметичности клапанов бензи-

## ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

новых двигателей является одним из главных факторов обеспечения их эффективности и эксплуатационной надёжности. В этой связи, оценка технического состояния ЦПГ находится в зоне пристального внимания специалистов диагностов. [1]

Проблематика вопроса диагностирования цилиндро-поршневой группы и герметичности клапанов бензиновых двигателей существует давно и обусловлена трудностями постановки технического диагноза и разграничения неисправностей. На это указывается разными учеными, в разное время, в частности, Ариным И.Н., Боковым В.Л., Борц А.Д., Говоруценко Н.Я., Грачевым В.А., Закиным Я.Х., Мирошниковым Л.В. и др.

В технической литературе проблемы диагностирования автомобиля коррелируются со сложностями получения достоверного диагноза о техническом состоянии ЦПГ бензинового двигателя без его разборки, что обусловлено рядом причин: сложностью конструкции двигателя внутреннего сгорания (ДВС), сложностью процесса превращения тепловой энергии в механическую работу. При этом, ЦПГ и клапаны двигателя являются наиболее нагруженными элементами. [2,3].

Основными факторами, воздействующими на изменение технического состояния ЦПГ двигателя, являются высокое давление 3-5 МПа и высокая температура газов до 2500° К внутри цилиндра, а так же перекладка поршня в окрестностях его верхней мертвой точки (ВМТ) (рис.1).

## ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

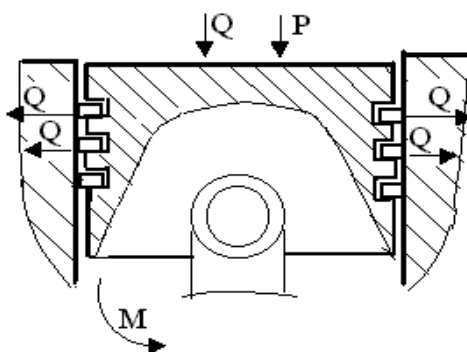


Рис.1. Основные факторы, воздействующие на изменение технического состояния ЦПГ двигателя

Обозначения: P – давление; Q – потоки тепловой нагрузки; M – момент, вызывающий перекачку поршня

Наибольшая нагрузка при этом воспринимается верхним компрессионным кольцом, поршневой перегородкой под этим кольцом и верхним поясом цилиндра. Рост давления при сгорании приводит к существенному увеличению усилия прижатия кольца к поверхности цилиндра и нижней поверхности канавки поршня. При этом через верхнее компрессионное кольцо отводится до 50-60% всего выделившегося тепла. Чтобы обеспечить передачу тепла через кольцо, необходимо точное прилегание кольца к канавке поршня и к поверхности цилиндра. Учитывая, что верхнее компрессионное кольцо при работе испытывает большее масляное голодание, чем другие кольца можно свидетельствовать о росте износа как самого кольца, так верхнего пояса цилиндра.

При приближении поршня к ВМТ под действием силы давления газов, растет сила трения между бобышками поршня и поршневым пальцем, что вызывает, так называемую, перекачку поршня. Перекачка поршня вблизи ВМТ, в зависимости от степени износа и угла опережения зажигания, происходит с сильным ударным импульсом, дополнительно нагружающим ЦПГ. Конструктивно момент начала пе-

## ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

рекладки и скорость перекладки поршня зависят от величины смещения оси поршневого пальца. В работе [3] содержится обоснование снижения износа гильзы цилиндра в верхнем поясе и уменьшения износа кольца, соответственно на 23% и 28%. Тем не менее,

проблема износа сохраняется, а, значит, контроля над ним.

На рис.2 представлен износ элементов ЦПГ. Из-за присущих в результате эксплуатации нагрузок верхнее компрессионное кольцо имеет профиль поперечного сечения с несимметричной боковой поверхностью и небольшой вогнутостью на торцах. Нижняя поверхность канавки поршня приобретает конический профиль с округленным краем, а на стенке цилиндра, в окрестностях ВМТ, появляется характерная выработка.

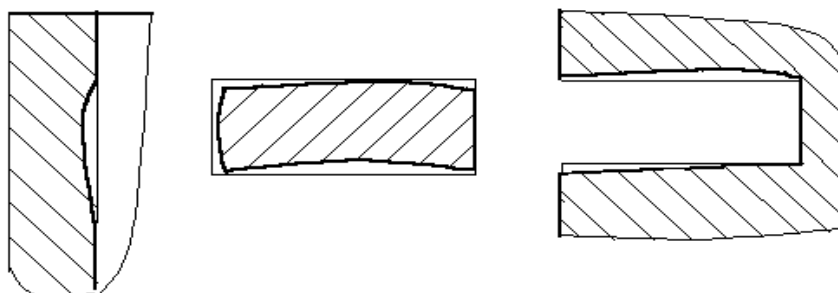


Рис.2. Характерный износ деталей ЦПГ

При несвоевременном устранении таких неисправностей цилиндро-поршневая группа продолжит разрушаться: неминуемо произойдет излом поршневых колец и создадутся задиры на поверхности цилиндра.

Согласно ГОСТ 20911–89 техническое состояние объекта характеризуется в определенный момент времени, при определенных условиях внешней среды, значениями параметров, установленных технической документацией на объект. Определение технического состояния осуществляется в процессе диагностирования, одной из

## ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

задач которого является его контроль. Видами технического состояния являются, например, исправное, работоспособное, неисправное, неработоспособное и т.п. в зависимости от значений параметров в данный момент времени [4]

Цилиндро-поршневая группа испытывает во время эксплуатации повышенные тепловые и механические нагрузки, следствием которых являются изменения технического состояния двигателя. ЦПГ признается исправной, если все ее составляющие, способны выполнять заданную функцию с параметрами, установленными требованиями технической документации. Отказ — это уже нарушение работоспособности, неисправное состояние ЦПГ, что приводит к нарушению герметичности камеры сгорания, попаданию в неё масла, падению в ней давления сжатия и прорыву газов в картер двигателя.

Двигатели современных автомобилей, в большей части, многоцилиндровые [2]. Поэтому, при выходе из рабочего состояния какого-либо из них, еще не происходит полная потеря работоспособности всего агрегата. Если эксплуатация двигателя с неисправным, но работоспособным двигателем продолжится, то, как результат ухудшаются конструктивные и эксплуатационные показатели, например, мощность двигателя, характеристика крутящего момента, нормативный расход топлива и смазочных материалов.

В межгосударственном стандарте [4] не прописаны критерии нарушения работоспособности двигателя автомобиля, поэтому, считаем полезным применение следующих показателей: уплотнение надпоршневого пространства, не допускающего пуск двигателя; количество газов, прорывающихся в картер и превышающее возможности системы вентиляции по их удалению. [5]

Таким образом, ЦПГ двигателя, несомненно, является сложным объектом диагностирования, в котором количество сопрягаемых дета-

## ПЕРЕКРЕСТОК ИДЕЙ И ГИПОТЕЗ

лей пропорционально числу цилиндров, а сложность процессов, обусловленных превращением тепловой энергии в механическую, уменьшает возможность использования точных аналитических зависимостей. Непосредственный доступ к структурным параметрам ЦПГ ограничен. Задача диагностирования ЦПГ сводится к установлению принадлежности технического состояния одному из двух вариантов – исправному и работоспособному или неисправному, но работоспособному, а также распознаванию и локализации места неисправности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аталиков А.Н. Анализ методов диагностирования цилиндропоршневой группы для оценки технического состояния двигателя внутреннего сгорания // *Международный студенческий научный вестник*. – 2017. – № 4-4.
2. Крестин Е.А. *Диагностика машин и оборудования: Уч. Пособие* / Е.А. Крестин, И.Е. Крестин. – СПб.: Лань, 2016. – 376 с.
3. Носов В.В. *Диагностика машин и оборудования: Уч. пособие* / В.В. Носов. -СПб.: Лань, 2012. – 384 с.
4. ГОСТ 20911 – 89 *Техническая диагностика. Термины и определения.* ( утвер-  
жден Постановлением Госкомитетом СССР по управлению качеством продук-  
ции и стандартам от 26.12.89 N 4143, переиздан в ноябре 2009г.).
5. Ананьин, А.Д. *Диагностика и техническое обслуживание машин [Текст]: учеб-  
ник для студентов высш. учеб. Заведений* / А.Д. Ананьин, В.М. Михлин, И.И. Га-  
битов и др. – М.: Изд. центр «Академия», 2008. – 438с. – ISBN 978-5-7695-3985-5.