***ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ КОМПРЕССИОННО-ВАКУУМНОГО МЕТОДА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЦПГ***

***Демьяненко Семён Николаевич***

*магистрант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования*

*«Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», РФ, г. Москва*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются различные методы диагностики цилиндро-поршневой группы (ЦПГ). Будет представлен принцип работы и возможности модернизации компрессионно-вакуумного метода оценки технического состояния ЦПГ.

**Ключевые слова:** диагностика ЦПГ, компрессионно-вакуумный метод, дифференциальный метод оценки ЦПГ, техническое состояние ЦПГ,

Повышение ресурса машин в процессе эксплуатации обусловливает обязательное применение методов и средств технической диагностики в контексте планово-предупредительной стратегии технического обслуживания и ремонта (ТОР) по состоянию. В первую очередь это относится к автотракторным и комбайновым дизелям, где, главным образом, нас интересует работоспособность таких составных частей, как ЦПГ и КШМ. Здесь необходимо учесть, что статистически ресурс на 70-75% определяет состояние макро и микрогеометрии гильзы и на 25-30% макро и микрогеометрии шеек коленчатого вала, а также его целостность [4, c. 3].

Необходимая работоспособность машин достигается рациональной эксплуатацией, которая включает совокупность работ по техническому обслуживанию, хранению и ремонту. Обоснованная постановка машины на ремонт, с учетом оптимального использования технического ресурса ее составных частей, позволяет повысить на 20-30% фактическую межремонтную наработку и снизить на 15-20% расходы на ремонт. Таким образом, можно констатировать, что разработка эффективных методов диагностики технического состояния ЦПГ как узла, лимитирующего, главным образом, ресурс двигателя, является весьма актуальной задачей.

В настоящее время для диагностики ЦПГ разработаны различные методы, которые условно можно разделить на две группы:

1. методы интегрального диагностирования, позволяющие оценивать общее техническое состояние ЦПГ без локализации неисправности (интегральные методы);
2. методы дифференциального (поэлементного) диагностирования, предусматривающие выявление наиболее вероятной неисправности с высокой степенью достоверности (дифференциальные методы).

Интегральные методы оценки технического состояния ЦПГ можно рассмотреть на примере метода оценки общей пневмоплотности камер сгорания ДВС при регистрации потока картерных газов двигателя, работающего на определенном частотном режиме, через маслосъемную горловину с помощью расходомера, работающего по принципу дифференциального манометра.

Увеличение количества газов относительно номинальных значений показывает общее ухудшение пневноплотностей камер сгорания. Однако метод не позволяет нам выявить неисправную камеру сгорания конкретного цилиндра и определить конкретные неисправности (нарушение макро и микрогеометрии гильзы, износы и закоксовки колец, не герметичность соединения “клапан-седло” и т.д.). По этим и другим причинам этот метод имеет существенную погрешность и потому относится к классу методов индикаторных, не позволяющих определить вид и объем последующего ремонтно-технологического воздействия [2, c. 35].

К группе интегральных методов также можно отнести метод компрессирования, т.е. определение максимального давления сжатия воздуха в камере сгорания на пусковых режимах. Здесь на величину компрессии влияет несколько факторов (неисправностей) типа негерметичности слежения «клапан-седло», негерметичность прокладки головки блоков, трещина в межклапанной перемычке, износ, закоксовывания или поломка маслосъёмных колец, износ гильзы, прогар поршня и т.д.

Соответственно с помощью компрессии мы также не имеем возможности выявить конкретные неисправности. Поэтому данный метод целесообразно использовать только для выявления аварийных состояний в конкретной камере сгорания [3, c. 10].

Наиболее перспективным на сегодняшний день является дифференциально компрессионно-вакуумный метод диагностирования ЦПГ (КВМ). Сам метод базируется на трёх диагностических параметрах: полный вакуум (Р1), остаточный вакуум (Р2), компрессия (Рк). В процессе диагностирования мы регистрируем соответственно три значения представленных параметров, что позволяет нам провести дифференциальную оценку состояния ЦПГ с помощью анализаторов герметичности цилиндров АГЦ-2 и АГЦ-3/3. В процессе прокручивания коленчатого вала стартером или пусковым двигателем измеряют разрежение в надпоршневом пространстве на рабочем такте расширения посредством вакуумного клапана. При этом на предыдущем такте сжатия осуществляется полная продувка цилиндра через редукционный клапан малого давления [1, c. 132].

Величину максимального разрежения в цилиндре, которое способна создать ЦПГ, называют полным вакуумом Р1. Этот параметр регистрирует разряжение в надпоршневом пространстве на рабочем такте расширения по средствам вакуумного клапана.

Второе значение получают при изоляции надпоршневого пространства от атмосферы на такте сжатия, заменив предварительно редукционный клапан на вакуумный. Производную от величины потерь массы рабочего тела через поршневые кольца в зоне избыточного давления называют остаточным вакуумом Р2, а ординату максимального давления сжатия - компрессией Рк.

Таким образом с помощью приборов АГЦ-3 и АГЦ-3/3 мы получаем возможность регистрации трех диагностических параметров: полного вакуума Р1; остаточного вакуума Р2; компрессии Рк. При удовлетворительном состоянии гильзы цилиндра и герметичности клапанов величина остаточного вакуума характеризует состояние поршневых колец – степень износа, залегание (закоксовка), поломку перемычек на поршне, поломку колец. Пневмоплотность закрытия клапанов, а также наличие трещин в днище поршня и головке блока в большей мере влияет на значение величины соотношения Р1/Р2. Соответственно, в случае пониженного значения величины Р1/Р2 от номинально допустимых, можно выявить неполадки, связанные с клапанами (трещины и сколы в днище, прогары, коробления и т.д.).

Данная технология была разработана сотрудниками кафедры ЭМТП ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина» Чечетом В.А., Бойковым А.Ю. в 2008 г. [5, c. 30].

Однако рассматриваемый метод диагностики ЦПГ также имеет определенные недостатки: проблема плавающей частоты вращения коленчатого вала на пусковом режиме, обусловленная состоянием аккумулятора; факторы внешней среды (атмосферное давление, температура окружающей среды, температура двигателя); факторы паразитных объемов переходных устройств (ПУ) при подключении приборов к камерам сгорания различных типов бензиновых и дизельных двигателей.

Цель дальнейшей модернизации метода и средства компрессионно-вакуумного метода и приборов АГЦ-2 и АГЦ-3/3 связана с приведением величин диагностических параметров к стандартным условиям.

В качестве примера рассмотрим влияние пусковых оборотов двигателя (n), теплового состояния двигателя (n1) на Pк и P2. Будем рассматривать следующие модели двигателей: А-41, Камаз-740, ЯМЗ-238, Д-37, Д-240, СМД-60. Эти зависимости представлены ниже.

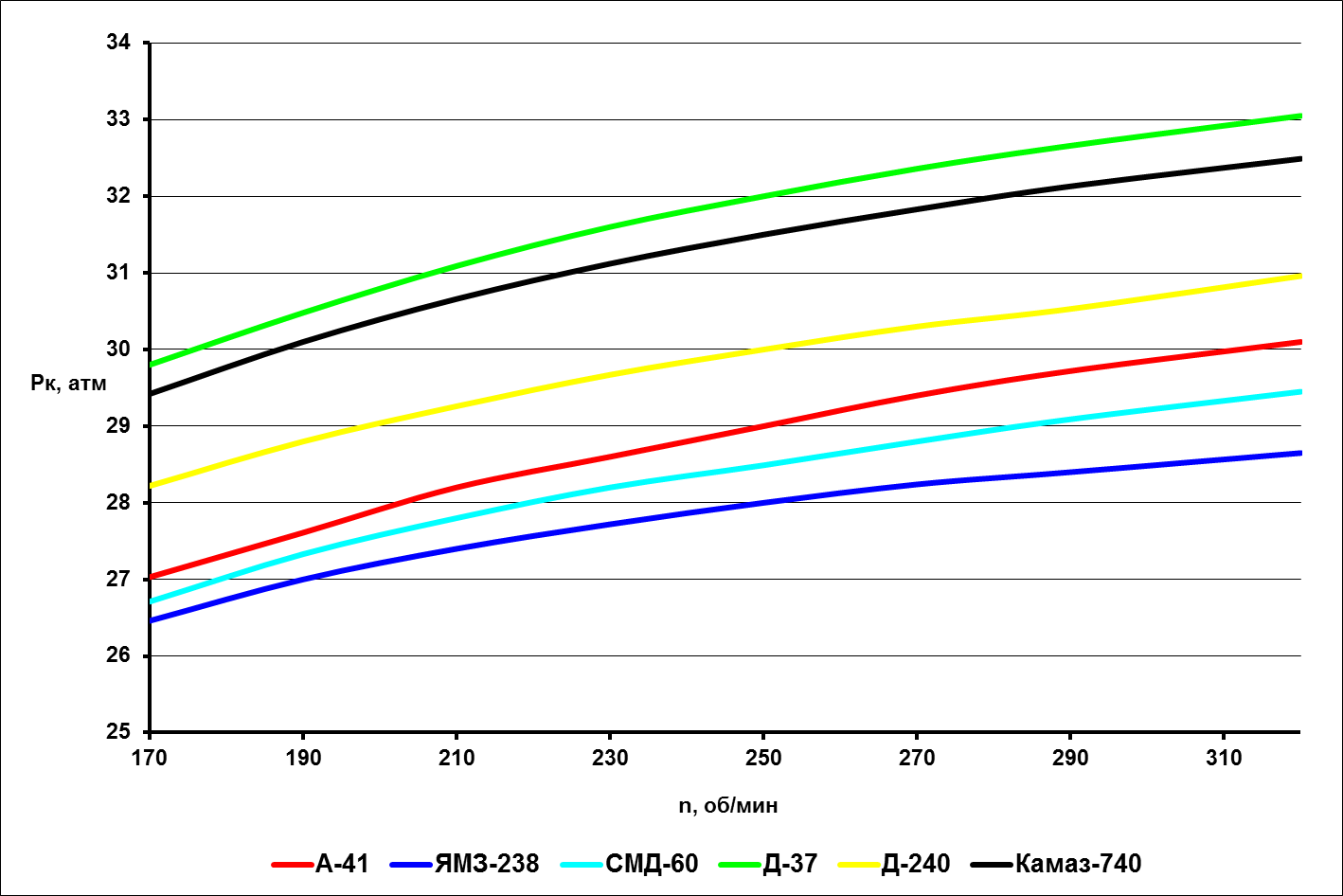


Рисунок 1 - Зависимость показателя Рк от пусковых оборотов двигателя.

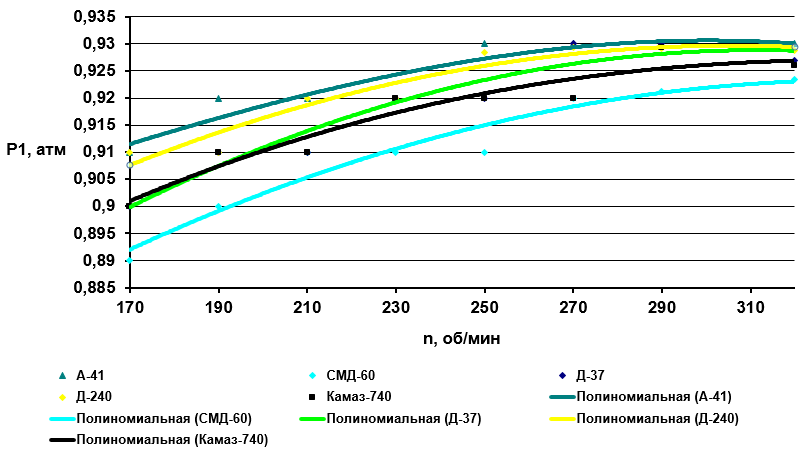


Рисунок 2 - Зависимость показателя Р2 от пусковых оборотов двигателя.

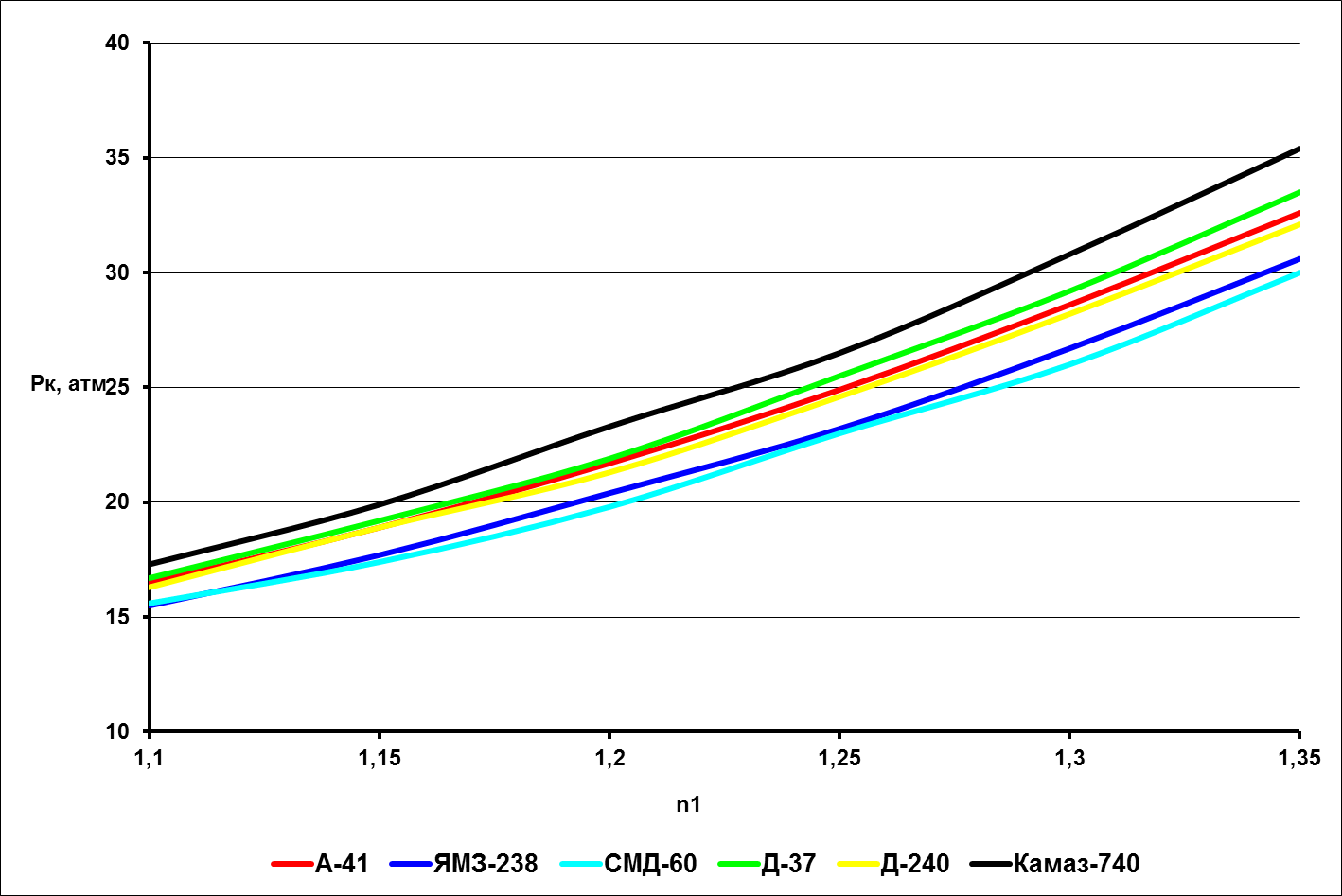


Рисунок 3 - Зависимость показателя Рк от теплового состояния двигателя.

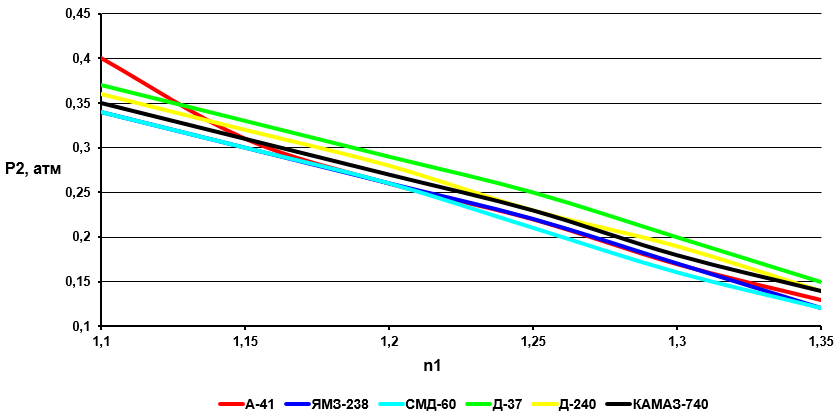


Рисунок 4 - Зависимость показателя Р2 от теплового состояния двигателя.

Таким образом, у компрессионно-вакуумного метода есть существенные методические погрешности, связанные с недостаточным изучением влияния таких параметров как температура окружающей среды, атмосферное давление, пусковые обороты и др., следовательно, представляет научный и практический интерес снижение этих погрешностей и приведение диагностических параметров к эталонным значениям, путем внедрения соответствующих методических и метрологических поправок. © С.Н. Демьяненко, 2019

**Литература**

1. Бойков, А. Ю. Опыт применения прибора АГЦ-2 при диагностировании цилиндропоршневой группы ДВС / А. Ю. Бойков // Вестник МГАУ. – 2006. – №3. – c. 132-135.
2. Гребенников, А. С. Диагностирование ЦПГ по параметрам ее герметичности / А. С. Гребенников // Двигателестроение. – 1990. – №6. – c. 35-36.
3. Кириченко, В. В. Вакуумный метод диагностирования цилиндропоршневой группы ДВС/ В. В. Кириченко, В. А. Чечет // Русский тюнинг. – 2003. – №1. – c. 10-12.
4. Пат. №2184360 RU, МКИ5 G01M 15/00 Способ диагностирования цилиндропоршневой группы двигателя внутреннего сгорания / Чечет В. А., Иванов Н. Т., Чечет Ю. В. – №2001120872/06 : заявл. 26.07.2001, Бюл. №23. – c. 3.
5. Чечет, В. А. Почему отказала ЦПГ? / В. А. Чечет, А. Ю. Бойков // Сельский механизатор. – 2007. – №1. – c. 30-31.