

Целевая функция $\sum_1^{A_m} ПЭ_{ij}^{ТД}$ нелинейна относительно неизвестных N_{ij01} и N_{ij02} , поэтому поставленная задача оптимизации относится к классу нелинейных задач целочисленного программирования. Решать ее предпочтительно методом целенаправленного случайного поиска, основанного на универсальном методе статистических испытаний Монте-Карло.

Заключение. На основе научного подхода определены:

- влияние показателей токсичности ОГ ДВС автомобилей на эффективность безразборного восстановления;
- математическая постановка задачи оптимизации планирования периодичности технологических воздействий.

Это позволило определить с помощью статистических исследований методом целенаправленного случайного поиска:

- оптимальную периодичность контрольных диагностических испытаний;
- оптимальную периодичность углубленных диагностических испытаний и восстановительно-регулирующих воздействий на ДВС и ТПА автомобиля.

УДК 629.113.004

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СОСТОЯНИЯ ЦПГ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО БЕЗРАЗБОРНОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ

В. В. НЕВЗОРОВ, С. И. СУХОПАРОВ, Ю. В. НАСТАЧЕНКО
Белорусский государственный университет транспорта

Любую работу по восстановлению характеристик автомобильного двигателя необходимо начинать с оценки его технического состояния. Часто на автомобилях даже с небольшим пробегом обнаруживаются отклонения эксплуатационных параметров от нормальных значений, что обусловлено как качеством изготовления, так и эксплуатацией техники на отечественном топливе и маслах не всегда хорошего качества. Настоящим бедствием стало залегание поршневых колец, влекущее крайне негативные последствия для всего двигателя. Этому в определенной степени способствует общая тенденция мировых производителей к снижению высоты поршневых колец (для уменьшения потерь на трение), что ведет к снижению упругости и способности кольца к самоочистке. Определить такой дефект обычными методами практически невозможно.

Известные инструментальные методы диагностирования цилиндропоршневой группы (ЦПГ) можно свести к трем основным:

- оценка пневмоплотности конкретного цилиндра путем принудительной его опрессовки сжатым воздухом;
- интегральная оценка пневмоплотности сопряжения «гильза – компрессионное кольцо – канавка поршня» по расходу газов, прорывающихся в картер;
- оценка пневмоплотности конкретного цилиндра по максимальному давлению в конце такта сжатия.

В каждом из рассмотренных методов объективно заложен ряд недостатков, известных любому специалисту. Но главное – это принципиальная неспособность определить конкретную причину потери пневмоплотности ЦПГ без разборки двигателя.

Принципиально новый вакуумный метод диагностики ЦПГ разработан канд. техн. наук В. А. Чечетом, который позволяет в целом свести к минимуму отмеченные недостатки и в совокупности с применением оценки конкретного цилиндра по максимальному давлению в конце такта сжатия достаточно достоверно оценить поэлементное состояние ЦПГ и, соответственно, определить вид и объем необходимых ремонтных или корректирующих воздействий.

Сущность метода заключается в следующем. 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 (рисунок 1, а). По величине "полного вакуума" P_1 можно охарактеризовать состояние гильзы цилиндра (качество поверхности и степень износа) и плотность сопряжения «клапан – седло». При малой степени износа и герметичности клапанов значения P_1 будут максимальны и находиться в пределах 0,08–0,095 МПа.

Известно, что в сечении изношенная гильза имеет сектором зеркала цилиндра и круглым сектором компрессионного кольца обуславливает появление подсоса воздуха из картера на такте разрежения (расширения), который невозможно остановить даже за счет жидкостного уплотнения. Аналогичная картина наблюдается при наличии на поверхности гильзы вертикальных глубоких борозд. Соответственно значение P_1 уменьшается пропорционально износу или уменьшению плотности сопряжений газораспределительного механизма.

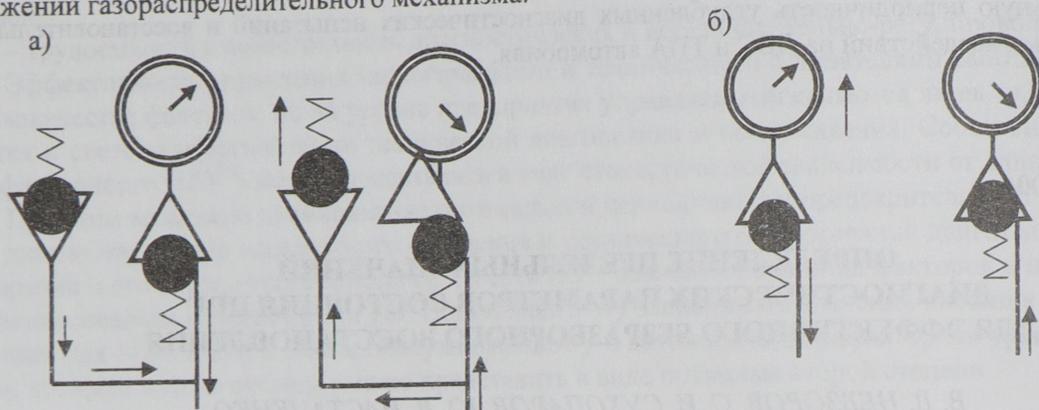


Рисунок 1 – Схемы клапанов для измерения:
а – полного вакуума P_1 ; б – остаточного вакуума P_2

При этом важно отметить, что измерение полного вакуума осуществляется с минимальной трудоемкостью, так как не требует сложных специальных приспособлений. Доступ к конкретному цилиндру осуществляется через штатные отверстия для установки свечей зажигания или свечей накала у дизелей, а при их отсутствии – через адаптер форсунки.

Однако величина полного вакуума практически не несет информацию о состоянии колец. В некоторых случаях наблюдаются высокие значения P_1 в отдельных или всех цилиндрах при неудовлетворительном состоянии поршневых колец. Причина этого явления достаточно проста: при хорошем качестве поверхности и малой степени износа гильзы и герметичных клапанах наличие масляного пленки всегда обеспечит высокую степень разрежения. Однако если герметизировать надпоршневое пространство на такте сжатия, то давление повышается до максимального значения в момент достижения поршнем ВМТ. При этом часть сжимаемого воздуха прорывается через поршневые кольца в картер двигателя. После достижения ВМТ поршень идет вниз (такт расширения или рабочий ход), возвращаясь в исходную точку начала такта сжатия.

В этом случае вакуумный клапан (рисунок 1, б) определит "остаточный вакуум" P_2 , величина которого пропорциональна той части давления, которая была «потеряна» при прорыве части воздуха через компрессионные кольца. При малоизношенных и не закоксованных (подвижных) кольцах величина остаточного вакуума весьма незначительна и для нового, исправного двигателя колеблется в диапазоне 0,011–0,02 МПа. При изношенных, закоксованных или поломанных компрессионных кольцах значение – P_2 существенно возрастает и может достигать 0,07 МПа.

С помощью данной методики достаточно быстро и точно можно определить относительную степень износа и механические дефекты гильз и колец. Между тем в практике эксплуатации и обслуживания двигателей внутреннего сгорания гораздо более часто встречаются неисправности, в основе которых лежит неполное сгорание топлива в камере сгорания и или попадание туда масла из-за негерметичности колпачков и направляющих втулок клапанов. Как известно, наличие масла в цилиндре значительно влияет на достоверность оценки пневмоплотности ЦПГ любым из перечислен-

ных выше методов. Однако вакуумный метод и здесь позволяет распознать причину возникновения неисправности. Например, завышенные показатели P_1 , свидетельствуют о наличии в цилиндрах дополнительного источника пневмоплотности (жидкостное уплотнение) в результате закоксовки колец, потерявших свою подвижность и тем самым усиливших насосный эффект поршней, а при малой степени износа гильзы и аномально низком значении P_2 в пределах 0,004–0,010 МПа можно с высокой степенью достоверности утверждать о необходимости замены маслосъемных колпачков.

Особое место в классификации неисправностей ЦПГ отводится клапанному механизму. Теоретически, в случаях небольшого нарушения пневмоплотности сопряжения «клапан – седло» значения P_1 , P_2 (например, для дизеля) будут близки. И тогда, естественно, возникает зона информационной неопределенности, преодолеть которую можно только с привлечением дополнительной диагностической информации (например, пневмокалибратора). Практически неисправность указанного сопряжения проявляется в виде внезапного отказа (прогар, скол, трещина), приводящего к потере работоспособности данного цилиндра. Образование условного отверстия в камере сгорания приводит к резкому уменьшению величины P_1 , так как никакой дополнительной источник пневмоплотности (лишнее масло, непрогоревшее топливо) не в состоянии его уплотнить.

Цель работы. С помощью вакуумного метода диагностики определить предельные значений диагностических параметров состояния ЦПГ для эффективного безразборного восстановления

Для достижения поставленной цели необходимо провести:

- исследование состояния ЦПГ автомобилей с бензиновыми и дизельными двигателями до безразборного восстановления;
- мониторинг состояния ЦПГ восстановленных с помощью ремонтно-восстановительных составов ДВС;
- анализ полигонов распределения для вариационных рядов изменения диагностических параметров после безразборного восстановления для всех типов двигателей и установить зоны, характеризующие эффективность восстановления.

Методика проведения работы. Мониторинг технического состояния силовых установок автомобилей с последующей математической обработкой и анализом статистической информации проведен на базе поста диагностики транспортных двигателей научно-исследовательского центра «Экологическая безопасность и энергосбережение на транспорте» УО «Белорусский государственный университет транспорта» в течение 2006 года.

Диагностика состояния ЦПГ осуществлялась с помощью анализатора герметичности цилиндров АГЦ-2.

В процессе проведения эксперимента мониторинг экологических и технических показателей ДВС осуществлялся в случайно составленной группе автомобилей различных марок, конструкции и возрастной категории. Объект исследований – двигатели автомобилей, подвергшиеся комплексу диагностических и восстановительно-регулирующих воздействий.

Методы исследований – натурные и математические статистические испытания.

Обсуждение результатов. Формирование полигонов распределения вариационных рядов изменения диагностических параметров, с достаточной степенью достоверности отражающих состояние ДВС после безразборного восстановления, осуществлялось в процессе мониторинга состояния ЦПГ двигателей автомобилей входящих в контрольную группу. В процессе эксперимента было осуществлено более 2360 измерений и проведена обработка результатов.

Примененный вакуумный метод диагностики ЦПГ достаточно точно характеризует техническое состояние двигателей внутреннего сгорания обследуемых автомобилей. Следовательно, позволяет выявить вероятностные соотношения характерных зон и установить основное направление восстановительно-регулирующих работ, а также определить критичные параметры рабочих процессов, подлежащих инструментальному контролю для аргументации принятия решения о безразборном восстановлении. С этой целью был проведен анализ полигонов распределений вариационных рядов изменения диагностических параметров всех типов двигателей, результаты которого представлены на рисунке 2.

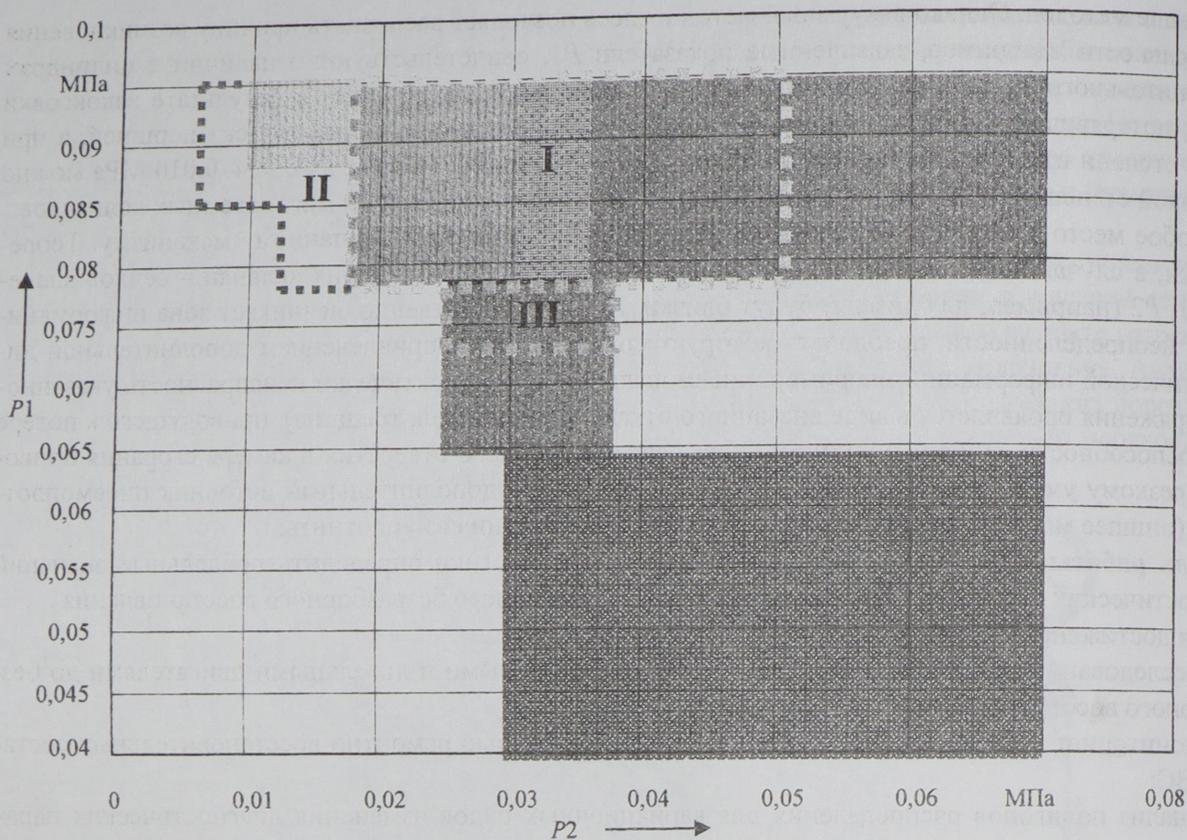


Рисунок 2 – Диаграмма возможных диагностических параметров ЦПГ
 I – зона характеризуемая высокой степенью вероятности восстановления;
 II – зона характеризуемая высокой степенью вероятности восстановления но при условии дополнительного вмешательства связанного с частичной разборкой ДВС;
 III – зона характеризуемая низкой степенью вероятности восстановления.

Заключение. На основе научного подхода определены:

- предельные значения диагностических параметров состояния ЦПГ для эффективного безразборного восстановления;
- зоны, характеризующие вероятность успешного безразборного восстановления функциональных параметров ЦПГ.

УДК 502.3 : 629.4

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СМЕСИ ОТХОДОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

В. В. НОВИК

ППС Барбаров Белорусской железной дороги

В. А. ШУМИЛИН

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

В. А. ХАЛИМАНЧИК, А. А. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, В. В. ГРИШЕЧКИН

Белорусский государственный университет транспорта

Опыт высокоразвитых стран свидетельствует, что для таких горючих отходов, как смесь нефте-содержащих отходов (СНО), образующихся на Белорусской железной дороге, альтернативы сжиганию нет. В то же время считается очевидным, что отходы следует рассматривать как вторичные энергетические ресурсы (топливо) при обязательном выполнении двух условий: технологический