

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К УСЛОВИЯМ И РЕЖИМАМ ИСПЫТАНИЙ ОТРЕМОНТИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Ключевые слова: износ, испытания, ресурс, цилиндропоршневая группа, ускоренная обкатка.

Аннотация. В основу выбора режимов испытаний при оценке износостойкости положен принцип воспроизведения износов деталей тех сопряжений, которые оказывают преобладающее влияние на мощность, удельный расход топлива и расход масла на угар. К этим сопряжениям относятся цилиндропоршневая группа и кривошипно-шатунный механизм.

Высокий уровень разработки технологических процессов, совершенство и качество нормативно-технической документации, качество отремонтированных двигателей на предприятии не могут быть проверены без всесторонних испытаний.

Оценка послеремонтного ресурса производится путем проведения специальных испытаний: эксплуатационных, полигонных и стендовых. Наиболее достоверные данные о ресурсе двигателей получают в результате проведения испытаний в условиях рядовой эксплуатации.

Система испытаний машин должна предусматривать получение объективной информации о фактических значениях показателей качества и надежности новых и отремонтированных машин, при этом оцениваются: пригодность НТД и техпроцессов, конструкторско-технологической документации для их совершенствования; возможность присвоения продукции категории качества, выдача соответствующего сертификата.

Наиболее надежный вид сертификации предприятия – по результатам испытаний выпускаемой продукции.

Виды испытаний:

1. Лабораторно-исследовательские – в процессе разработки – для выявления закономерностей и взаимосвязей.
2. Лабораторные испытания – при изготовлении макета для уточнения и разработки ТЗ.
3. Заводские испытания опытного образца – для уточнения и устранения недостатков.

4. Производственные эксплуатационные испытания (партии) образцов, изготовленных в заводских условиях.

5. Ведомственные (приемочные) испытания.

6. Межведомственные.

7. Государственные.

8. Межгосударственные.

Для предприятий-изготовителей новой продукции производится сертификация: документации конструкторской, технологической, нормативной, по которой разрабатывается и изготавливается продукция; продукции на ее соответствие сертификационной документации.

Хуже обстоит дело с сертификацией продукции ремонтных предприятий, так как большинство из них различается по уровню ремонтного производства одинаковой продукции (разное оборудование, кадры, восстановление деталей, снабжение запчастями и т. п.), многомарочностью, программой ремонта, уровнем автоматизации и т. п. Существуют две особенности сертификации ремонтной продукции: разнообразие предприятий и продукции; сроки испытания больше сроков переработки нормативно-технической документации (НТД) и доработки конструкторской документации (КД).

Поэтому для каждого, даже идентичного с другим, предприятия испытание отремонтированной продукции должно производиться отдельно, самостоятельно. Учитывая, что обычно испытания такого рода проводятся на машинно-испытательных станциях (МИС), полигонах и других централизованных объектах, становится очевидным невозможность охвата проблемы сертификации ремонтных предприятий обычными стратегиями. Отсюда очевидна актуальность проблемы и ее глобальные масштабы.

Все виды натурных испытаний изделий машиностроения (т. е. деталей, узлов, агрегатов и машин) делятся на «функциональные» и «ресурсные».

Функциональные испытания проводятся для проверки способности изделия выполнять свои функции и являются, как правило, кратковременными.

Ресурсными называются испытания, в ходе которых определяются показатели надежности изделий. Такие испытания обычно выявляют (частично или полностью) такие показатели надежности, как безотказность и ремонтпригодность. Ресурсные испытания длительны, трудоемки и нередко сложны. Поэтому ресурсными испытаниями иногда пренебрегают или проводят их в неоправданно сокращенном объеме. Такая практика приносит ущерб потребителю и изготовителю.

Ресурсные испытания элементов машины необходимы на всех

стадиях ее изготовления. Трудно переоценить значение ресурсных испытаний и при обработке технологии ремонта и установлении величин послеремонтных ресурсов изделия, когда ресурсные испытания позволяют оценить эффективность мероприятий по поддержке работоспособного состояния узлов и агрегатов машины.

Испытания могут быть полные, усеченные и многократно усеченные.

При полных испытаниях интересующие показатели надежности получают для всех наблюдаемых изделий, они требуют значительных затрат времени.

На практике этот способ не нашел большого применения и используется в основном для неремонтируемых изделий.

Обычно же наблюдения бывают усеченными, когда задается предельно ограниченная наработка изделий, или календарная продолжительность наблюдений, или необходимое количество показателей надежности.

Наиболее сложным и в то же время самым распространенным видом испытаний в реальных условиях эксплуатации является многократно усеченная выборка, при которой у некоторых изделий получены интересующие показатели до момента усечения, а у других не получены, наработка же их может быть даже меньше усеченной.

Сложность обработки информации возрастает в направлении от полных к многократно усеченным испытаниям.

Согласно ГОСТ 27.5509-83 [5] для оценки долговечности определяется 80-процентный гамма-ресурс двигателей после их капитального ремонта. Преимуществом такой методики является значительное сокращение длительности испытаний, т. к. наблюдения ведутся до выхода из строя только первых 20 % объектов. Метод расчета 80-процентного ресурса используют, когда наработка каждого из оставшихся в работоспособном состоянии объектов больше наработки любого объекта, добывающего до предельного состояния.

Разновидностью эксплуатационных ресурсных испытаний капитально отремонтированных двигателей являются испытания на государственных машинно-испытательных станциях (МИС). Дизели, поступающие на МИС, проходят первичную экспертизу и лабораторные испытания без снятия их с рамы трактора. По окончании испытаний выполняется заключительная техническая экспертиза и анализ результатов микрометрирования деталей. С учетом полученных данных устанавливаются показатели надежности отремонтированного дизеля.

На крупных мотороремонтных предприятиях используют метод прогнозирования коэффициента восстановления ресурса, представ-

ляющего собой отношения среднего межремонтного к среднему доремонтному ресурсу.

Предполагается, что при некотором высоком значении коэффициента организационно-технического уровня ремонтного предприятия будет обеспечиваться межремонтный ресурс на уровне 80 % доремонтного. Для оценки уровня ремонтных предприятий используется система баллов некоторых технологических и организационных факторов ремонтного производства. Для оценки влияния на межремонтный ресурс производственных факторов, в основном организационных, применяют метод множественного регрессионного анализа [1].

Такой методический подход оценки послеремонтного ресурса реализован и экспериментально проверен в плане его организации и проведения в условиях производства. Однако если учесть, что в зависимости от программы предполагается поквартальная оценка надежности ремонтируемых двигателей, то этот метод не эффективен [2].

Рассмотренные выше виды испытаний обладают своими достоинствами. Однако при этом имеет место весьма существенный недостаток, связанный с тем, что для получения информации затрачивается длительное время. Так для доведения 20 % объектов до предельного состояния (при определении 80-процентного ресурса в условиях рядовой эксплуатации) требуется 2...3 года.

При современном уровне производства, когда постоянно изменяется технология ремонта, исследуются и разрабатываются новые методы восстановления изношенных деталей, такое значительное запаздывание информации о надежности не позволяет ремонтным предприятиям своевременно вносить коррективы в технологический процесс ремонта двигателя [2].

В связи с этим важнейшим условием быстрой и эффективной оценки капитально отремонтированных двигателей является развитие методов ускоренных стендовых испытаний.

Однако ускоренные испытания лишь тогда дают эффект, когда их результаты сопоставимы с данными эксплуатационных испытаний [3].

Возможны два способа формирования режимов испытаний: заимствование режимов, применяемых передовыми отечественными и зарубежными организациями; самостоятельная разработка с критическим использованием уже накопленного опыта.

Вопросами разработки методов стендовых испытаний двигателей занимаются многие научно-исследовательские и учебные институты, а также заводы-изготовители. Значительный вклад в разработку методов ускоренной оценки надежности как новых, так и отремонтированных двигателей внесли работы Н. Н. Величкина [4], Н. С. Ждановского [8],

А. В. Николаенко [5], И. М. Гуревича [7], Р. В. Кугеля [9] и др.

По классификации Р. Е. Кугеля [9] ресурсные испытания относятся к «исследовательским», их особенностью являются крайне сжатые сроки проведения, т. к. результаты испытаний должны характеризовать текущую продукцию заводов-изготовителей или ремонтных предприятий, а не изделия прошлых лет. Это обстоятельство также требует применения ускоренных испытаний.

Стендовые ресурсные испытания, максимально приближенные к реальным условиям эксплуатации исследуемого изделия, позволяют обеспечить более высокую стабильность результатов и попутно получить целый ряд практически ценных сведений, выходящих за рамки узкой задачи – установления ресурса исследуемого узла или агрегата. Преимущество ускоренных стендовых испытаний состоит и в том, что они позволяют изучить влияние отдельных факторов на работу узлов и агрегатов; позволяют создать стабильные режимы нагружения, близко воспроизводящие те или иные эксплуатационные условия, применить увеличенные или учащенные нагрузки по сравнению с эксплуатационными для ускорения испытаний, реализовать специальные режимы нагружения для сравнительной оценки различных конструкций при сроке службы машины, исчисляемом многими тысячами рабочих часов, стендовые испытания во многих случаях являются единственной возможностью своевременной экспериментальной проверки конструкции.

Известны два принципиально различных способа ускоренных испытаний для оценки надежности дизелей [4, 10].

В основу первого способа положено ужесточение режимов работы, чем достигается увеличение количества отказов. Ужесточение режимов работы обеспечивается за счет увеличения внутренних нагрузок или ужесточения внешних условий работы (уменьшение температуры окружающей среды, повышение запыленности воздуха и др.).

Второй способ сокращения продолжительности испытаний достигается путем ужесточения предельно допустимых значений показателей работоспособности машины, при этом используется априорная информация, специальные методы замера износов, деформаций и разрушений, специальные приемы обработки результатов испытаний.

В зависимости от поставленной задачи выбирается тот или иной способ испытаний.

Конструкции современных тракторных дизелей состоят из большого количества узлов и агрегатов, которые, в свою очередь, состоят из большого количества деталей. Назначение деталей различное, они работают в разных режимах и с различными нагрузками; есть детали, которые работают кратковременно и периодически. Часть трущихся

деталей работает в условиях граничного трения и омывается горячими газами, некоторые детали работают в масляной ванне. Это обуславливает необходимость разработки системы, состоящей из большого количества методов испытаний [9, 10].

Система состоит из четырех групп частных методов, значительно различающихся по задачам и применяемым режимам: методы для оценки долговечности отдельных деталей и групп деталей; методы оценки показателей эффективности и надежности агрегатов дизелей; методы определения для дизелей в целом отдельных показателей надежности; методы комплексной оценки показателей надежности тракторных двигателей.

Достаточно широкое применение в дизелестроении получили методы ускоренных испытаний на безотказность, вибростойкость, износостойкость. В основу выбора режимов испытаний при оценке безотказности и вибростойкости положен принцип учащенного воспроизведения наиболее напряженных эксплуатационных режимов [6]. Коэффициент ускорения при этом составляет порядка 8...14, а продолжительность испытаний – порядка 200...700 часов.

Безотказность отремонтированных дизелей оценивается сопоставлением фактических показателей безотказности партии дизелей, испытанных в условиях эксплуатации или ускоренных испытаний, с нормативными значениями. Число испытуемых дизелей и порядок их испытаний устанавливаются в зависимости от цели испытаний, но не превышают пяти образцов.

В зависимости от характера и объема восстановительных работ все отказы агрегатов и систем автотракторных дизелей классифицируются по трем группам сложности [6].

К первой группе относятся: отказы, устраняемые путем ремонта или замены деталей, расположенных снаружи узлов и агрегатов без разборки последних; отказы, устранение которых требует внеочередного проведения операций, предусмотренных ежемесячным техническим обслуживанием, а также периодическими ТО-1 и ТО-2.

Примерами этих отказов могут служить излом или образование трещин топливопроводов высокого или низкого давления системы питания дизеля и износ или коррозия деталей топливоподкачивающего насоса.

Ко второй группе сложности относятся: отказы, устраняемые путем ремонта или замены легкодоступных узлов и агрегатов или их деталей; отказы, устранение которых требует раскрытия внутренних полостей основных агрегатов без их разборки или предусмотренные периодическим техническим обслуживанием ТО-3.

Примерами таких отказов являются превышение параметрами топливных насосов предельных значений, износ или излом деталей, а также зависание иглы, закоксовывание распылителя.

К третьей группе относятся отказы, для устранения которых необходимы разборка или расчленение основных агрегатов двигателя.

Учет и классификация отказов I, II и III групп сложности, имеющих место в процессе ускоренных стендовых испытаний, должны осуществляться по ГОСТ 70.2.8.-82. Кроме того, при ускоренных испытаниях должны учитываться неисправности, выявленные при заключительной технической экспертизе. При этом рассматриваются следующие сборочные единицы и системы дизеля: головка цилиндра, блок цилиндров, система топливоподдачи, система воздухообеспечения и отвода отработавших газов, система смазки, система охлаждения, кривошипно-шатунный механизм, цилиндропоршневая группа, механизм газораспределения. Количество и сложность отказов по узлам и системам дизеля определяется с учетом особенностей устройств и условий работы входящих в них конструктивных элементов.

В основу выбора режимов испытаний при оценке износостойкости положен принцип воспроизведения износов деталей тех сопряжений, которые оказывают преобладающее влияние на мощность, удельный расход топлива и расход масла на угар. К этим сопряжениям относятся цилиндропоршневая группа и кривошипно-шатунный механизм.

Большинство исследователей в своих работах отмечают, что изнашивание основных сопряжений тракторных и комбайновых двигателей носит преимущественно абразивный характер. В работах [4, 6, 7, 8, 9, 10] по результатам фундаментальных исследований показано, что абразивный износ был и остается для основных сопряжений двигателей преобладающим.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко Ю. М. Оценка качества ремонта автомобилей // Автомобильный транспорт. 1982. С. 40–41.

2. Величкин И. Н., Трухан Ж. П. Ускоренные испытания тракторных дизелей // Тракторы и двигатели. Сер.1. Вып.6. обзор, информ. М.: ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш, 1986.

3. Величкин И. Н. О содержании программ и методик ускоренных испытаний ДВС на надежность // Двигателестроение, 1988. С. 56–57.

4. Величкин И. Н. Создание комплекса методик ускоренных стендовых испытаний на надежность – необходимые условия опережающего развития тракторных дизелей // Тракторы и с.-х. машины, 1979. С. 7–9.

5. Гаркунов Д. Н. Триботехника. М.: Машиностроение, 1989. 328 с.

6. ГОСТ 25051-0-81 Система государственных испытаний продукции. М.: Изд. стандартов, 1981.

7. Гурвич И. Б., Панов Ю. М. Оценка износостойкости цилиндров двигателя ГАЗ и ЗМЗ методом ускоренных стендовых испытаний // Автомобильная промышленность, 1971. С. 7–10.

8. Ждановский Н. С, Николаенко А. В. Надежность и долговечность автотракторных двигателей. Л.: Колос, 1981. 295 с.

9. Кугель Р. В. Ускоренные ресурсные испытания в машиностроении. М.: Знание, 1968. 143 с.

10. Новиков Ю. М. Разработка методики и технических средств для ускоренной оценки послеремонтной долговечности дизельных двигателей. Автореф. дисс. канд. техн. наук. Челябинск, 1987. 191 с.

BASIC REQUIREMENTS TO CONDITIONS OF TESTING REPAIRED ENGINES

***Keywords:** wear, testing, resource, cylinder-piston group, fast rolling.*

***Annotation.** The basis of the choice of testing conditions while assessing wear resistance there is a principle of reproduction of wear of the components of those couplings that have a predominant influence on power, fuel consumption and oil consumption. These couplings are cylinder-piston group and crank mechanism.*

СОРОКИН ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ – ст. преподаватель кафедры «Механика и сельскохозяйственные машины», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (ivansorokin@bk.ru)

SOROKIN IVAN ALEKSANDROVICH – senior lecturer of the chair «Mechanics and agricultural machinery», nizhny novgorod state engineering and economic institute, russia, knyaginino, (ivansorokin@bk.ru)
