

## РАЗВИТИЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРИБОСОПРЯЖЕНИЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

*В. А. Коченов, к.т.н., доцент кафедры «Тракторы и автомобили» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»;*

*И. И. Черемохина, доцент кафедры «Электрификация сельскохозяйственного производства» Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии;*

*С. С. Казаков, ст. преподаватель кафедры «Тракторы и автомобили» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»*

**Аннотация.** Одной из основных задач исследования износостойкости является прогнозирование ресурса. На сегодняшний день нет единой, общепризнанной методики решения этой проблемы. Логичным является не субъективное назначение, а обоснованное выявление экстремальных режимов работы двигателя.

**Ключевые слова:** двигатель внутреннего сгорания, кривошипно-шатунный механизм, износостойкость, режимы работы двигателя.

Курс на модернизацию производства двигателей предъявляет повышенные требования к проектированию, заключающиеся в полном использовании технических возможностей изготовления и перспектив их дальнейшего роста. Совершенствование конструирования геометрических параметров трущихся поверхностей деталей является резервом повышения долговечности трибосопряжений, обосновывает развитие двигателестроения.

Проектирование трибосопряжений поршневого двигателя включает кинематический и динамический расчеты кривошипно-шатунного механизма (КШМ) на основании законов классической механики [1]. Какой режим исследовать, учитывая то, что двигатели мобильных машин работают в большом диапазоне условий эксплуатации? Логичным является не субъективное назначение, а обоснованное выявление экстремальных режимов работы двигателя. Законы классической механики позволяют рассчитывать кинематические и динамические параметры КШМ при заданном, в том числе неустановившемся, законе движения коленчатого вала, т.е. способны выявлять влияние режимов работы двигателя как на скорость, так и на величину и характер нагруженности деталей и трибосопряжений.

Расчетный (классический) КШМ обладает свойствами, которые можно отнести к идеальным - состоит из абсолютно жестких деталей, сопряжения не имеют зазора и не изнашиваются. Двигатель с идеальным механизмом, как правило, не рассматривается «самостоятельным» объектом исследования в силу своей нереальности. Такой подход ограничивает возможности исследования общих закономерностей работы двигателей. Введение в исследование пусть не реального, но единого прототипа, расширит границы анализа и сравнения двигателей, отличающихся конструкцией, технологией изготовления, назначением, условиями и режимами эксплуатации.

Классическая механика исследует одну - основную степень свободы, вытекающую из назначения КШМ - преобразование возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. В реальном механизме, кроме основных перемещений деталей, присутствуют и дополнительные, например, перекосы и деформации коленчатого вала, перекладка поршня и т.д. Уже

по этому признаку расчетные и действительные данные не соответствуют друг другу.

Достоинством расчетно-экспериментальных методов исследования является высокая эффективность решения локальных задач - проектирование отдельных узлов, включая доводку «слабых» деталей и сопряжений. Недостатки - сложность использования на начальном этапе проектирования; локальный - дифференцированный метод исследования не решает обеспечение равностойкости трибосопряжений. Развитие методов, выявляющих закономерности прочности и износостойкости деталей и сопряжений относительно друг друга, является перспективным направлением совершенствования проектирования узлов и механизмов двигателя по равностойкости.

Одной из основных задач исследования износостойкости является прогнозирование ресурса\*. На сегодняшний день нет единой, общепризнанной методики решения этой проблемы. Сложность задачи обусловлена многофакторностью процесса трения и изнашивания. Как правило, прогнозирование ресурса решается дифференцированно - в конкретном исследовании доминирующую роль отдают только части факторов - части процесса. В двигателестроении выделяют конструктивные, технологические и эксплуатационные факторы. Последующее согласование конструкции, изготовления, эксплуатации является задачей не только разработчиков и производителей, но и потребителей - совершенствование конструкции и производства должно сопровождаться развитием культуры эксплуатации и сервиса. Без исследования взаимосвязи конструктивных, технологических и эксплуатационных средств повышения долговечности и износостойкости невозможно их согласование, невозможно прогнозирование и повышение ресурса двигателей [2].

Отметим, что и в упрощенной - дифференцированной постановке проблемы, прогнозирование износостойкости не решается только расчетными, теоретическими средствами. Главной проблемой является то, что в процессе трения и изнашивания изменяются свойства трущихся поверхностей деталей, и эти изменения трудно поддаются математическому анализу. Эмпирические методы и в настоящее время занимают важное место в исследовании трения и изнашивания. Выявить ошибки конструирования, производства, эксплуатации можно только в результате испытания опытных образцов в условиях, для которых они предназначены. При этом возникают следующие трудности:

- для получения количественных данных нужны длительные испытания;
- для обеспечения достоверности (качества) данных требуется большое количество опытных образцов;
- для оценки эффективности решений цикл испытаний должен повториться.

Чтобы минимизировать потери времени и средств на проведение испытаний, адекватность проектирования должна осуществляться на базе известных данных долговечности и износостойкости, серийно выпускавшихся и выпускаемых двигателей. Для создания методологии такого исследования необходимо выявлять общие закономерности изнашивания двигателей. Накоплена большая база данных геометрических параметров износа и изменения интенсивности изнашивания узлов скольжения в процессе эксплуатации двигателей [3]. Анализ экспериментальных данных проводится статистическими и аналитическими методами. Статистический метод обработки данных не требует значительных допущений, позволяет учесть теоретически неограниченное число факторов. Недостаток - не отражает физическую природу процесса, и оптимальные

решения приходится искать путем проб и ошибок. Аналитический метод учитывает меньшее число факторов, требует значительных упрощений и допущений. Достоинство основывается на физике процесса и лучшем приспособлении для поиска оптимальных решений, для апробации требуется меньшее количество дорогих экспериментальных исследований.

Статистической обработкой данных определены закономерности макро- и микрогеометрии изношенных поверхностей деталей, установлен характер изменения интенсивности изнашивания в процессе эксплуатации, выявлено влияние шероховатости и направленности следов обработки на время и износ прирабатывания. Открытыми остаются вопросы:

1. Почему суммарный период прирабатывания двигателей более продолжительный с учетом быстрого прирабатывания пар трения по микрогеометрии (в процессе холдной обкатки)?

2. Как изменение формы трущихся поверхностей деталей влияют на физику изнашивания, в частности, на интенсивность изнашивания?

В исследованиях трения и изнашивания с позиций энергетики [4] предлагается гипотеза о том, что трение и изнашивание является самоорганизующимся процессом. При изнашивании с определенной последовательностью весьма «разумно» протекают явления, направленные на создание «новой» пары трения с повышенной износостойкостью. Согласно гипотезе, в процессе обкатки двигателя изменяются свойства трущихся поверхностей деталей и эти изменения приводят к уменьшению интенсивности изнашивания. Новые свойства пар трения получаются при изнашивании, т.е. изменении заданных геометрических параметров сопряжения. Приработка выступает продолжением механической обработки, в процессе которой «изго-

тапливается» новая макро- и микрогеометрия трущихся поверхностей деталей, т.к. в основном стабилизация геометрических параметров сопряжений является главным признаком перехода двигателя в период нормальной эксплуатации. В двигателестроении это направление проработано не достаточно полно и может стать резервом повышения долговечности и износостойкости узлов скольжения.

### Литература

1. Гоц, А. Н. Порядок проектирования автомобильных и тракторных двигателей / А. Н. Гоц, В. В. Эфрос; Владим. гос. ун-т - Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. -148 с.

2. Коченов, В. А. Взаимозависимость проектирования, изготовления и эксплуатации тракторов и автомобилей / В. А. Коченов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2010. - № 3 .

3. Гурвич, И. Б. Износ и долговечность двигателей / И. Б. Гурвич - Горький: Волго-Вят. кн. изд-во, 1970. - 327с.

4. Гаркунов, Д. Н. Триботехника / Д. Н. Гаркунов - М.: Машиностроение, 1985. - 424 с.

### **Development of designing tribounit of internal combustion engines**

*V. A. Kochenov, candidate of technical sciences, the docent of the chair «Tractors and cars» of Nizhniy Novgorod State engineering-economic institute.*

*L I. Cheremohina, docent of the chair «Electrification of the Agriculture», Nizhniy Novgorod State Agricultural Academy.*

*S. S. Kazakov, the senior teacher of the chair «Tractors and cars» of Nizhniy Novgorod State engineering-economic institute.*

***Annotation.** One of the primary goals of research of wear resistance is resource forecasting. For today there is no uniform, conventional technique of the decision of this problem. Subjective appointment and well-founded revealing of extreme power setting is logical not.*

***The key words:** Internal combustion engine, wear resistance, power setting.*

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО ИЗНАШИВАНИЯ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН И ОРУДИЙ**

***А. Е. Крупин,** преподаватель кафедры «Организация и технология ремонта машин» ГОУ ВПО «Нижегородский государственный инженерно-экономический институт»*

**Аннотация.** Сохранение геометрических параметров рабочих органов направлено на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и снижение тягового сопротивления агрегата. Для выбора оптимального способа упрочнения рабочих органов необходимо определить влияние различных факторов на процесс их изнашивания, а также обосновать необходимость повышения их износостойкости.

**Ключевые слова:** абразивное изнашивание; упрочнение; лемех плуга; наплавка; износостойкость.

Наиболее нагруженными поверхностями почвообрабатывающих машин и агрегатов являются их рабочие органы. У плуга - лемехи, у культиватора - лапы, у борон - диски или зубья и т.д. Причиной их преждевременного от-