

## СУЩНОСТЬ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОТЕРЬ И ИХ РАЗМЕР, ПРОЦЕССЫ ТРЕНИЯ, СМАЗКИ И ИЗНАШИВАНИЯ В УЗЛАХ ДВИГАТЕЛЕЙ

**Дехконов Кодиржон**

*Ассистент*

*Ферганский политехнический институт*

**Ахмедов Жамшид**

*магистрант*

*Ферганский политехнический институт*

**Аннотация:** *Параметры зависимости показателей технического состояния двигателя и масла от объема доливаемого масла, уточняющие и позволяющие определять ресурс двигателя и наработку до замены масла. Параметры режима поддержания функционального состояния смазочной системы форсированных двигателей в эксплуатации, отличающиеся периодичностью и объемом доливая масла, позволяющие исключить экстремальные режимы смазки.*

**Ключевые Слова:** *Смазочный материал, технических средств, техническое обслуживание, диагностика технического состояния, техническое обслуживание автотранспортных средств, техническое обслуживание и ремонтах, двигатель внутреннего сгорания, процессы трения, смазки, изнашивания в узлах двигателей.*

В теории двигателей внутреннего сгорания механические потери рассматриваются как затраченная энергия на преодоление всех видов сопротивления движению деталей, воздуха и жидкостей. По различным оценкам, выполненным для конкретных типов двигателей внутреннего сгорания, отнесенная к индикаторной мощности доля механических потерь на номинальном режиме работы автотракторных дизелей без наддува составляет величину от 15 до 25 %. Это говорит о том, что около четверти располагаемой энергии газов в поршневом двигателе безвозвратно теряется на преодоление трения [1].

Смазочный материал предотвращает непосредственный контакт поверхностей, охлаждает их и уносит продукты изнашивания и окисления масла. Кроме того, он взаимодействует с металлами и существенно изменяет механические свойства, износостойкость и усталостную прочность поверхностных слоев [1].

В зоне фрикционного контакта прочность смазочного слоя зависит от нагрузки, скорости скольжения, температуры, механических свойств материалов и состояния поверхности, толщины слоя и его состава. Эти

факторы определяют виды трения, которые можно разделить на жидкостное, граничное, эласто- гидродинамическое и трение без смазочного материала. Такое деление условно, так как детали двигателей внутреннего сгорания работают в смешанных режимах трения, где реализуются различные виды механического и коррозионно-механического изнашивания.

Более сложные процессы, зависящие от условий работы, происходят при изнашивании деталей двигателей внутреннего сгорания. Наибольшее влияние из внешних факторов на интенсивность изнашивания за счет микро схватывания оказывают абразивные частицы и температура в зоне фрикционного контакта. Особо неблагоприятные условия трения в цилиндре двигателя возникают при реверсировании в зонах минимальных скоростей движения поршня, особенно у камеры сгорания, где температура поверхностей трения цилиндра и колец достигает 350 °С, максимальное давление 6 -16 МПа, и минимальная толщина масляной пленки, которая разжижается рабочей смесью, выгорает в период воспламенения и выдувается из-под верхних колец в момент такта сжатия [2]. Поэтому возле мертвых точек всегда наблюдается полное разрушение масляной пленки.

Металлическому взаимодействию и схватыванию в цилиндрах двигателя способствуют: термическая активация, повышение температуры до уровня разрушения масляных и адсорбционных пленок, температурные вспышки на активных центрах в момент выхода дислокационных ступенек.

Основными видами изнашивания цилиндропоршневой группы являются механическое, усталостное, абразивное и коррозионно - механическое. На интенсивность коррозионно-механического изнашивания оказывают влияние продукты сгорания топлива, особенно соединения серы и ванадия. Это приводит к изменению механических свойств поверхностных слоев материалов, их охрупчиванию и отделению частиц в результате фрикционного взаимодействия [3].

Источником абразивных частиц является воздух, поступающий в камеру сгорания для образования горючей смеси. Количество абразивных частиц, поступающих в цилиндр, зависит от условий эксплуатации и степени форсирования дизеля. Установлено, что наибольшее влияние на абразивное изнашивание оказывают частицы размером 35 мкм. Кроме того, абразивное действие оказывают продукты износа, состоящие из твердых металлических частиц. Они способны мигрировать между трущимися поверхностями и повреждать их. Продукты сгорания топлива (сажа) также способствуют изнашиванию деталей двигателя.

Работа коренных и шатунных подшипников коленчатого вала характеризуется знакопеременной нагрузкой и различиями в скоростях

скольжения. Пара трения «вал-подшипник» работает в условиях жидкостного трения. Для обеспечения данного режима необходимо правильно рассчитать толщину масляного слоя с учетом отклонений геометрической формы и шероховатости поверхности. Расчет работы подшипника скольжения при жидкостном трении производится согласно методикам, основанным на упруго- гидродинамической теории смазки [4, 5]. Гидродинамическая подъемная сила масляного слоя зависит от скорости скольжения, вязкости масла, радиального зазора, нагрузки и конструктивных параметров вала и подшипника. В реальных условиях эксплуатации жидкостное трение наступает при установившемся режиме трения. При пусках и остановках двигателя или работе на малых оборотах жидкостное трение переходит в граничное.

Триботехнические характеристики контакта определяются толщиной смазочного слоя масла и его вязкостью [6, 7]. При этом в масляном слое происходит скольжение между молекулярными рядами, что является отличительным фактором жидкостного трения.

Граничное трение характеризуется взаимодействием твердых тел, разделенных моно слоем смазки. При этом скорость скольжения и удельные нагрузки таковы, что подъёмная сила гидродинамического эффекта пренебрежительно мала [8]. Граничные слои образуются на поверхностях твердых тел за счёт адсорбции и хемосорбции активных молекул масла, а также адгезии полярно активных частиц.

Существуют критические толщины пленки, ниже которых скольжения между молекулярными рядами смазки не происходит. Такие слои выдерживают большие нормальные нагрузки и приобретают свойства квазы упругого тела [9, 10].

Большинство узлов механических систем работают в условиях граничной смазки, при которой металлический контакт трущихся тел предотвращается образованием на поверхностях трения граничных смазочных слоев различного происхождения. Они образуются в результате взаимодействия активируемых процессом трения рабочих поверхностей с активными компонентами смазочного материала. Способность смазочного материала образовывать прочные граничные слои достаточной толщины за короткие промежутки времени в значительной степени определяет долговечность тяжело - нагруженных узлов, работающих постоянно или периодически в режиме граничной смазки, а также противоизносные свойства самого смазочного материала [11].

Образование защитных адсорбционных, хемо сорбционных и модифицированных слоёв объясняется приспособляемостью трибосистемы к внешним воздействием и является её защитной функцией.

Сущность этого явления заключается в том, что при его реализации все взаимодействия трущихся тел и среды локализуются в тонких слоях вторичных структур трения, образующихся на исходных материалах вследствие их структурной перестройки и взаимодействия со средой [11].

Обзор мирового опыта применения трибологических методов для снижения механических потерь в двигателях внутреннего сгорания показывает, что наиболее перспективными направлениями решения проблемы являются [11]:

- 1) профилирование поверхностей трения смазываемых деталей возвратно-поступательного движения;
- 2) улучшение антифрикционных и противоизносных свойств конструкционных и смазочных материалов;
- 3) совершенствование расчётной технологии снижения износа двигателей внутреннего сгорания в эксплуатации за счёт модификации трения и контроля старения масла и экспериментальной оценки механических потерь на стадии проектирования и доводки двигателя.

Анализируя эти направления, отметим, что эффективность снижения механических потерь в отечественном машиностроении пока остается недостаточной ввиду отдельного, а не комплексного применения указанных направлений и соответствующих им методов. В методологии профилирования недостаточно учитывается важнейшее условие снижения потерь механической энергии - согласование параметров профиля деталей с характером кинематики, внешней нагрузки и смазки узла. При выборе материалов концепция прочности доминирует над энергосбережением. Расчётные и экспериментальные методы требуют развития для решения задач учёта параметров конструкции и свойств материалов.

Так, отнесенная к индикаторной мощности доля механических потерь на номинальном режиме работы бензиновых автомобильных двигателей и автотракторных дизелей без наддува характеризуется большим значением (до 25 %) для отечественных двигателей внутреннего сгорания и меньшим значением (15 %) - для их зарубежных аналогов.

Из выполненных оценок следует, что напрямую связанные с трением затраты топлива в удельном выражении составляют от 7 до

11 %. Сравнение прототипов и аналогов с определенностью указывает, что при прочих равных условиях причина высоких механических потерь состоит, прежде всего, в низком уровне конструкции и технологии изготовления деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма; и, дополнительно, в худших антифрикционных свойствах смазочных материалов.

Последнее обстоятельство, ввиду появления на отечественном рынке

импортных моторных и постепенного приближения к ним по качеству отечественной продукции, в настоящее время, скорее всего, уже не является фактором, сдерживающим уменьшение механических потерь. Поэтому, высокий уровень энергетических затрат на преодоление трения в поршневых двигателях обусловлен, главным образом:

- ошибками конструирования и технологического сопровождения основных деталей;
- пренебрежением трибологическим аспектом работы двигателя, как следствие, отсутствием подхода к проектированию деталей трения как объекта энергосбережения;
- незнанием истинного уровня механических потерь проектируемой конструкции, что, в свою очередь, связано с недостаточной разработанностью и применяемостью методов расчета и экспериментального контроля параметров трения в основных подвижных сопряжениях двигателей внутреннего сгорания.

#### BIBLIOGRAPHY:

1. Денисов А.С., Басков В.Н., Носов А.О. Изменение параметров моторного масла в процессе эксплуатации автомобильных двигателей // Наука: 21 век. – 2012. - № 1. - С. 54-58.
2. Денисов, А.С. Обеспечение работоспособности турбокомпрессоров автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, А.Р. Асоян, А.А. Коркин. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2011. - 156 с.
3. Денисов, А.С. Основы методики инженерного эксперимента. Учебное пособие / А.С. Денисов, В.Н. Басков. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2012. - 84 с.
4. Djuraev, A., Rosulov, R., Kholmirzaev, J., Diyorov, H., & Berdimurodov, U. (2021). Development of effective construction and justification of parameters of the cleaner of fibrous material. In E3S Web of Conferences (Vol. 304). EDP Sciences.
5. Djuraev, A., Zukhritdinov, A., Rajabov, O., & Kholmirzaev, J. (2022, February). Development of design and substantiation of parameters of fiber material cleaner with a drum with combined pegs. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 981, No. 2, p. 022042). IOP Publishing.
6. Djuraev, A., Sayitqulov, S., Mavlyanov, A., Kholmirzaev, J., & Joraeva, M. (2022). Analysis of the diameter of the pins of the drum of a cotton-cleaning unit on the efficiency of cleaning raw cotton. *Современные инновации, системы и технологии*, 2(1), 51-56.

7. Djuraev, A., Sayitqulov, S., Nurboev, R., Xolmirzaev, J., & Berdimurodov, U. (2022). Analysis of full-factorial experiments on improving the cotton gin. *Современные инновации, системы и технологии*, 2(1), 69-75.
8. Zakirjanovich, K. J., Karimjonovich, K. S., & Gulomjanovich, A. I. (2021). Periodic volatile modes in the working organ of a cotton purifier. *NVEO-NATURAL VOLATILES & ESSENTIAL OILS Journal | NVEO*, 10763-10769.
9. Холмирзаев, Ж. З., Кучкоров, С. К., & Эксанова, С. Ш. (2020). УДАРНО-ВРАЩАТЕЛЬНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАБОЧЕГО ОРГАНА ОЧИСТИТЕЛЯ ХЛОПКА. КОНЦЕПЦИИ И МОДЕЛИ УСТОЙЧИВОГО ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ, 137.
10. Инояттов, К. М., Холмирзаев, Ж. З., & Абдуллаев, Р. К. (2016). ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ДОЛГОВЕЧНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ ПРИ ПОМОЩИ ОПТИМИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УПЛОТНЕНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ. *Science Time*, (5 (29)), 259-264.
11. Холмирзаев, Ж. З., Акбаров, И. Г., & Абдуллаев, Р. К. (2016). ЙЎЛ ҚУРИЛИШДА ФОЙДАЛАНИЛАДИГАН ПНЕВМОФИЛДИРАКЛИ МАШИНАЛАРНИНГ РУЛ БОШҚАРМАСИ ВА ОЛД КЎПРИГИНИНГ КЎРСАТКИЧЛАРИ АСОСЛАШ. *Міжнародний науковий журнал*, (5-2), 8-10.
12. Maxamat o'g'li, D. Q. (2022). Production Resources of Motor Transport Enterprises Planning and Analysis of the Effectiveness of the Provision of Motor Transport Services Costs of Motor Transport Enterprises. *Eurasian Research Bulletin*, 8, 48-51.
13. Maxamat o'g'li, D. Q., Anvarjon o'g'li, O. J., & Xabibillo o'g'li, A. S. (2022). Development of a Comprehensive Method for Diagnosing Wheel Bearings of a Car General Characteristics of the Problems of Diagnosing Wheel Bearings of a Car. *Eurasian Journal of Engineering and Technology*, 6, 132-135.
14. Maxamat o'g'li, D. Q., Anvarjon o'g'li, O. J., & Jahongir o'g'li, I. J. (2022). GENERAL DESCRIPTION OF LUBRICATING MATERIAL. *International Journal of Advance Scientific Research*, 2(05), 44-50.
15. Maxamat, D. Q., Anvarjon o'g'li, O. J., & Azamjon, B. A. (2022). METHOD FOR MONITORING THE BRAKING EFFICIENCY AND STABILITY OF VEHICLES WITH ABS WHEN DIAGNOSING THEM ON ROLLER STANDS. *International Journal of Advance Scientific Research*, 2(05), 23-27.