

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ ВТУЛОК ЦИЛИНДРОВ И ВЛИЯНИЕ ИХ КАЧЕСТВА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Марченко М.В. ассистент

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко)

У статті проведено аналіз роботи втулок циліндрів дизельних двигунів внутрішнього згорання. та вплив їх якості на ефективність застосування.

Цилиндропоршневая группа является ведущим узлом трения поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) [1], работоспособность, высокие эксплуатационные характеристики и экологическая безопасность которых, во многом зависят от трибологической совместимости трущихся деталей комплекта. К деталям цилиндропоршневой группы относятся втулка цилиндров, кольца поршни и пальцы, от качества изготовления которых и зависят технико-экономические показатели двигателя в целом.

К одним из основных деталей цилиндропоршневой группы, воспринимающих на себя большую часть нагрузок и отвечающей за удовлетворительную работу двигателя являются втулки цилиндров. Работая в условиях высоких скоростей и нагрузок, подвергаясь длительному механическому, тепловому и химическому воздействию, втулки в процессе эксплуатации изменяют свои первоначальные размеры и физико-химические свойства материалов. А это ухудшает технико-экономические показатели двигателей, сокращает период безотказной работы как самих втулок, так и двигателя в целом.

От качества изготовления втулок цилиндров зависит не только потеря на трение, но и интенсивность износа [2], вероятность появления задиrow и схватывания контактирующих поверхностей. Именно поверхностное разрушение рабочих поверхностей втулок является главной причиной выхода двигателей из строя.

Для улучшения работы цилиндропоршневой группы необходимо оптимизировать процесс изготовления втулок цилиндров. Под оптимизацией понимается процесс совершенствования конструкции и технологии изготовления, благодаря которым уменьшаются силы трения в сопряжениях, сокращается время приработки, повышается её качество, а также увеличивается износостойкость и долговечность работы. Результаты этой работы сегодня актуальны не только для нового поколения отечественных двигателей, отвечающих жестким требованиям Евростандартов Euro-2 и Euro-3.

Улучшение качества изготовления втулок цилиндров позволяет увеличить и послеремонтный ресурс, а также мощность, снизить расход горючесмазочных материалов.

Оптимизация трибологических свойств и долговечности осуществляется в трех направлениях: конструктивном; технологическом; эксплуатационном.

К главным мероприятиям первого направления относятся следующие конструктивные методы повышения долговечности и надежности работы трущихся деталей:

- выбор материалов и сочетания их в парах трения;
- назначение размеров и геометрической формы, обеспечивающих желаемый механизм трения;
- защита поверхностей трения деталей от износа с помощью специальных покрытий.

Ко второму направлению относятся технологические мероприятия, с помощью которых повышается долговечность и надежность детали:

- применение современных наукоемких способов обработки поверхности трения;
- нанесение эффективных износостойких и прирабочных покрытий.

Третье направление - эксплуатационное, когда рекомендуются оптимальные скоростные, нагрузочные и температурные режимы в условиях послеремонтной обкатки и начального периода эксплуатации двигателей.

Втулка цилиндров является одной из самых ответственных и наиболее нагруженных деталей двигателей. Работая в тяжелых условиях высокой температуры и скоростей при возвратно-поступательном движении, обеспечивают герметичность внутрицилиндрового пространства предотвращают прорыв газов в картер, отводят тепло в стенки втулок во избежание перегрева двигателя. От совершенства конструкции и качества изготовления зависят такие важнейшие эксплуатационные параметры двигателей внутреннего сгорания, как мощность, долговечность и экономичность, угар масла, уровень шума и токсичность выхлопных газов.

Большое применение нашли "мокрые" втулки цилиндров, наружная поверхность которых омывается охлаждающей жидкостью.

Втулки цилиндров изготавливаются с верхним или нижним опорным фланцем. Конструктивные исполнения втулок обеспечивают:

- точную фиксацию втулки в блоке при минимальной деформации важнейших параметров детали;

- надежное уплотнение соединения втулка-блок цилиндра;
- устойчивость и сохранение правильной геометрической формы деталей в процессе их длительной эксплуатации.

В качестве материалов для втулок цилиндров используют легированные серые чугуны с перлитной металлической основой и равномерно распределенным среднепластинчатым графитом [3], которые обеспечивают хороший маслостерживающий рельеф и оптимальные триботехнические свойства рабочей поверхности.

Чтобы достичь требуемого качества втулок применяют комплексное легирование чугунов титаном, медью, никелем, хромом, молибденом, а в ряде случаев фосфором. Это обеспечивает требуемые механические и антифрикционные свойства материала втулок, высокую их износостойкость и гарантированный ресурс на весь срок службы до капитального ремонта двигателя.

Заготовки втулок цилиндров производятся методом центробежного литья,

позволяющего получить плотную, оптимальную структуру для долговечной работы двигателя.

С наибольшей точностью обрабатывается внутренняя рабочая поверхность втулок, где одновременно решаются две основные задачи: - обеспечение высокой точности обработки по геометрии и размеру отверстия; получение заданного микрорельефа "зеркала", обладающего оптимальной маслосъемкостью и быстрой приработкой поршневых колец при незначительном их износе.

Использование для достижения этих целей метода плосковершинного хонингования позволяет уменьшить механические потери на трение в сопряжении втулка-поршень-поршневые кольца и снизить расход топлива и моторного масла.

При работе цилиндропоршневой группы (ЦПГ) образуются пять пар трения (рис. 1):

- втулка - поршневые кольца;
- втулка - юбка поршня;
- канавки поршня - поршневые кольца;
- бобышки поршня - поршневой палец;
- поршневой палец - поршневая головка шатуна.

На эти пары приходится до 43% всех механических потерь на трение ДВС.

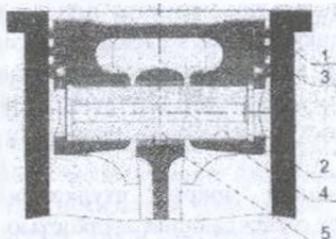


Рис. 1 Пары трения: 1 - втулка - поршневые кольца; 2 - втулка - юбка поршня; 3 - канавки поршня - поршневые кольца; 4 - бобышки поршня - поршневой палец; 5 - поршневой палец - поршневая головка шатуна.

На сопряжении втулка-кольца возлагаются три важнейшие задачи:

- надежно уплотнять рабочее пространство втулки;
- интенсивно отводить тепло от поршня в систему охлаждения двигателя;
- снимать излишки масла с «зеркала» втулки, а оставшуюся часть равномерно распределять по трущимся поверхностям, не пропуская в камеру сгорания.

Для реализации оптимальных технических решений для уменьшения сил трения и скорости износа пары трения втулка-кольца применяют соответствующие материалы деталей и осуществляют подбор их оптимальных сочетаний в трущихся сопряжениях.

Ключевыми параметрами качества рабочих поверхностей втулки цилиндров является оптимальный микрорельеф поверхности трения создаваемый плосковершинным хонингованием и представляющий собой чередование поверхностей с низкой шероховатостью (плато) и узких глубоких впадин (рисок). Плато,

занимающие большую часть поверхности, обеспечивают компрессию. Кроме того, на поверхности втулки вскрываются графитовые включения, повышающие антифрикционные свойства чугуна.

Шероховатость плато при этом находится в пределах 0,6-1,2 мкм (R_a). Опорная площадь плато 50-70%. Глубина рисок 4-9 мкм при ширине не более 0,1 мм.

Количество "открытых" графитовых включений всегда более 20%, они не завальцовываются тонкой металлической бахромой.

При соблюдении технологического процесса и целенаправленной работы по повышению антифрикционных свойств и износостойкости втулки цилиндров обладают:

- высокой износостойкостью и равной долговечностью;
- минимальными потерями на трение в зоне контакта рабочей поверхности;
- хорошей приработкой при обкатке двигателей и в начальный период эксплуатации;
- высокой стойкостью к прижогам и задирам.

В поршневых двигателях внутреннего сгорания часть мощности затрачивается на преодоление сил трения в таких узлах как кривошипно-шатунный и клапанный механизмы, подшипники коленвала и другие.

Затраты энергии на преодоление трения называются мощностью механических потерь, которая обычно составляет 10...12% мощности двигателя и определяет совершенство конструкции двигателя. Механические потери в моторе делятся на две основные группы:

- связанные с процессом трения;
- связанные с приведением в действие вспомогательных механизмов.

Наиболее значимы потери на трение, доля которых составляет около 70% от всех механических потерь в двигателе, (рис.2) [4]. Из них 43% связаны с работой втулок цилиндров.

Выпуск некачественных втулок цилиндров приводит к значительному сокращению ресурса не только цилиндропоршневой группы, но и двигателя в целом.

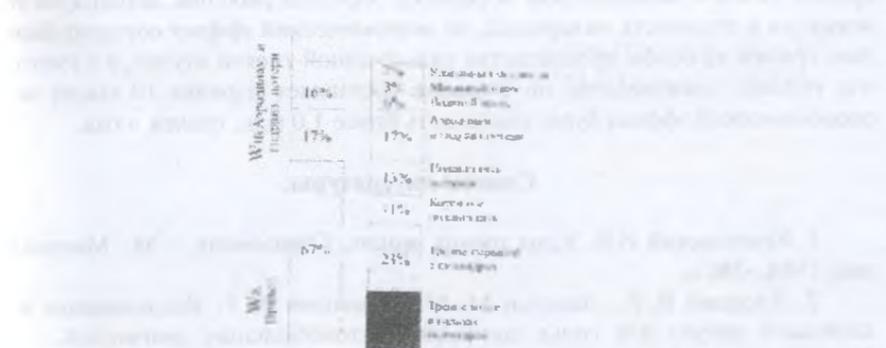


Рис. 2. Распределение механических потерь в четырехтактном двигателе внутреннего сгорания по группам узлов и механизмов.

На преодоление трения в подвижных узлах двигателя, расходуется значительная часть потребляемого топлива. Поэтому, повышение механического КПД мотора заметно снижает расход топлива (рис. 3). Использование же некачественных деталей не только увеличивает износ, но и приводит к тому, что двигатель, работая в неблагоприятных условиях трения значительно увеличивает расход горюче-смазочных материалов, на практике это приводит к потере топлива в пределах 5-8%.

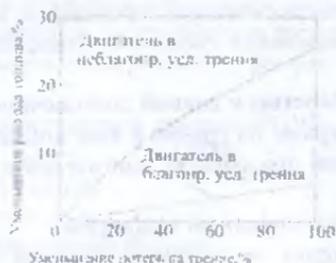


Рис.3. Уменьшение расхода топлива в двигателе при снижении потерь на трение.

Внедрение метода неразрушающего контроля позволяет осуществлять 100% контроль качества втулок цилиндров непосредственно после отливки и не допускать брак не только в эксплуатацию, но и в последующих периодах. К браку относятся дефекты, возникшие в процессе литья: ликвация химических элементов, образование пористости и неметаллических включений, неравномерное распределение структурных составляющих (скопления цементита).

При использовании браковочных норм, по коэрцитивной силе, для гарантии качества выпускаемой продукции, сокращается брак на 10-15%. Если учесть, что цена одной втулки цилиндров марки 6Д49.36.01 составляет 3500 гривен, (входит механическая обработка, зарплата рабочим, затраты на энергоносители и стоимость материала), то экономический эффект составит более 500 тыс. гривен на объём производства только одной тысячи втулок, а с учетом того что годовое производство по Украине составляет порядка 10 тысяч штук то экономический эффект будет составлять более 1,0 млн. гривен в год.

Список литературы:

1. Крагельский И.В. Узлы трения машин. Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. -280 с.
2. Клецкий Я. Г., Левитан М. М., Османцев А. Г. Исследование износостойкости чугуна для гильз цилиндров автомобильных двигателей. – В сб.: Конструирование, исследование, технология и экономика производства автомобиля. М.: Машиностроение, 1982, вып. 11, 144с.
3. Чугуны для гильз цилиндров автомобильных двигателей. М.: НИИИ Авто пром., 1978 -72 с.

Аннотации

Анализ условий работы втулок цилиндров и влияние их качества на эффективность применения

В работе проведен анализ работы втулок цилиндров дизельных двигателей внутреннего сгорания, и влияния их качества на эффективность применения

Abstract

Analysis of terms of work of hobs of cylinders and influencing of their quality on efficiency of application

In work the analysis of work of hobs of cylinders of diesel combustion engines is conducted, and influences of their quality on efficiency of application