

ния с питанием от постоянного источника.

Таких схем две. Это инверторная схема (рисунок 1в) и безинверторная схема с преобразователем постоянного напряжения (ППН) (рисунок 1г). Схемы с ППН бывают трансформаторные и бестрансформаторные. Бестрансформаторные схемы не применимы для данного случая, так как не обеспечивают гальванической развязки и непригодны для повышения напряжения более чем на порядок раз. К трансформаторным схемам относятся обратноточковые и прямоходовые ППН с накопительным дросселем-трансформатором, которые применяются на малых мощностях и так же не применимы. Поэтому принимаем решение использования инверторной схемы по рис 1в. Проанализировав существующие схемотехнические решения для каждого из блоков рисунка 1в, выбираем двухтактный инвертор с нулевой точкой. В качестве выпрямителя выбираем выпрямитель, совмещенный с емкостным удвоителем, который выполняет роль токоограничительного элемента. Стабилизация напряжения на накопителе обеспечивается цепями обратных связей, блокирующих работу схемы по достижении заданного напряжения. Результатирующее схемотехническое решение изображено на рис. 2.

Таким образом, применение указанной классификации зарядных устройств емкостных накопителей позволяет просто определиться со структурой схемы зарядного устройства и осуществить выбор конкретного схемотехнического решения на ее основе.

Литература:

1. Вашкевич, Е. Разработка систем заряда емкостных накопителей / Е.Вашкевич, Г.Таназлы, Ю.Болотовский и др. // Силовая электроника.- №4, 2008. (<http://www.power-e.ru>).

УДК 621.431

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВСТАВОК ПРИ БИМЕТАЛЛИЗАЦИИ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ УМЗ-417 SUBSTANTIATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF INSERTS AT BEMETALIC THE WORKING SURFACE OF THE SLEEVE OF CYLINDERS OF ENGINE UMZ-417

И.Р. Салахутдинов; А.Л. Хохлов; К.У. Сафаров;
I.R. Salahutdinov; A.L. Chochlov; K.U. Safarov;
ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА»

Federal state educational department hight professional education
«Ulyanavsk state academy of agriculture»

Researches on a substantiation of an angle of slope and definition of geometrical parameters of an insert are conducted at bemetalic an internal surface of

a sleeve for the purpose of deterioration decrease. It is established that the rational angle of slope of an insert from copper of mark M1 is in an interval 15° ... 20°. Performance of an angle of lead of flutes in these limits, will promote formation on a working surface of a sleeve of a protective film, at the expense of piston back and forth motion in a cylinder sleeve, and to decrease in factor of a friction of piston rings about a wall of a sleeve of the cylinder.

Цилиндропоршневая группа является первоосновой улучшения многих эксплуатационных показателей двигателей внутреннего сгорания: мощности, надежности пуска, межремонтного срока службы, расхода ТСМ, а также экологической безопасности. Значительное отставание по данным функциональным характеристикам отечественных двигателей внутреннего сгорания от зарубежных моторов, не в последнюю очередь, является следствием невысокого технического уровня и технологий производства российских деталей ЦПГ.

В связи с этим в настоящее время для производителей деталей ЦПГ основным инструментом в конкурентных войнах стали не столько ценовые, сколько качественно-технологические характеристики продукции.

В технологическом плане к основным современным тенденциям повышения качества работы цилиндропоршневой группы можно отнести следующие:

- использование метода центробежного литья заготовки гильз цилиндров (по технологии компании Renault);
- нанесение микрорельефа на внутреннюю поверхность гильз методом плосковершинного или равноворшинного хонингования, в результате чего формируется оптимальная маслосдерживающая поверхность;
- нанесение антифрикционного покрытия, что способствует надежному разделению поверхности поршня и гильзы при максимальных удельных нагрузках, предупреждению коррозии и снижению коэффициента трения в ЦПГ;
- термообработка с использованием токов высокой частоты с целью повышения износостойкости гильз цилиндров, в результате закаливания формируется износостойкий слой глубиной до 2 мм.
- применение механико-химической обработки для улучшения приработочных и противозадирных свойств, уменьшения износа гильзопоршневой группы;
- изготовление поршней с упрочняющими элементами – нирезистовыми вставками, использование которых позволяет в 2-3 раза уменьшить износ наиболее нагруженных канавок под верхнее компрессионное кольцо и др.

Как видно из приведённого обзора производство высококачественных деталей цилиндропоршневой группы, являющихся наукоемким продуктом, требует мощной производственно-конструкторской базы, дорогостоящего оборудования, квалифицированного персонала.

Поэтому более доступным и экономически целесообразным является метод введения в трущиеся поверхности вставок из цветного металла. Вставки имеют определенную ширину, глубину и угол наклона к направлению относительной скорости перемещения трущихся поверхностей. Для осуществления данного метода и определения его эффективности по снижению трения проводились исследования по изменению массы, момента трения, а также способности биме-

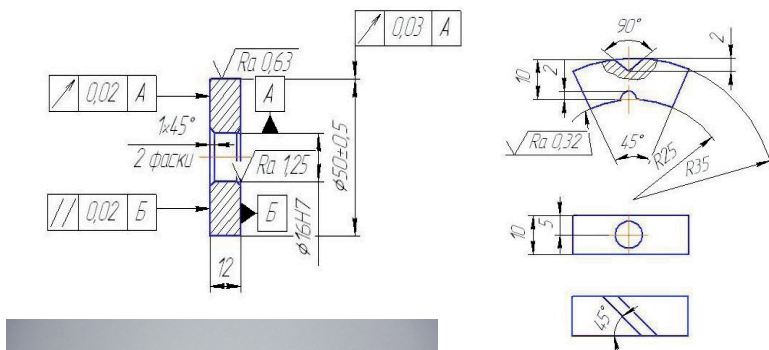


Рис. 1. Общий вид колодки и ролика

таллизованных образцов обеспечивать при стационарном режиме работы приемлемо малые и стабильные значения сил трения, интенсивности износа и вероятности заедания в заданном диапазоне рабочих давлений, скоростей и температур, а также обеспечивать посредством изменения физико-механических свойств покрытий, возможно большее увеличение этого диапазона за короткое время [6].

Сравнительные лабораторные испытания были проведены на машине трения 2070 СМТ-1 по стандартной методике [2, 3].

Для исследования износостойкости материалов с различным углом наклона биметаллизованной вставки по схеме «ролик-колодка» были изготовлены образцы (рис. 1).

Колодка изготовлена из стали 40Х, из кольца с наружным диаметром 70мм, внутренний диаметр шлифован под размер ролика. На трущейся поверхности колодки вырезалась канавка глубиной 2,0 мм овального сечения с наклоном к ширине образца. Исследовались образцы с углом наклона канавки к широкой стороне образца 1 (0°), 2 (5°), 3 (10°), 4 (15°), 5 (20°), 6 (25°), 7 (30°), 8 (35°), 9 (40°), 10 (45°), которые были наплавлены с помощью ручной аргонодуговой пайки медью марки М1 ГОСТ 859-78.

Испытания проводились в течение 3 ч при частоте вращения ролика 420 мин⁻¹. Смазка пары трения осуществлялась погружением ролика в масляную ванну объемом 60 см³ на глубину 3 мм. Для смазки использовали масло марки М-8В SAE 20W-20, API CB/SD TY – 0253 – 052 – 04001396 – 02. Образцы испытывались с нагрузкой 815 Н, которую прикладывали ступенями по 135 Н с интервалом 0,5 ч [3].

Антифрикционные свойства материалов оценивали по величине момента трения, который определялся по диаграмме, вычерчиваемой графопостроителем

машины трения. Изменение температуры масла во время испытаний регистрировали цифровым мультиметром М - 890 G.

Площадь покрытия образца определялась по содержанию металла вставки на трущейся поверхности с помощью бездифракционного рентгеновского спектрального анализатора БАРС-3 [1].

Во время испытаний на начальном этапе наблюдается повышение момента трения практически у всех образцов. Это объясняется тем, что сопряженные детали изнашиваются весьма быстро, так как происходит приработка трущихся поверхностей. В этот период нагрузка воспринимается преимущественно выступами, причём удельные давления достигают максимальных значений. В результате нарушаются гидродинамические условия смазки. После приработки сопряженных поверхностей скорость их изнашивания стабилизируется или возрастает незначительно вследствие сглаживания неровностей на трущихся поверхностях и снижения удельных давлений [6]. Следствием этого явилось покрытие трущейся поверхности металлом вставки. Наилучшие показатели момента трения наблюдаются у образцов 4, 5, 6, имеющих угол 15° , 20° и 25° . У этих образцов раньше других заканчивается период приработки, стабилизация происходит через 20 минут после начала испытаний.

На основании результатов исследований получено уравнение регрессии:

$$Y = 0,20891 - 0,0136X_1 - 0,0016X_2 + 0,0003X_1^2 + 6,7405E - 5X_1X_2 + 2,4056E - 6X_2^2$$

где Y – износ образцов, мг; X_1 – угол наклона вставки, град.; X_2 – площадь покрытия, %.

Результаты исследований показывают, что наименьший износ трущихся поверхностей соответствует максимальной площади покрытия трущейся поверхности металлом вставки. Так же было установлено, что наибольшая площадь покрытия трущейся поверхности происходит при угле наклона вставки в пределах $10...20^\circ\text{C}$ (рис. 2), что составляет 84...86% покрываемой площади. При этом износ снижается в 3 раза [5].

Результаты проведенных исследований, показывают, что повышение износостойкости гильз цилиндров достигается за счет биметаллизации поверхности трения. Для этого в теле детали могут быть выполнены вставки, слои, канавки, пазы и прочее из материала с иными физико-механическими свойствами, как правило, в плоскости, непараллельной плоскости трения и направлению движения деталей.

В предлагаемом способе на внутренней поверхности гильзы выполняются

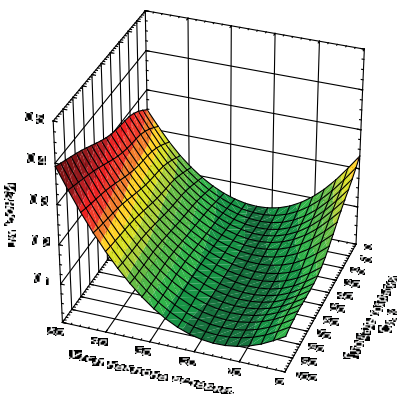


Рис. 2. Поверхность отклика от взаимодействия наклона вставки и площади покрытия

канавки, в виде замкнутых колец отдельных друг от друга, с углами подъема 15...20 градусов к диаметральной плоскости гильзы (рис. 3) [4].

Цилиндропоршневая группа содержит гильзу 1, поршень 2, компрессионные 3 и маслосъемное 4 поршневые кольца. На рабочей поверхности гильзы 1 встречно выполнены канавки с левым 5 и правым 6 углами подъема. Канавки 5 и 6 выполнены в виде замкнутых колец отдельных друг от друга. Канавки 5 и 6 заполнены цветным металлом – медью 7. Угол подъема ϕ канавок 17 градусов к диаметральной плоскости гильзы 1. Канавки 5 и 6 в продольном сечении имеют торообразную форму. Величина максимального расстояния между первой и последующей канавками 5 и 6 не превышает расстояния между верхним компрессионным и нижним маслосъемным поршневыми кольцами.

Цилиндропоршневая группа работает следующим образом. В процессе работы двигателя внутреннего сгорания (ДВС), поршень 2 с кольцами 3 и 4 совершает возвратно-поступательное движение вверх-вниз. При этом кольца 3 и 4, двигаясь по рабочей поверхности гильзы 1, пластической деформацией снимают часть цветного металла 7 с канавок 5 и 6 и «размазывают» его по рабочей поверхности гильзы 1 от верхней мертвой точки (ВМТ) до нижней мертвой точки (НМТ). Этот процесс происходит в течение всех тактов двигателя (ДВС) и продолжается до тех пор, пока на рабочей поверхности гильзы 1 не образуется слой цветного металла 7 определенной толщины. В результате этого процесса коэффициент трения рабочих поверхностей поршневых колец 3 и 4 и рабочей поверхности гильзы 1 снижается, а кольца 3 и 4 перестают снимать цветной металл 7 с канавок 5 и 6. По мере уменьшения толщины «размазанного» цветного металла 7 с поверхности гильзы 1, коэффициент трения между рабочими поверхностями поршневых колец 3 и 4 и рабочей поверхностью гильзы 1 несколько увеличивается. Одновременно начинает повышаться и интенсивность снятия поршневыми кольцами 3 и 4 цветного металла 7 с канавок 5 и 6, и процесс «размазывания» цветного металла 7 по ра-

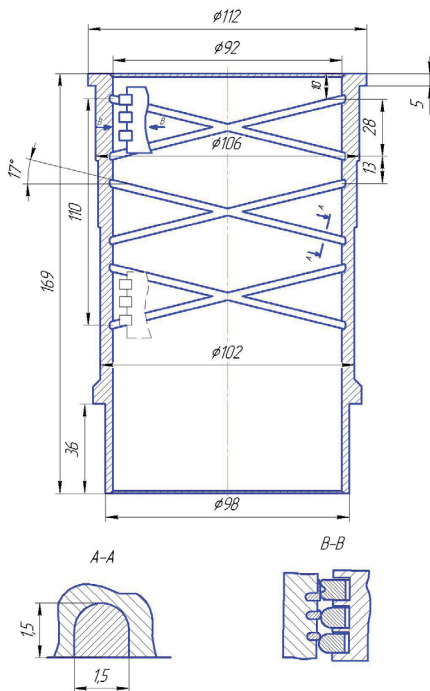


Рис. 3. Общий вид гильзы цилиндров двигателя УМЗ-417 с изменёнными физико-механическими свойствами

бочей поверхности гильзы 1 повторяется.

Таким образом, процесс нанесения слоя цветного металла 7 на рабочую поверхность гильзы 1 сопровождается весь период эксплуатации цилиндропоршневой группы ДВС.

Выполнение угла подъема канавок в пределах 15...20 градусов к центральной плоскости гильзы, заполненных цветным металлом (медью), будет способствовать образованию на рабочей поверхности гильзы защитной пленки, за счет возвратно-поступательного движения поршня в гильзе цилиндра, и снижению коэффициента трения поршневых колец о стенку гильзы цилиндра.

Кроме того, выполнение канавок в виде отдельных замкнутых колец способствует точности глубины их нарезки, и, соответственно, увеличивается равномерность заполнения канавок цветным металлом (медью), а также такое конструктивное исполнение рабочей поверхности гильзы цилиндра позволит повысить качество работы цилиндропоршневой группы, снизить коэффициент трения между рабочими поверхностями поршневых колец и гильзы.

Литература:

1. Бездифракционный анализатор рентгеновский спектральный. Заводское обозначение БАРС-3: Инструкция по эксплуатации. – НИИ испытательных приборов. – Ленинград, 1995. – 12 с.
2. Методы экспериментальной оценки фрикционной совместимости материалов трущихся сопряжений РД 50-662-88 / Государственный комитет СССР по стандартам. – М.: Издательство стандартов, 1988. –8 с.
3. Машина для испытаний материалов на трение и износ. Заводское обозначение 2070 МСТ-1: Инструкция по эксплуатации. Союзточмашприбор. – Завод испытательных приборов. – Иваново, 1987. – 38 с.
4. Патент № 93465 РФ на полезную модель. Цилиндропоршневая группа / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, Е.С. Зыкин, К.У. Сафаров. – Оpubл. в Б.И. № 12, 27.04.2010.
5. Салахутдинов И.Р. Результаты исследований угла наклона вставки при биметаллизации поверхности гильзы цилиндров/ Салахутдинов И.Р., Хохлов А.Л., Глуценко А.А. – У.: ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА», 2010. -28 с.
6. Симдянкин, А.А. Контактное-силовое взаимодействие деталей цилиндропоршневой группы/А.А. Симдянкин – С.: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2003. -42 с.