

Статистические характеристики распределения семян

Показатели	Значения	
	Стандартный сошник	Экспериментальный сошник
Среднее количество растений по ширине засеваемой полосы	16	18,6
Среднеквадратическое отклонение s_{Rx}	6,35	3,90
Коэффициент вариации k_v	0,39	0,2

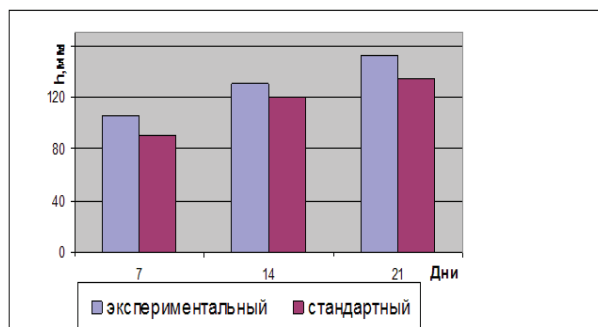


Рис. 3. – Динамика роста растений

Разработанный сошник позволяет осуществить ленточный посев и вносить удобрения ниже глубины залегания семян. При внесении удобрений со смещением относительно семян и ниже их уровня уменьшается риск токсического влияния на семена аммонийных удобрений, что позволяет вносить большие стартовые дозы мочевины.

Агротехническая оценка комбинированного сошника по результатам полевых

исследований показала, что предложенная конструкция работоспособна и позволяет одновременно вносить удобрения и высевать семена. При этом равномерность распределения семян комбинированным сошником по ширине засеваемой полосы лучше по сравнению с серийным сошником. Кроме того, внесение удобрений одновременно с посевом ниже зоны залегания семян улучшает динамику роста и развития растений.

Библиографический список

1. Андреев П.А. Азбука фермера [Текст] / П.А. Андреев, Н.В. Астахов, Б.Д. Долоен [и др.] - М.: Колос, 1994. - 608 с.
2. Булаев В.Е. О величине интервалов между лентами основного удобрения под зерновые культуры [Текст] / В. Е. Булаев // Химия в сельском хозяйстве. – 1982. - № 1 – с. 14 - 16.

УДК 621.43.001.4

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

И.Р. Салахутдинов, инженер,

А.Л. Хохлов, кандидат технических наук, доцент,

А.А. Глущенко, кандидат технических наук, доцент,

К.У. Сафаров, кандидат технических наук, профессор,

Е.Н. Прошкин, кандидат технических наук, доцент.

ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»

432980, г. Ульяновск, б-р Новый Венец, 1, тел. 8(84231) 5-11-75

433431, Ульяновская область, Чердаклинский район, пос. Октябрьский, ул. Студенческая, инженерный факультет, кафедра эксплуатации мобильных машин и технологического оборудования

Ключевые слова: цилиндропоршневая группа, трибоузел, гильза, металлизация, адгезионная связь, интенсивность износа

Основным дефектом гильз цилиндров, отработавших межремонтный ресурс, является износ внутренней (рабочей) поверхности. Приведены теоретические зависимости, характеризующие процесс трения. Описан способ повышения износостойкости рабочих поверхностей, гильз цилиндров двигателей внутреннего сгорания путем металлизации поверхности трения медью. Представлена установка для ускоренных исследований. Описана методика и приведены результаты исследований гильзы цилиндров на износ.

Ресурс двигателя, в первую очередь, зависит от износостойкости деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ), которые при капитальном ремонте двигателя заменяют на новые или восстановленные.

На основании анализа литературных источников [1] установлено, что основным дефектом гильз цилиндров, отработавших межремонтный ресурс, является износ внутренней (рабочей) поверхности. Износ внутренней поверхности гильзы представляет собой сложный трехступенчатый процесс, включающий адгезию, коррозию и абразивный износ. Наибольший износ гильзы, как правило, происходит в сечении, соответствующем положению верхнего компрессионного кольца в верхней мертвой точке.

Одной из причин возникновения износа является нарушение условий

пластического оттеснения материала одной из трущихся поверхностей. Под воздействием нагрузки увеличивается глубина внедрения микронеровностей поверхности, что приводит к переходу от упругой к пластической деформации и, далее, к микрорезанию или задиру (переходу внешнего трения при контакте двух тел во внутреннее). Условие перехода внешнего трения во внутреннее описывается выражением [2]:

$$\frac{h}{R} \geq \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2\tau}{\sigma_s} \right), \quad (1)$$

где h – глубина внедрения, мкм; R – радиус сферического индентора (внедрившейся поверхности), мкм; τ – прочность на срез адгезионной связи, МПа; σ_s – предел текучести материала, МПа.

Как видно из формулы (1), для осуществления внешнего трения необходимо, чтобы прочность на сдвиг тонкого поверхностного слоя была бы меньше прочности основного материала. Чем меньше прочность поверхностного слоя, тем далее отодвигается порог внешнего трения. Важным фактором, влияющим на данный процесс,

является различие между прочностью адгезионной связи и прочностью нижележащих слоев. Если адгезионная связь менее прочна, чем нижележащий слой, то имеет место положительный градиент механических свойств по глубине, т.е. [2]:

$$\frac{d\sigma_x}{dz} > 0, \quad (2)$$

где σ_x – разрушающее напряжение в направлении плоскости касания, МПа; z – координата, перпендикулярная к плоскости касания, мкм.

При этом условии имеет место внешнее трение. Таким образом, для снижения износа и образования положительного градиента необходимо уменьшить прочность тонкого поверхностного слоя. Это возможно за счет увеличения чистоты обработки трущихся поверхностей при их изготовлении. Однако это трудоемкий процесс, требующий дорогостоящего оборудования и квалифицированных специалистов. Поэтому решение данной проблемы возможно методом металлизации трущихся поверхностей цветными металлами. При покрытии трущейся поверхности более мягкими металлами в процессе приработки происходит заполнение впадин и выравнивание общей поверхности, что позволяет увеличить площадь контакта. Кроме того, эти металлы имеют меньшую прочность на сдвиг, чем основной материал, что обеспечивает положительный градиент механических свойств по глубине и предотвращает переход внешнего трения во внутреннее.

Эффективность использования различных металлов для металлизации трущихся поверхностей может быть оценена по величине коэффициента трения

$$f = f_{адз} + f_{деф} = \frac{\tau}{P_c} + \beta + K \sqrt{\frac{h}{R}}, \quad (3)$$

где $f_{адз}$ – адгезионный коэффициент

трения; $f_{\text{деф}}$ - деформационный коэффициент трения; P_c - контурное давление; β - коэффициент зависящий от геометрических параметров поверхности; K - количество выступов на трущейся поверхности.

Поскольку деформационная составляющая не велика, ею можно пренебречь:

$$f = f_{\text{адз}} = \left(\frac{R}{h}\right)^{\frac{3}{7}} \frac{3\tau}{P_c^{\frac{1}{7}} E^{\frac{1}{7}}} + \beta, \quad (4)$$

где E - модуль упругости.

Как видно, адгезионная составляющая определяется отношением тангенциальной прочности адгезионной связи к модулю упругости и гладкости поверхности.

Однако металлизация всей рабочей поверхности гильзы требует значительных трудовых и денежных затрат. Поэтому мы предлагаем выполнить на внутренней поверхности гильзы три ряда кольцевых канавок, заполненных цветным металлом - медью (рис. 1).

Средний ряд канавок развернут на 90 градусов относительно верхнего и нижнего рядов. Расстояние от начала первых канавок до верхнего торца гильзы составляет $10 \pm 0,5$ мм. Канавки выполняют в виде пересекающихся попарно колец, отделённых друг от друга. Угол подъема канавок составляет 17° к диаметральной плоскости гильзы. В поперечном сечении канавки имеют форму полуовала глубиной и шириной по 1,5 мм. Максимальное расстояние между

соседними парами колец соответствует расстоянию между верхним компрессионным и нижним маслосъемным поршневыми кольцами.

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, посредством пластической деформации переносят часть цветного металла 7 с канавок 5 и 6 и «размазывают» его по рабочей поверхности гильзы 1 от верхней до нижней мертвой точки. Этот процесс происходит в течение всех тактов работы ДВС и продолжается до тех пор, пока на рабочей поверхности гильзы 1 не образуется слой цветного металла определенной толщины. В результате этого процесса коэффициент трения рабочих поверхностей поршневых колец 3 и 4 по 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 на поверхности гильзы 1 коэффициент трения рабочих поверхностей поршневых колец 3, 4 по рабочей поверхности 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 рабочей поверхности гильзы 1 повторяется. Таким образом, процесс нанесения слоя цветного металла 7 на рабочую поверхность гильзы 1 сопровождает весь

период эксплуатации цилиндропоршневой группы ДВС.

Для подтверждения вышеуказанных положений в условиях лаборатории «Испытания ДВС» ФГОУ ВПО «Ульяновской ГСХА» проведены сравнительные износные исследования образцов типовой и биметаллизированной гильз цилиндра. Для этого была изготовлена установка [4], имитирующая работу цилиндра-

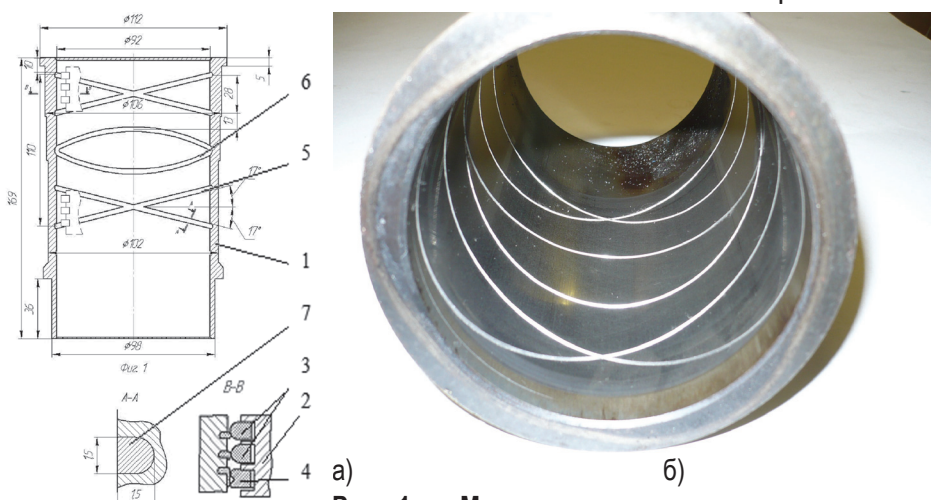


Рис. 1. - Модернизированная гильза цилиндра двигателя УМЗ-417: а) схема расположения канавок; б) общий вид

поршневой группы (рис. 2).

Для ускорения процесса изнашивания в смазочное масло М-8В₁ добавляли микрошлифпорошок М5 по ГОСТ 3647-80 с величиной зерна 3...5 мкм из расчета 0,15 г на 1 кг масла. Масло к рабочей поверхности гильзы 1 подавалось из накопителя 4, установленно-

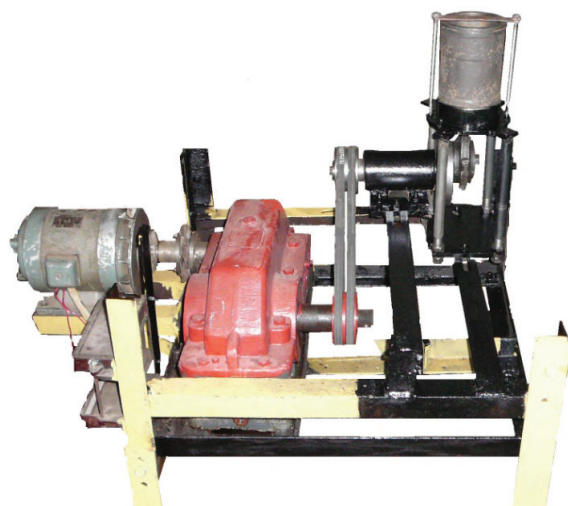


Рис. 2. – Установка для ускоренных испытаний на износостойкость гильзы цилиндра

го на днище поршня 2, по масляным каналам 5 в зону маслосъемного кольца 3 (рис. 3). Испытания продолжительностью 20 часов проводили при частоте вращения коленчатого вала 2000 мин⁻¹.

Износ образцов гильз по высоте определяли по стандартной методике [5] нутромером по индикатору с цифровым отсчетным устройством типа ИЧЦ 12,5 и ценой деления 0,001 мм.

Результаты интенсивности изнашивания гильз цилиндров по высоте представлены на рис. 4.

При исследовании типовой гильзы цилиндра максимальная интенсивность изнашивания J составила в верхней и нижней мертвых точках соответственно 9 мкм/(м·10³) и 7,2 мкм/(м·10³), соответствующих 10 мм от верхнего и 50 мм – от нижнего торца гильзы (рис. 4). Наименьшая интенсивность изнашивания 5,1 мкм/(м·10³) наблюдали на расстоянии 70 мм от верхнего торца гильзы.

Исследования металлизированной медью гильзы цилиндра показали, что в верхней и нижней мертвых точках интенсивность изнашивания составила соответственно 2,8 мкм/(м·10³) и 2,4 мкм/(м·10³), а в средней части гильзы не превышает 1,5 мкм/(м·10³) (рис. 4).

Таким образом, на основании проведенных исследований можно сделать вывод, что металлизация гильзы цилиндра вставками меди позволяет улучшить смазывающие свойства трущейся поверхности гильзы цилиндра. Это подтверждается снижением интенсивности износа гильзы ци-

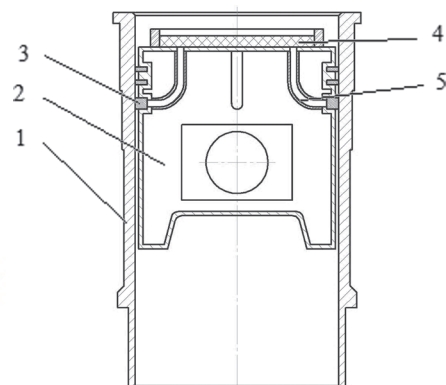


Рис. 3. – Схема смазывания рабочей поверхности гильзы цилиндра

линдра в мертвых точках в 3 раза, а в средней части - в 4 раза.

Библиографический список

1. Симдянкин, А.А. Контактно-силовое взаимодействие деталей цилиндро-поршневой группы / А.А. Симдянкин – С.: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2003. – 42 с.
2. Крагельский, И.В. Трение и износ. – М.: Издательство «Машиностроение», 1968. – 34 с.
3. Салахутдинов, И.Р. Результаты экспериментальных исследований износостойкости деталей с измененными физико-механическими характеристиками поверхности трения / И.Р. Салахутдинов, А.Л. Хохлов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы международной НПК – Ульяновск: УГСХА, 2010. – С. 107-116.
4. Хохлов, А.Л. Установка для ускоренных испытаний деталей цилиндро-поршневой группы / А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов, А.А. Симдянкин // Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях: Материалы Международной НПК. – Волгоград: ВГСХА, 2009. – С. 229-230.
5. ГОСТ 14846-81. Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний. – Действ. с 01.01.82. – 45 с.