

### **Заключение**

Применение устройства для подкорневого рыхления почвы с одновременным внесением подкормки позволит не только снизить расход минеральных удобрений за счет локального внесения, но и повысить эффективность их использования за счет внесения на заданную глубину под корневую систему, характерную для конкретных почвенно-климатических условий.

### **Литература**

1. Шпаар Д. и др. Кукуруза / Под общ. ред. В.А. Щербакова – Мн., "ФУАинформ" 1999.- 192с.
2. Организационно – технологические нормативы возделывания сельскохозяйственных культур; сборник отраслевых регламентов. / Ин. аграр. экономики НАН Беларуси; рук. разработ. В.Г. Гусаков (и др.).- Мн.:Бел. наука, 2005.-460 с.

УДК 621.892:621.793.3

## **УЛУЧШЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДЕТАЛЕЙ ЦИЛИНДРО-ПОРШНЕВОЙ ГРУППЫ ДИЗЕЛЯ Д-243 ПУТЕМ ФРИКЦИОННОГО МЕДНЕНИЯ ЗЕРКАЛА ГИЛЬЗЫ ЦИЛИНДРА**

*Белоусов В.А., Брезгунов Г.В. (БГСХА)*

*Приведены результаты изменения трибологических параметров поверхностного слоя зеркала гильзы цилиндра после фрикционно-механического меднения. Предложена модернизация машины трения 77 МТ-1.*

### **Введение**

Известно, до что 12% мощности двигателя теряется на трение в его деталях. Примерно, половина этой мощности приходится на трение между зеркалом цилиндра и поршневыми кольцами. Если снизить коэффициент трения в два раза, то мощность двигателя возрастет на 3% без увеличения расхода топлива [1].

Одним из способов, способствующих улучшению трибологических параметров (увеличение микротвердости и износостойкости, уменьшение коэффициента трения и времени прирабатываемости) поверхности трения детали является финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО), заключающаяся в нанесении тонкого слоя твердосмазочного материала путем использования явления переноса металла при трении. Толщина образуемого покрытия – 1...5 мкм [2]. Наибольшую известность получило фрикционно-механическое нанесение медьсодержащего металла – фрикционное латунирование, меднение и бронзирование. Финишную обработку ведут прутковым инструментом на токарном станке в присутствии поверхностно-активных веществ.

Взаимодействие под большим давлением твердого металла с мягкий вызывает вырывание частиц мягкого в виде покрытия. Наличие поверхностно-активной среды способствует разрыхлению защитных слоев, пластифицирует поверхность медьсодержащего металла, а образующиеся частицы износа пластически деформируются и энергетически возбуждаются. Действие трибонагрузок и сжимающих давлений спрессовывает частицы износа в имеющиеся углубления, а когда микровпадины заполнены, дальнейшее увеличение толщины покрытия происходит под влиянием адгезиозного взаимодействия, вызывая прочное схватывание нанесенного слоя с подложкой.

Проведенные исследования показали, что при фрикционном меднении чугунной поверхности в среде раствора глицерина и соляной кислоты на поверхности образуется многослойное твердосмазочное покрытие (ТСП), содержащее осажденную медь и полимеры трения [3, 4].

Цель исследований - улучшение трибологических характеристик деталей цилиндро-поршневой группы двигателя Д-243.

### Методика исследований

Поставленная цель достигается фрикционно-механическим меднением зеркала гильзы цилиндра двигателя.

Финишную обработку вели прутком меди М1 диаметром 4 мм при помощи специально изготовленного приспособления [5], устанавливаемого в резцедержатель токарно-винторезного станка.

Фрикционное меднение выполняли за один проход с давлением в зоне контакта 150 МПа, продольной подачей 0,2 мм/об и частотой вращения шпинделя  $96 \text{ мин}^{-1}$ . Покрытие вели в 4 %-ном растворе 0,1 н соляной кислоты в техническом глицерине [3, 4].

Образцы изготавливали из серийных гильз цилиндров и обработанных ФАБО и первых компрессионных поршневых колец двигателя Д-243.

Микротвердость поверхностного слоя зеркала цилиндра определяли на микротвердомере ПМТ-3, при нагрузке 2 Н.

Исследование взаимодействия образцов гильз цилиндров и поршневых колец проводили на модернизированной машине трения возвратно-поступательного действия 77 МТ-1 [6] (рис. 1) с частотой вращения 90° двойных ходов в минуту на длине хода ползуна 52 мм и подаче в зону трения моторного масла М 10Г<sub>2</sub>. Контактное давление в паре составляло 6,0 МПа при нагрузке 1800 Н.

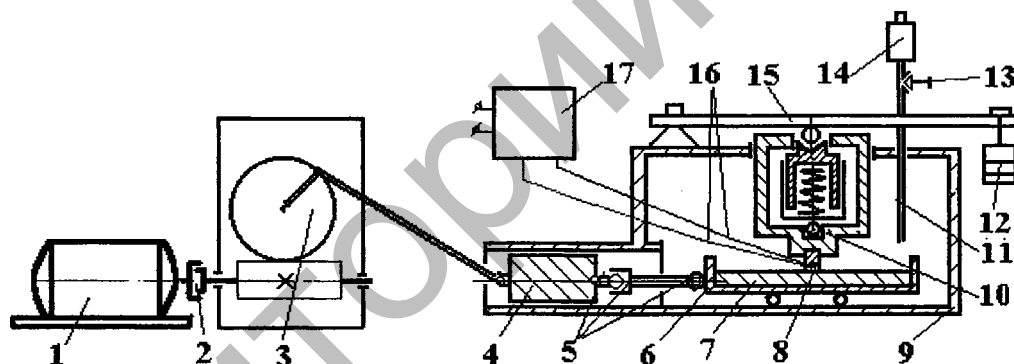


Рисунок 1 - Схема модернизированной машины трения 77 МТ-1:

- 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – червячный редуктор; 4 – крейцкопф; 5 – шарниры;  
6 – ползун (тележка); 7 – образец гильзы цилиндра; 8 – образец поршневого кольца;  
9 – корпус; 10 – шток; 11 – трубка; 12 – груз; 13 – кран; 14 – масленка; 15 – рычаг;  
16 – термопара; 17 – потенциометр КСП-4.

За процессами происходящими в зоне трения деталей следили используя поверхностный метод изменения температуры.

В образец поршневого кольца (рис.2) установили термопару хромель-копель, изготовленную из термоэлектродных проводов 1 диаметра 0,5 мм. Диаметр спая 2 – 1,8...2,0 мм. В образце поршневого кольца 3 сверлили отверстие для термопары. Чтобы обеспечить надежный контакт спая и хороший теплоотвод, отверстие наполняли композиционным составом 4, содержащим силикатный клей и бронзовую пудру.

Термопару 16 (рис. 1) соединяли с потенциометром КСП-4 17 (предназначенным для работы с термопарой хромель-копель). Установленную термопару в образец поршневого кольца подключали к потенциометру и тарировали нагревом в масляной ванне.

Из гильз цилиндров вырезали образцы 7 прямоугольной формы, которые зафиксировали в ползуне 6. Образец поршневого кольца 8 с установленной термопарой 16

закрепляли в штоке 10, термоэлектродные провода термопары 16 – с аналогичными проводами, присоединенными к потенциометру КСП-4 17.

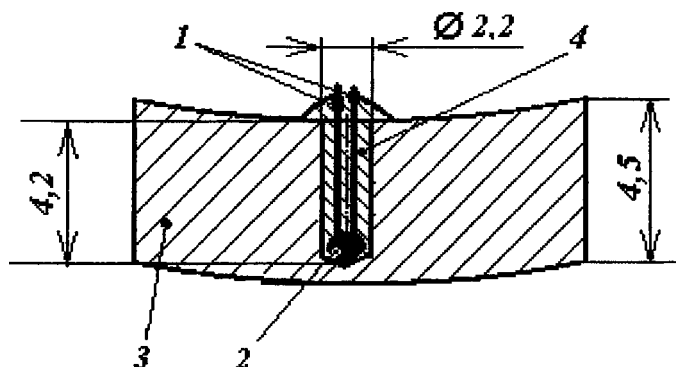


Рисунок 2 - Установка термопары в образец поршневого кольца:  
1 – термоэлектродные провода; 2 – спай термопары хромель-копель;  
3 – образец поршневого кольца; 4 – композиционный состав.

В масленку 14 заливали моторное масло и открывали кран 13, заполняли маслом поверхность над образцом гильзы 7 в течение 5 мин, излишки которого стекали в зону скольжения ползуна 6 с корпусом 9. Включали электродвигатель 1 и делали один полный двойной ход ползуна 6. Затем на рычаг 15 навешивали груз 12, перекрытием крана 13 устанавливали подачу масла в зону трения (одна капля за 15 с), включали потенциометр 17 и проводили исследования.

Сначала изучали прирабатываемость и режимы работы образцов в течении 120 мин, а потом оценивали способность длительности работы при отключении подачи смазки – время схватывания детали (момент резкого увеличения температуры).

Краником 13 перекрывали подачу масла и регистрировали резкое возрастание температуры в зоне трения. Испытания проводили в трехкратной повторности. Износ образцов определяли весовым методом за 120 мин работы на весах ВЛА-200г-М.

### Результаты исследования и их обсуждение

Исследования показали что, отпечаток диагонали алмазной пирамиды имеет длину 24 деления – для гильзы обработанной ФАБО и 38 делений – для серийных, что соответствует  $49,5$  и  $31,2 \cdot 10^{-3}$  МПа.

На рис. 3 показана зависимость изменения температуры в зоне трения образцов за 160 мин.

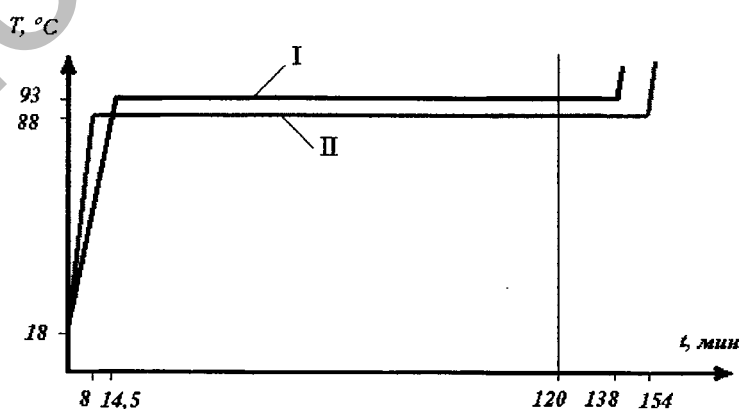


Рисунок 3. График изменения температуры в зоне трения за 160 мин исследований на машине трения 77 МТ-1: I – серийные образцы; II – при наличии покрытия.

Из графика видно, что образцы с покрытием имеют лучшие показатели: меньшее время прирабатываемости, меньшую температуру в установившемся режиме, а после прекращения подачи масла в зону трения способны более длительно противостоять износу.

Износ образцов трущегося сопряжения для серийных пар трения составил: гильз – 0,418 г, колец 0,094 г; имеющих покрытие – 0,276 и 0,061 г соответственно.

### **Выводы**

1. Фрикционно-механическое меднение внутренней поверхности гильзы увеличивает микротвердость поверхностного слоя зеркала цилиндра на 63%.
2. Наличие ТСП на образцах гильз цилиндров способствует уменьшению времени прирабатываемости в 1,6 раза и температуры в зоне трения в установившемся режиме и увеличению времени работы трущегося сопряжения в режиме масляного голодания.
3. Износостойкость образцов, обработанных ФАБО при отключении подачи масла, увеличивается в 1,8 раза.

### **Литература**

1. Гаркунов Д.Н. Избирательный перенос в тяжело нагруженных узлах трения.- М.: Машиностроение, 1982. С.17...22.
2. Карпенков В.Ф., Стрельцов В.В., Приходько И.В. и др. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей. – Пушино: МГАУ им. Горячкина, 1996. с.78.
3. Брезгунов Г.В. Теоретическое исследование химических процессов, происходящих при фрикционно-механическом нанесении медных покрытий на зеркало чугунной гильзы цилиндра // Эксплуатация, ремонт и восстановление сельскохозяйственной техники: Доклады междунар. науч.- практ. конф.– Горки, БСХА, 1997.– С.38...42.
4. Брезгунов Г.В. Влияние концентрации соляной кислоты в глицерине на эффективность фрикционно-механического меднения наружных поверхностей чугунных деталей // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. Ч. 2: Матер. междунар. науч.-практ. конф. – Горки, БГСХА, 2001.– С. 167...171.
5. Устройство для фрикционно-механического нанесения покрытий на внутренние поверхности: Пат. 2803 Республики Беларусь, МКИ<sup>5</sup> С 23С 26/00 / Брезгунов Г.В., Брезгунов А.А. № и 20050702; Заявл. 09.11.2005; Оpubл. 01.03.2006, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы» №2 2006, - 2с.: ил.
6. Машина трения: Пат. 2531 Республики Беларусь, МКИ<sup>5</sup> G 01 N 3/56 / Брезгунов Г.В., Брезгунов А.А. № и 20050297; Заявл. 25.05.2005; Оpubл. 28.02.2006, Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели. Промышленные образцы» №1 2006, - 2с.: ил.

УДК 629.114.2

## **ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ РУЛЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ИЗНОС ШИН**

*Бобровник А.И., Дивин К.И. (БГАТУ)*

*В связи с тем, что колеса 80-90% времени катятся по криволинейным траекториям, необходимо обеспечить умеренный износ шин во всем диапазоне углов поворота управляемых колес. В литературе отсутствуют достаточно точные для практики математические описания износа шин — зависимости износа шин в функции различных параметров: углов установки колеса, наклона шкворней, длины цапфы, свойств шин, углов поворота колес и т. д. Необходимо проведение дополнительных исследований для освещения данной проблемы.*

### **Введение**

В настоящее время, время стремительного роста цен на сырье и энергоресурсы, необходимо искать новые методы снижения энергоемкости существующих процессов и