

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА ПРИРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ФРИКЦИОННЫМ МЕДНЕНИЕМ ЗЕРКАЛА ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
Горки, Беларусь*

Известно, что введение в моторное масло металлоплакирующих (МП) присадок ведет к повышению срока службы автотракторных двигателей, при этом расход масла снижается в 2...18 раз, дымление в 20...30 раз. Улучшаются и другие параметры работы двигателя [1].

Для улучшения прирабатываемости деталей двигателей разработан приработочный компонент «Гретерин-3» [2]. Состав присадки: медь хлорная (соль металла) – порошок голубого цвета; неол АФ<sub>3-6</sub> (оксилитированный алкилфенол) – жидкость, поверхностно-активное вещество (ПАВ); бутиловый спирт – жидкость; олеиновая кислота – жидкость, ПАВ; глицерин – жидкость, ПАВ.

Для приготовления смазочной композиции предусмотрено использование насоса-мешалки, перемешивающей моторное масло с присадкой [3]. Полученный состав заливают в двигатель и производят обкатку.

В то же время, детали цилиндропоршневой группы (ЦПГ) прирабатываются более продолжительное время. При пуске двигателя, а также при прокручивании вала во время холодной обкатки, масло поступает к трущимся деталям через некоторый промежуток времени. Следовательно, первоначальная работа деталей ЦПГ проходит без смазки и действие присадки неэффективно, что оказывает отрицательное влияние на работу двигателя.

Целью настоящих исследований являлось повышение качества приработки деталей автотракторных двигателей.

Поставленная цель достигается в более углубленном изучении процессов механизма действия МП присадки «Гретерин-3» и фрикционного меднения.

Рассмотрим механизм действия присадки. Установлено [4, 5], что соль меди ( $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) растворяется в глицерине, а полученный состав обладает МП свойствами – на трущихся поверхностях образуется многослойное медьсодержащее твердосмазочное покрытие (ТСП). Следовательно, во время обкатки на контактирующих деталях (сопряжения гильза-поршневое кольцо, вал-вкладыш и др.) образуется покрытие, снижающее силу трения, приводящее к уменьшению времени приработки и увеличению моторесурса.

Одновременно во время обкатки двигателя находящиеся в моторном масле олеиновая кислота и неол АФ<sub>3-6</sub> контактируют с трущимися деталями,

пластифицируя поверхностные слои, приводя к ускоренной их приработке (реализуется эффект Ребиндера). Бутиловый спирт служит для стабилизации окислительно-восстановительных процессов протекающих в масле.

Полученное медьсодержащее покрытие во время работы двигателя частично срезается и попадает в моторное масло, содержащее компоненты присадки. Вращением коленчатого вала смазочная композиция активно перемешивается и по масляной магистрали подается к трущимся деталям, образуя на их поверхностях сервовитную пленку (реализуется эффект безызносности), способствуя ускорению процессов приработки.

В настоящее время разработан процесс механического нанесения медьсодержащего металла – фрикционное латунирование, бронзирование и меднение. Поверхность детали обрабатывают прутком металла в присутствии ПАВ. В процессе покрытия микровыступы твердого шероховатого тела (деталь, на которую наносят покрытие) контактируют с микровыступами мягкого металла, вызывая прочное схватывание их между собой. 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 впрессовывает частицы износа в имеющиеся углубления. Когда микровпадины поверхности заполнены, дальнейшее увеличение толщины покрытия происходит под влиянием адгезионного взаимодействия, вызывая прочное схватывание нанесенного слоя с подложкой. Толщина образуемого слоя – 1...5 мкм.

Установлено [4, 6], что наличие такого покрытия приводит к уменьшению коэффициента трения между поршневым кольцом и зеркалом цилиндра в 2 раза, при этом срок службы двигателей повышается на 20-25%, и снижается расход топлива на 2,8%.

Наиболее простым и недостаточно изученным является процесс фрикционно-механического меднения зеркала цилиндра. Прделанные нами исследования показали [7, 8], что меднение чугуновой поверхности предпочтительно вести в технологической среде глицерина, содержащей соляную кислоту. Рассмотрим химические процессы, происходящие на поверхности при этом.

Все металлы на воздухе подвергаются окислению. Скорость образования окисной защитной пленки исчисляется долями секунды. Формирование этих слоев происходит постепенно, образуя на поверхности железосодержащего металла различного вида слои:  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $FeO$  и  $Fe$ , схема образования которых представлена на рисунке.

Наличие небольшого количества соляной кислоты оказывает положительное влияние на модифицирование поверхностных слоев трущихся поверхностей. Уже в начальной стадии трения наличие активных ионов хлора способ-

ствуют быстрому протеканию химических реакций с металлом, удаляя окисные защитные слои, образуя на поверхности хлориды железа (формулы 1...8):

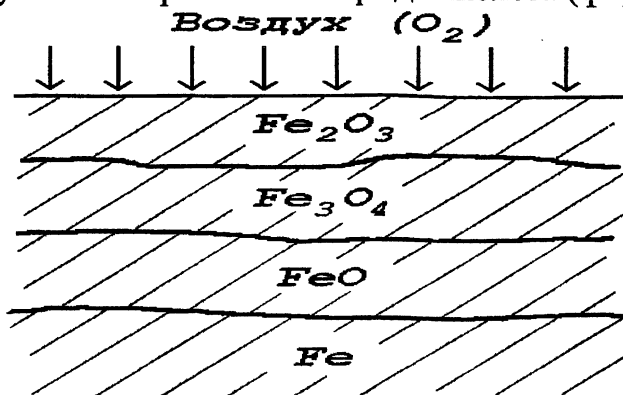
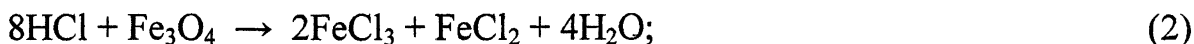


Рисунок. Структурная схема образования окисных защитных слоев на чугуновой поверхности.

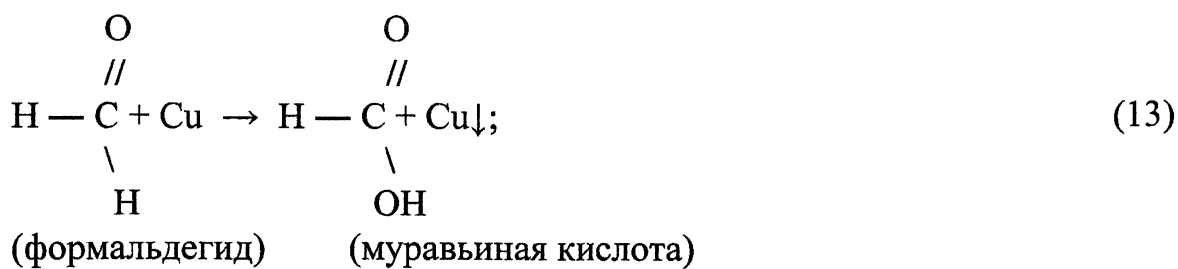
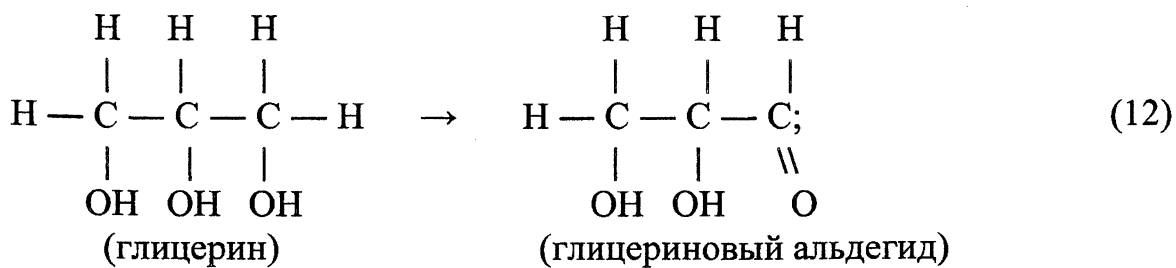
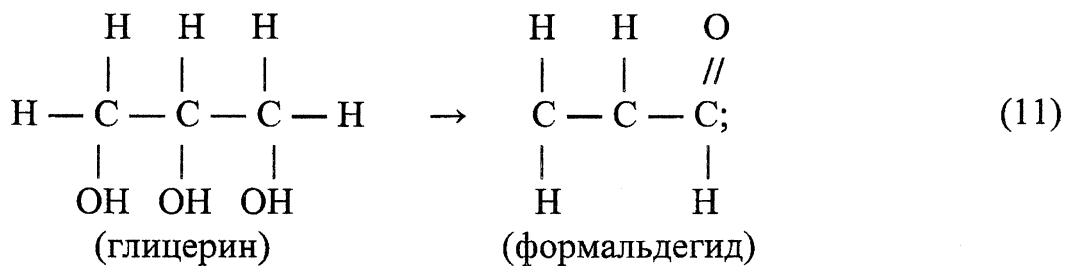
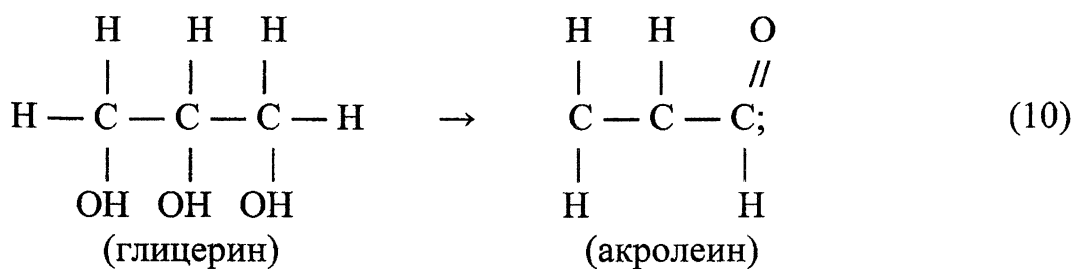
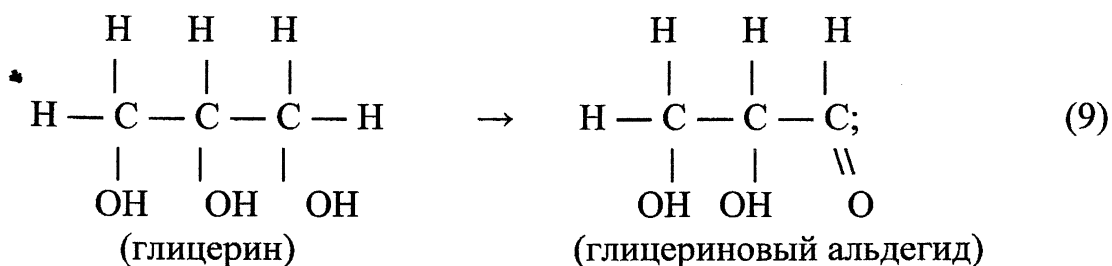


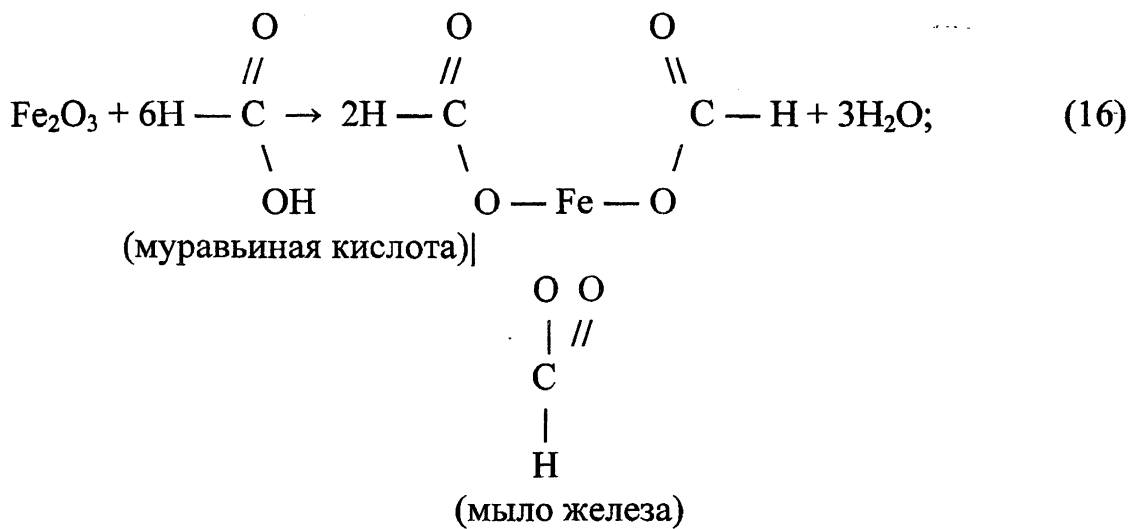
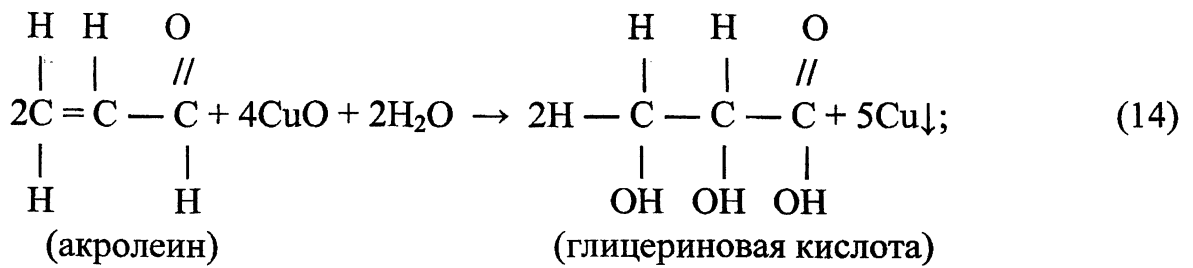
В дальнейшем в результате механического взаимодействия (трения в присутствии ПАВ о чугуновой поверхности) происходит разрушение полученных хлорсодержащих пленок. Медь в силу электрофоретического движения переносится на очищенную поверхность в зоне контакта, образуя медное покрытие.

Глицерин хорошо впитывает влагу, а при трении разлагается на глицериновый альдегид, акролеин, формальдегид и глицериновую кислоту (формулы 9...12):

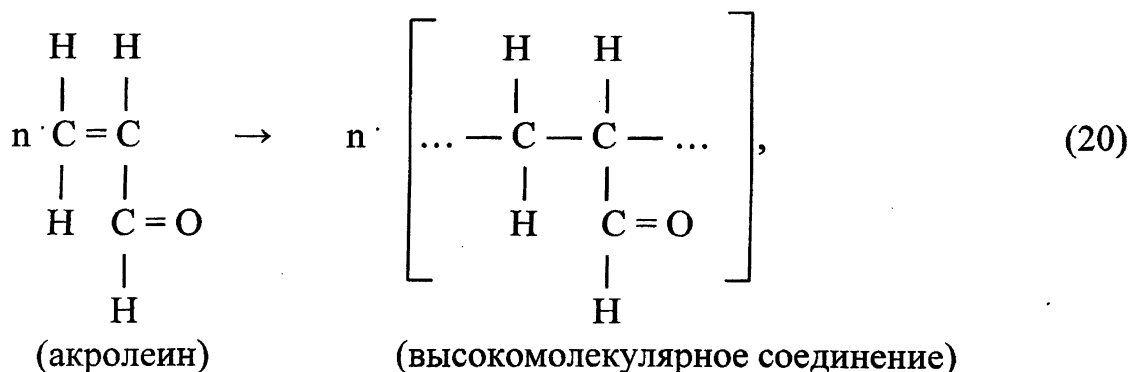
Химические взаимодействия, протекающие в зоне трения, приводят к образованию твердосмазочного покрытия, состоящего из осажденной меди и поверхностно-активных веществ, так называемых мыл (формулы 13...17):

Одновременно в результате трибоактивации происходит превращение высокомолекулярных соединений и полимеров трения на трущихся поверхностях в защитные полимерные пленки (формулы 18...20):









где  $n$  – количество взаимодействующих молекул.

Таким образом, на поверхности зеркала цилиндра образуется многослойное медьсодержащее покрытие. Его толщина составляет 0,5...2 мкм [8].

Описанные химические превращения являются составной частью протекания процессов самоорганизации (эффект безызносности) [4, 6], для протекания которого необходимы следующие условия: скорость скольжения детали: до 6 м/с, контактное давление до 40 МПа и температура 313-343 К° [9].

Проделанные исследования [10] показали, что при фрикционным меднении чугунной поверхности в среде раствора глицерина, содержащем 4% соляной кислоты, образуется многослойное полимеромедьсодержащее покрытие при этом температура не превышает 338 К°.

Следовательно, полученное покрытие образуется в технологически установленном температурном интервале, являясь составной частью протекания процессов самоорганизации.

Обкатка двигателя, имеющего на зеркале такое покрытие, будет способствовать форсированию процессов приработки деталей ЦПГ.

В то же время обкатка двигателя, имеющего фрикционно-механическое ТСП на масле, содержащем, неонол АФ<sub>3-6</sub>, бутиловый спирт и олеиновую кислоту, ускорит процессы приработки деталей двигателя в целом, а также получит обкатку двигателя на масле, содержащем МП присадку «Гретерин-3».

### **ВЫВОДЫ:**

1. Фрикционное меднение зеркала гильзы цилиндра в технологической среде раствора глицерина и соляной кислоты является составной частью протекания процесса эффекта «безызносности».

2. Для повышения качества приработки деталей автотракторных двигателей целесообразно сначала проводить фрикционно-механическое меднение зеркала цилиндра, а затем обкатывать двигатель на масле, содержащем неонол АФ<sub>3-6</sub>, бутиловый спирт и олеиновую кислоту.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гаевик Д.Т. Определение качества смазочных материалов и их пригодности для использования // Ремонт, восстановление и модернизация. № 8, 2002г. С. 6-12.
2. Стрельцов В.В., Попов В.П., Карпенков В.Ф. Ресурсосберегающая ускоренная обкатка отремонтируемых двигателей. – М.: Колос, 1995. с.258.
3. Рекомендации по применению металлоплакирующих присадок в составе автотракторных масел при заводской обкатке капитально отремонтированных сборочных единиц сельскохозяйственной техники. – М.: ГОСНИТИ. – 1991.-с.19.
4. Карпенков Ф.Д., Стрельцов В.В. Приходько И.В. и др. Финишная антифрикционная безабразивная обработка (ФАБО) деталей. – Пушкино: МГАУ им. Горячкина, 1996. 107с.
5. Брезгунов Г.В. Теоретическое обоснование способа внесения составляющих металлоплакирующих присадки Гретерин-3 для повышения интенсивности приработки деталей автотракторных двигателей // Наука – образованию, производству, экономике. Том 1.: Материалы международной научно-технической конференции. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – С.242-246.
6. Справочник по триботехник: В 3-х т. / Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. Т.1. Теоретические основы. - М.: Машиностроение, 1990. - 416с.
7. Брезгунов Г.В. Выбор среды для нанесения медьсодержащих фрикционных покрытий // Механизация мелиоративных работ: Сб. науч. тр. БСХА. – Горки: 1997. С.67-69.
8. Брезгунов Г.В. Влияние концентрации соляной кислоты в глицерине на эффективность фрикционно-механического меднения наружных поверхностей чугуновых деталей // Актуальные проблемы механизации сельскохозяйственного производства. Часть 2: Материалы международной научно-практической конференции. – Горки: 2001. – С.167-171.
9. Словарь-справочник по трению, износу и смазке деталей машин / В.Д. Зозуля, и др. АН УССР. Ин-т проблем материаловедения. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наук. думка, 1990. – 264с.
10. Брезгунов Г.В. Определение температуры в зоне взаимодействия прутка с деталью при фрикционно-механическом меднении наружной поверхности // Социально-экономические и экологические проблемы мелиорации и водного хозяйства: Материалы международной научно-практической конференции. – Горки, 2004. – С.194-200.