

УДК 621.789

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ

*М.М. Замальдинов, кандидат технических наук, доцент,*

*тел. 8(8422) 55-95-97, zamaldinov.marat@mail.ru,*

*С.А. Яковлев, кандидат технических наук, доцент,*

*тел. 8(8422) 55-95-97, jakseal@mail.ru,*

*С.Ш. Хасянов, студент 3 курса, инженерный факультет  
ФГБОУ ВО Ульяновская ГСХА*

**Ключевые слова:** топливная аппаратура, прецизионные детали, изнашивание, топливный насос, хромирование.

*Работа посвящена изучению метода хромирования деталей топливной аппаратуры в электролите.*

**Введение.** Ухудшение показателей топливоподачи, влияющих на работу двигателя, происходит по нескольким причинам: из-за износа деталей и сопряжении, изменения состояния деталей определяющих настраиваемые показатели (изменение жёсткости пружин регулировочных зазоров и т.п.), а также ввиду отклонения регулировочных показателей от необходимых в процессе ремонта или технического обслуживания топливной аппаратуры.

К основным износам прецизионных деталей относятся: абразивный, механический с сопутствующим абразивным, жидкостно-абразивный, коррозионный, окислительный, схватывание, кавитация и усталостный.

Материалы для прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры, в частности для плунжеров и втулок насосных секций, должны обладать постоянством размеров и удовлетворять в первую очередь требованиям повышенной износостойкости, так как названные детали работают главным образом в условиях абразивного изнашивания.

Наиболее широко для изготовления прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры используются стали ХВГ и Х (ШХ 15) - это инструментальные стали повышенной прокаливаемости, которые при закалке обеспечивают минимальное коробление. Для получения высокой твердости и износостойкости инструментальные стали подвергают закалке на мартенсит.

Топливные насосы, в которых отказ произошел не из-за износа основных сопряжении, направляют в текущий ремонт или даже на техническое обслуживание.

Практика проведения капитального ремонта насосов независимо от фактической потребности в нем, приводит к неоправданным затратам и снижению качества ремонтных работ.

**Материалы и методы исследования.** Так как износ плунжерных пар малый (10...200 мкм), то их целесообразно восстанавливать хромированием. Электролитическое хромирование представляет значительный практический интерес в плане повышения износостойкости трущихся поверхностей, защиты от коррозии и декоративной отделки деталей, для восстановления изношенных или бракованных деталей. В результате хромирования улучшаются их эксплуатационные показатели. Согласно высказываниям ведущих ученых по восстановлению деталей, особый интерес привлекает ванный способ хромирования. Этот способ позволяет одновременно хромировать большое количество деталей в одной ванне и за счёт этого иметь высокую производительность технологии. Желательно загружать в ванну детали одного типа, чтобы они получили одинаковую твердость, износостойкость, толщину слоя хрома, а так же требуемые физико-механические свойства. При восстановлении деталей хромированием ванным способом требуется поддерживать постоянную концентрацию электролита в прикатодном слое, тогда можно получить желаемые результаты.

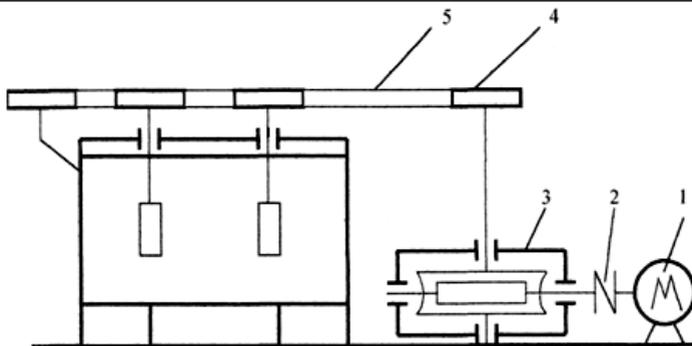
Предлагаемый способ хромирования включает помещение обрабатываемой детали в электролит и пропускание электрического тока между этой деталью, являющейся катодом, и погруженным в электролит анодом. При этом деталь приводится во вращение с линейной скоростью любой точки обрабатываемой поверхности, равной 0,3...0,7 м/мин.

Кинематическая схема привода изображена на рисунке 1.

Привод с регулируемой частотой вращения посредством клиноременной передачи сообщен со всеми шкивами системы подвесок для обрабатываемых деталей.

На рисунке 2 представлен общий вид устройства, предназначенного для реализации этого способа.

Устройство для хромирования плунжеров и плунжерных пар включает ванну 1 для электролита и установленными по её длине парами параллельно расположенных анодов 2 и систему подвесок обрабатываемых деталей, каждая из которых имеет горизонтально расположенный шкив 3, установленный с возможностью его вращения относительно вертикальной оси и скрепленный с держателем 4 обрабатываемой детали 5, а также систему электропитания (не показана), соответствующие выходы которой электрически связаны с анодами 2



1 - электродвигатель; 2 - муфта; 3 - редуктор; 4 - шкив; 5 - клиноременная передача  
Рисунок 1 - Кинематическая схема привода устройства для вращения детали в электролите

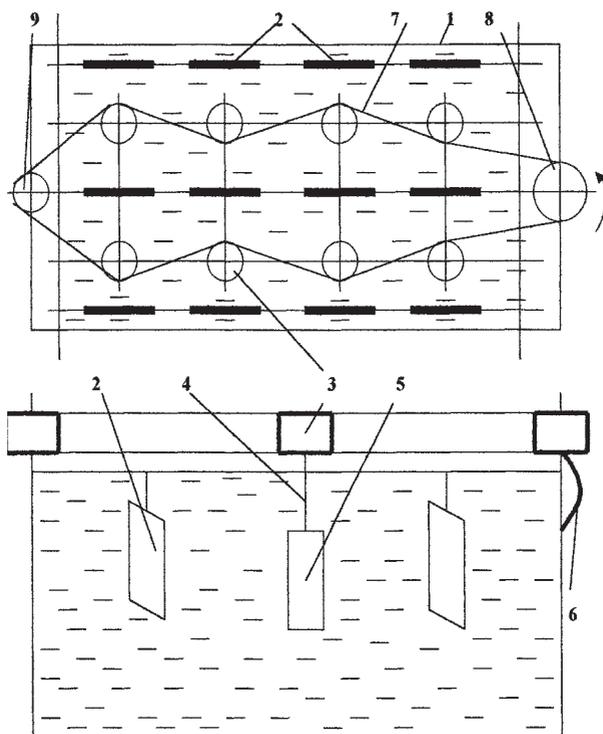


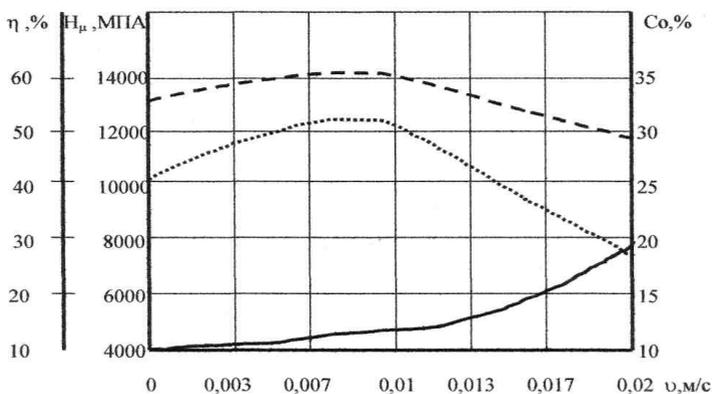
Рисунок 2 - Схема гальванической ванны

и с обрабатываемыми деталями 5, привод 6 с регулируемой частотой вращения. Посредством клиноременной передачи 7 и приводного ролика 8 выход привода 6 сообщен со всеми шкивами 3 системы подвесок обрабатываемых деталей. Натяжной ролик 9 в данном случае позволяет установить требуемое натяжение ремня 7.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При работе данного устройства этот способ реализуется следующим образом. В ванну 1 заливается электролит, содержащий хромовый ангидрид и серную кислоту при соотношении по массе между ними 100:1, при содержании хромового ангидрита 150...250 г/л и серной кислоты - 1,5...2,5 г/л. После чего обрабатываемые детали 5 - плунжеры и плунжерные пары укрепляют на держателях 4 и погружают в электролит. Включают привод 6 и приводной ролик 8 начинает вращаться, приводя в движение ремень 7 клиноременной передачи. Устанавливают скорость перемещения клиноременной передачи 7 такой, чтобы шкивы 3 вращались с линейной скоростью обрабатываемой поверхности, равной 0,3...0,7 м/мин, что определяется экспериментально для конкретного привода и тарируется для последующего управления приводом в ручном или автоматическом режиме. Плотность тока при этом устанавливают в пределах 80...140 А/дм<sup>2</sup> при температуре электролита 50...55 °С. При этом на поверхность деталей 5 наносится равномерное покрытие при выходе по току до 40...45 %, что превышает аналогичный показатель для стандартного электролита в 1,5...2 раза. Микротвердость покрытий при этом составляет 1300...1500 кг/мм<sup>2</sup>. Так для плунжеров диаметром 9 мм скорость перемещения любой точки их внешней поверхности составила 0,5 м/мин и поддерживалась постоянной в ручном режиме при плотности тока, равной 95...100 А/дм<sup>2</sup> и скорости осаждения покрытия около 0,2 мм/час.

**Заключение.** В результате исследований установлено, что повышение производительности осаждения хромовых покрытий возможно за счет вращения детали при электролизе и введения в электролит хлористого кобальта. Результаты исследования (рис. 3) показывают, что при увеличении скорости вращения детали в хромокобальтовом электролите от 0 до 0,01 м/с выход по току и содержание кобальта в покрытии стремительно возрастают.

Выход металла по току растет от 40 до 50 %, а содержание кобальта в покрытии увеличивается до 13 %. Микротвердость покрытий не изменяется и составляет около 14000 МПа вследствие стабильности концентрации ионов металла в прикатодном слое. При дальнейшем увеличении скорости вращения детали микротвердость и выход по току



**Рисунок 3 - Влияние скорости вращения детали в электролите на выход по току ( $\eta$ , %), микротвердость ( $H_\mu$ , МПа) и содержание кобальта ( $Co$ , %)**

заметно снижаются. Содержание же кобальта в покрытии продолжает расти и при скорости вращения детали  $V=0,02$  м/с достигает 20 %. Такое явление объясняется более высоким электрохимическим эквивалентом кобальта по сравнению с хромом. Снижение микротвёрдости покрытий объясняется повышенным содержанием кобальта в покрытии. Оптимальная скорость вращения детали в электролите  $V=0,01$  м/с. Увеличение концентрации хлористого кобальта в электролите более 50 г/л нецелесообразно потому, что при высоких плотностях тока осаждаются шероховатые покрытия. Для осаждения гладких покрытий необходимо снизить плотность тока со 120 до 80 А/дм<sup>2</sup>. Отсюда видно, что для каждой плотности тока существует оптимальное соотношение концентрации компонентов, составляющих электролит.

По окончании хромирования ток размыкается; первая промывка детали ведется в ванне с дистиллированной водой, чтобы не терять приставшего к изделию ценного раствора хромового ангидрида. После ведется промывка в холодной проточной воде, затем в горячей, далее производится демонтаж подвески, снятие изоляции и сушка. Заключительной операцией является шлифование.

#### *Библиографический список*

1. Замальдинов, М.М. Очистка отработанных моторных масел от нерастворимых примесей и воды / М.М. Замальдинов, А.А. Глущенко, И.Р. Салахутди-

- нов // Образование, наука, практика: инновационный аспект: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной Дню российской науки. Пенза: ГСХА, 2015. С. 101-104.
2. Глущенко, А.А. Очистка отработанных моторных масел от механических примесей и воды фильтрованием / А.А. Глущенко, М.М. Замальдинов // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VI Международной научно-практической конференции. Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2015. С. 165-167.
  3. Замальдинов, М.М. Теоретическое обоснование процесса фильтрации отработанных масел / М.М. Замальдинов, А.А. Глущенко, К.У. Сафаров // Новината за напредна наука: материали за 10-а международна научна практична конференция. Редактор: Милко Тодоров Петков. 2014. С. 52-55.
  4. Глущенко, А.А. Очистка отработанных минеральных моторных масел от загрязнений / А.А. Глущенко, М.М. Замальдинов // Уральский научный вестник. 2014. № 21 (100). С. 103-109.
  5. Глущенко, А.А. Анализ изменения содержания присадок в моторных маслах / А.А. Глущенко, М.М. Замальдинов, И.Р. Салахутдинов, К.Е. Анохин // Сельский механизатор. 2015. № 4. С. 38-40.
  6. Колокольцев, С.А. Очистка и частичное восстановление эксплуатационных свойств отработанных моторных минеральных масел применением модульной установки / С.А. Колокольцев, М.М. Замальдинов // Развитие агропромышленного комплекса юга России: сборник тезисов научно-исследовательских проектов II Всероссийского конкурса научно-исследовательских работ учащихся, студентов, аспирантов (соискателей) и научных сотрудников. Редакционная коллегия: Н.Р. Ожерельева, Н.В. Камерова, Е.А. Мазова. 2013. С. 109-113.
  7. Замальдинов, М.М. Технологический процесс компаундирования очищенных отработанных моторных минеральных масел / М.М. Замальдинов, А.А. Глущенко // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: материалы VII Международной научно-практической конференции. Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2016. С. 41-46.

## IMPROVING THE PROCESS OF RECOVERY PRECISION PARTS OF FUEL EQUIPMENT OF DIESEL ENGINES

*Zamaldinov M.M., Yakovlev S. A., Hasjanov S.S.*

**Key words:** *fuel equipment, precision parts, wear, fuel pump, chrome plating.*

*This study focuses on the method of chroming parts of fuel equipment in the electrolyte.*