

УДК 669.8

АНАЛИЗ ДЕТАЛЕЙ, ПОДЛЕЖАЩИХ ВОССТАНОВЛЕНИЮ ХРОМИРОВАНИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАНОПОРОШКОВ

Плугатарёв А.В., аспирант

(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. Петра Василенко)

Рассмотрена возможность повышения эксплуатационных свойств хромируемых покрытий путем активации поверхности основного металла щеточной обработкой и введением в технологический процесс принудительного перемешивания хромового электролита с нанопорошками алмаза и алюминия.

В Украине автомобильный парк Mitsubishi весьма велик, а большую часть его "внедорожной" линейки составляют дизельные автомобили Pajero ("Паджеро"), Pajero Sport ("Паджеро Спорт") и L200, оснащённые моторами 4M41 и 4D56.

Они надёжны в эксплуатации. Их последние модификации оснащены системой дизельного впрыска Common Rail (CR).

К числу основных встречающихся неисправностей автомобилей с пробегом 80 000 км и более, относятся следующие детали топливной аппаратуры фирмы ZEXEL (японский производитель, лицензия BOSCH): роторный ТНВД с электронным управлением VRZ-типа и четыре двухходовые форсунки (с двумя ступенями открытия).

Эти детали весьма чувствительна к качеству топлива. Наличие посторонних частиц, воды и примесей быстро приводит ТНВД в нерабочее состояние (один из вторичных признаков необходимости ремонта - сломанный шток поршня в системе опережения топливного насоса).

Ремонт элементов топливной аппаратуры (ТНВД и форсунок) возможен на любой стадии износа, но в случае ТНВД BOSCH VRZ он осложнён высокой стоимостью комплектующих.

Коррозия внутренних полостей топливного бака - распространенная повреждаемость Pajero 3. После 100.000 км пробега обязательно следует проверить состояние топливного бака, так как отслаивающиеся частицы коррозии металла быстро распространяются по всей топливной системе и выводят её из строя, прежде всего ТНВД.

В современном автомобилестроении требования к экономичности и экологичности силовых агрегатов все более возрастают, поэтому конструкция и способы управления двигателей и их компонентов постоянно совершенствуются.

Что касается топливной аппаратуры дизелей, тенденция развития состоит в следующем:

Давление впрыскивания постоянно увеличивается для обеспечения более тонкого распыления топлива в камере сгорания, для образования более однородной топливовоздушной смеси и, как следствие, более полного ее сгорания с максимальной эффективностью.

Процесс управления впрыском топлива становится все более сложным, поскольку он разделяется на несколько подвпрысков. Количество впрыскиваемого топлива и время его осуществления регламентируется все более точно. Самой современной разработкой в области дизельной топливной аппаратуры является система Common Rail (Рис.1).



Рис.1. - Внешний вид топливной аппаратуры системы Common Rail.

Кратко рассмотрим принцип работы системы Common Rail. Топливный насос создает высокое давление (до 1500...2500 атм) в распределительном трубопроводе (так называемой рампе). В зависимости от режимов работы ДВС давление в рампе регулируется в пределах от 200 до 1500...2500 атм. Это давление постоянно подведено к форсункам, которые открываются подачей коротких импульсов с блока управления двигателем. Величина и время подачи топлива определяется длительностью и количеством этих импульсов.

Электронное регулирование системы Common Rail позволяет очень гибко подходить к управлению процессом топливоподачи, но и накладывает жесткие требования на ее элементы - форсунки: они должны четко реагировать на очень короткие управляющие импульсы, т.е. их элементы должны двигаться без малейшего сопротивления, и в то же время эти элементы должны удерживать топливо под чрезвычайно высоким давлением.

Для обеспечения этих условий форсунка содержит несколько прецизионных (т.е. очень точно исполненных) сопряжений деталей. Нарушение подвижности и герметичности сопряжений этих деталей, вследствие

применения некачественного топлива ведет, за собой выход из строя форсунки в целом.

Износ металла при таких экстремальных нагрузках происходит ускоренными темпами, поэтому наличие в топливе даже небольшого количества абразива приводит к ускоренному износу запирающих поверхностей. При содержании в топливе воды сопряженные поверхности корродируют и теряют подвижность.

Качество нашего дизельного топлива не всегда удовлетворяет требованиям, поэтому довольно часто происходит нарушение работоспособности топливной системы из-за неисправности форсунок. Естественно, что владельцев автомобилей, оборудованных системой Common Rail, интересуют надежность и ремонтпригодность эксплуатируемых форсунок. Это и является целью данных исследований. Рассмотрим форсунки основных мировых производителей компонентов системы Common Rail - фирмы Bosch, Delphi, Denso и Siemens, а также возможность их реновации специальным хромированием

Ведущую роль в этом списке занимает фирма Bosch как с точки зрения объема применяемых форсунок, так и их надежности и ремонтпригодности. Эти форсунки, из-за особенностей конструкции, наименее чувствительны к качеству применяемого топлива. В случае же выхода их из строя, все прецизионные узлы этих форсунок могут быть восстановлены хромированием, а форсунка может быть отрегулирована до соответствия тестовому плану фирмы-производителя.

Фирма Bosch наиболее полно и оперативно, по сравнению с другими производителями, обеспечивает ремонтный сервис соответствующими запчастями, технологией и оборудованием.

Процесс износостойкого хромирования по сравнению с защитно-декоративным обладает некоторыми особенностями:

- напряжение на клеммах ванны более высокое (около 5,5 В), что является результатом применения менее концентрированных электролитов;
- плотности тока, применяемые при хромировании, должны быть более высокими;
- толщина слоя хрома несоизмеримо большая, что требует значительной продолжительности процесса, достигающего в отдельных случаях 24 ч;
- режим электролиза следует поддерживать в строго установленных пределах. Отклонения от установленной величины плотности тока и температуры электролита в процессе электролиза могут вызвать дополнительные напряжения в слое осажденного хрома;
- хромированию подвергают стальные и чугунные детали без покрытия промежуточным слоем какого-либо другого металла;
- перед хромированием следует выдерживать детали в ванне без тока в течение 1-2 мин., для того чтобы их поверхность достигла температуры электролита [2].

Режими хромирования, обеспечивающие получение блестящих (более твердых) и молочных (сравнительно мягких и эластичных) осадков, выбирают в зависимости от назначения деталей, условий их службы и требований, предъявляемых к покрытию [3]. Используют следующие режимы хромирования для получения осадков того или иного типа:

а) при осаждении блестящего хрома:

- температура электролита 54 – 56 °С
- катодная плотность тока D_k 30 – 50 А/дм²
- температура электролита 66 – 68 °С
- катодная плотность тока D_k 80 – 100 А/дм²

б) при осаждении молочного хрома:

- температура электролита 68 – 72 °С
- катодная плотность тока D_k 25 – 30 А/дм²

в) при осаждении молочно-блестящего (дымчатого) хрома:

- температура электролита 60 – 65 °С
- катодная плотность тока D_k 30 – 35 А/дм²

В зависимости от плотности тока, температуры и состава электролита можно получить различную твердость покрытий:

- матовое - твердостью 900-1200 НВ;
- блестящее - 600-900 НВ;
- молочное - 400-600 НВ.

В процессе хромирования катодом, служит изделие, а в качестве анода применяют свинцовые пластины или – из его сплава с добавлением 5-10% сурьмы. Электролитом является водный раствор хромового ангидрида CrO_3 с массовой концентрацией 150-400 г/л, и добавкой 1,5-4 г/л химически чистой серной кислоты H_2SO_4 . Высокая концентрация хромового ангидрида уменьшает выход по току и рассеивающую способность электролита. Низкая концентрация вызывает необходимость более высокой корректировки электролита вследствие нарушения соотношения между хромовым ангидридом и серной кислотой, которое должно быть 100:1 [4].

При выборе режима хромирования следует учитывать рельефность детали и форму применяемого анода, определяющими степень неравномерности распределения тока между ближними и дальними её участками.

При хромировании может оказаться, что отдельные участки поверхности детали не покрываются хромом. Для предупреждения этого рекомендуются следующие меры.

При покрытии хромом деталей, имеющих некоторый рельеф или при одновременном покрытии одностипных, смонтированных на нескольких подвесках, хромирование следует начинать с толчка тока. При этом плотность его должна быть, примерно, в 1,5 раза больше заданной. Продолжительность толчка тока составляет 2-3 мин., затем его плотность постепенно, в течение нескольких минут, снижают до установленной величины. Если по техническим

причинам невозможно создание толчка тока, то хромирование следует начинать хотя бы при установленной или близкой к ней величине плотности тока. Не допускается начинать электролиз с небольшой плотности тока, а затем повышать ее до требуемой величины.

Наряду с преимуществами хромирования имеют место и ряд недостатков: длительность процесса и сложность подготовительных работ; низкий КПД хромовых ванн и относительно высокая стоимость процесса хромирования; снижение усталостной прочности восстановленной детали и тонкий слой покрытия. Электролитический процесс имеет ту существенную особенность, что хром осаждается не из растворов его солей, а из хромовой кислоты. Хром более электроотрицателен, чем железо, но благодаря свойству пассивироваться, он изменяет свой потенциал, становясь более электроположительным, чем железо, и приближаясь этим к благородным металлам. Поэтому в гальванической паре хром - железо первый не защищает железо электрохимически. В связи с высокой пористостью хромовых покрытий хром защищает железо механически лишь при наличии подслоя других металлов. Благодаря образованию пассивной пленки хром нерастворим в азотной кислоте. Серная кислота медленно растворяет хром. В соляной кислоте хром растворяется достаточно хорошо. Органические кислоты, сероводород и щелочи не реагируют с хромом. Хромовые беспористые покрытия хорошо защищают сталь. В процессе хромирования происходит насыщение поверхностного слоя стали водородом, создается так называемая «водородная хрупкость». Поэтому для тонкостенных закаленных изделий типа пружин, вибраторов и им подобных, хромирование не применяют.

Для повышения физико-механических свойств хромируемых деталей на кафедре университета была разработана и смонтирована установка, которая позволяет выполнять процесс электролиза с применением ультрадисперсных алмазов.

Установка оснащена электромагнитной мешалкой, которая позволяет проводить хромирование деталей, где в состав электролитов входят нанопорошки (рис. 2).

Для повышения качества и стойкости покрытий в эксплуатации за счет обеспечения его высокой твердости и сцепляемости с основным металлом, уменьшения коэффициента трения выполнена реконструкция оборудования для хромирования.

Согласно цели работы решали следующие задачи:

- улучшения качества осаждаемого покрытия за счет введения в электролит нанопорошков;
- повышения сцепляемость осаждаемого хромированного слоя за счет предварительной равномерной активации поверхности основного металла щеточной обработкой;
- повышения твердости осаждаемого покрытия за счет формирования более мелкого зерна и уменьшения доли водорода.

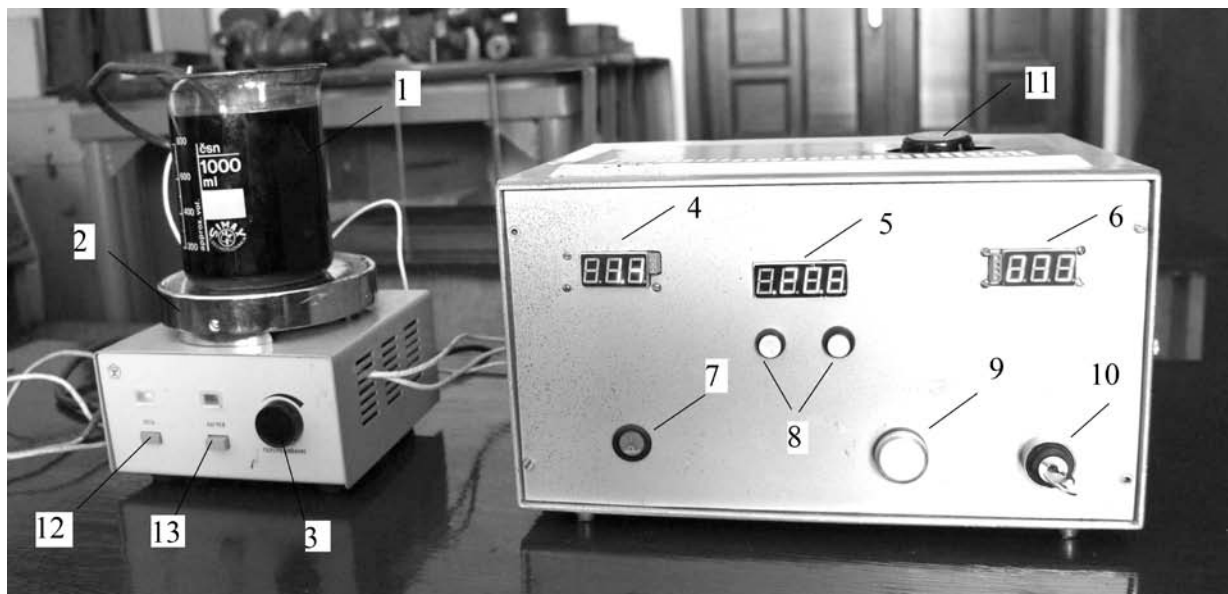


Рис.2. - Установка для нанесения хромо-алмазных покрытий:

1 - термостойкая колба с электролитом; 2- электрический тэн для подогрева электролита; 3- регулировка частоты вращения электромагнита; 4- цифровой вольтметр; 5- цифровой термометр; 6- цифровой амперметр; 7- кнопка включения электрического тэна; 8- кнопки включения функции гистерезиса термометра; 9- индикаторная лампа включения установки; 10- электрозамок включения установки; 11- регулировка плотности тока электролита; 12-кнопка включения электромагнитной мешалки; 13- кнопка включения электромагнита.

Сделана попытка повысить уровень потребительских свойств за счет введения дополнительных добавок нанопорошков: ультрадисперсных алмазов (УДА) и алюминиевой пудры.

После проведенной активации поверхности основного металла и хромировании в электролитах с добавлением УДА в одном случае и алюминиевой пудры – в другом четко просматривается на рис.3, 4 самоорганизованное выстраивание наночастиц в ряды.

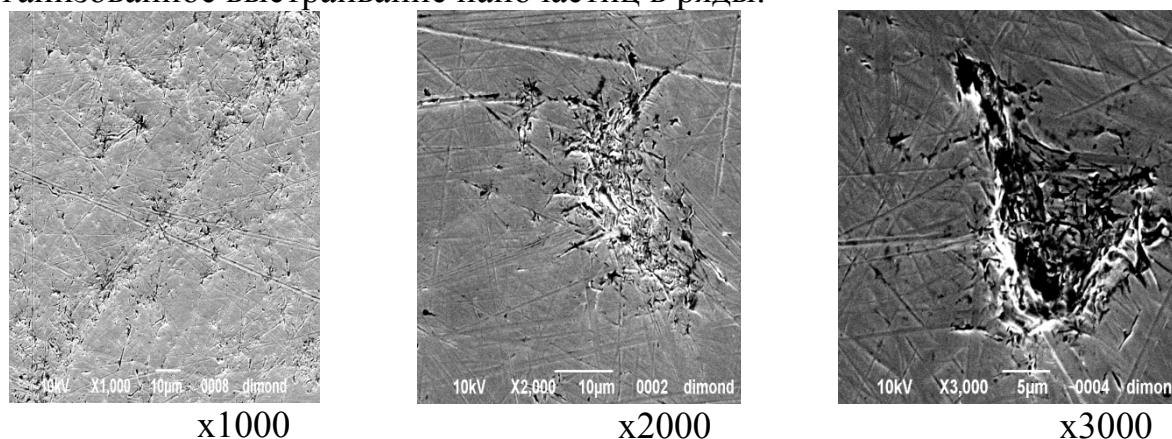


Рис. 3 - Микроструктура покрытий с добавлением в хромовый электролит УДА

Недостатком введения нанопорошков в электролит является их агрегатирование с формированием зон их скоплений. Это происходит из-за их неравномерного распределения в электролите. Отсутствует необходимое перемешивание электролита из-за чего вводимые присадки не находятся во взвешенном состоянии.

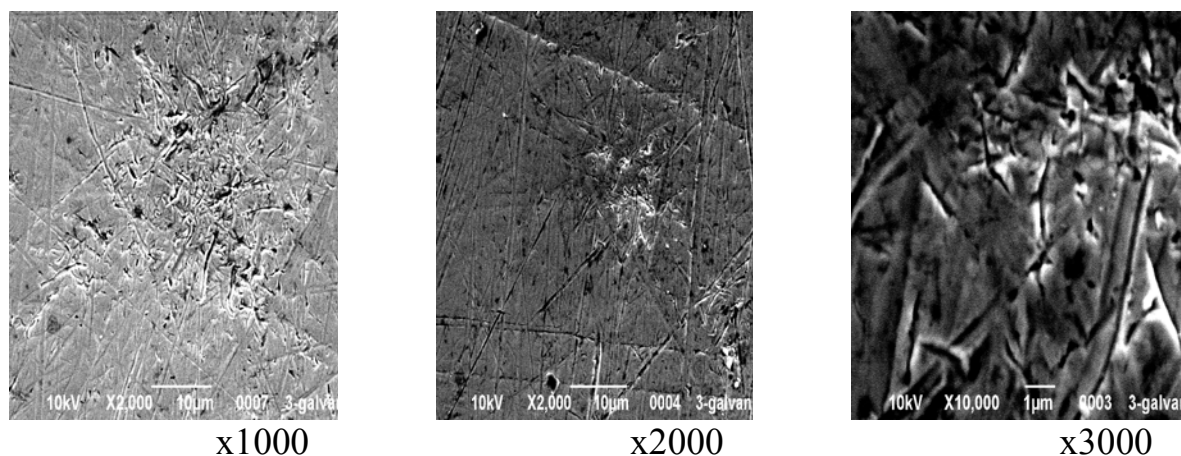


Рис. 4 - Микроструктура покрытий с добавлением в хромовый электролит алюминиевой пудры

Выполнена разработка способа ввода порошков и модернизация технологического процесса при хромировании с введением нанопорошков:

- осуществляли постепенный ввод нанопорошков;
- обеспечили равномерную активацию поверхности;
- проводили технологический процесс при постоянном перемешивании электролита (барботаж, принудительная циркуляция, механическое перемешивание) [1].

Выполнен сопоставительный анализ уровня микротвердости без добавок и с вводом нанопорошков (табл.1) без использования перемешивания электролита.

Таблица 1 - Микротвердость хромированных покрытий

Вид покрытия	Уровень микротвердости Н-50		
	Покрытие	Область скопления агрегатирования порошков	Переходная зона
Хромовое покрытие	1056	-	-
Хромированное покрытие с добавлением УДА	1207	1342	1228
Хромированное покрытие с добавлением алюминиевой пудры	2850	5449	4334

По результатам исследования (табл.1) видно, что введение нанопорошков повышает уровень микротвердости, причем в зонах их агрегатирования она возрастает в 1,3 и 5,5 раз при добавках Уда и алюминиевой пудры соответственно.

Электронномикроскопические исследования показали, что частицы этих нанопорошков пронизаны гальваническим покрытием хрома при электролизе. Микрорентгеноспектральный анализ хромированных образцов с добавкой алюминия показал, что в зонах агрегатирования его концентрация достигает 1,85%, тогда как в гальваническом покрытии его доля не более 0,01%.

Исследование процесса электролиза с перемешиванием введенных порошков обеспечило однородное распределение УДА, уменьшило величину зерна. Детальный анализ результатов исследований будет рассмотрен в специальном представлении материалов.

Список литературы

1. Тюриков Е.В. Свойства хромовых покрытий, полученных в электролитах, содержащих нанопорошок оксида алюминия. Коррозия: материалы, защита.- М., - 2007, - №11, с. 33-37.
2. Богорад Л.Я. Хромирование. - Л., 1984.- 150 с.
3. Гамбург Ю. Д. Электрохимическая кристаллизация металлов и сплавов, Москва, «Янус-К», 1997, с. 32
4. Бородин И.Н. Порошковая гальванотехника. М., Машиностроение, - 1990, 235 с.

Анотація

Аналіз деталей, які підлягають відновленню хромуванням з використанням нанопорошків

Плугатарьов А.В.

Розглянуто можливість підвищення експлуатаційних властивостей хромованих покриттів шляхом активації поверхні основного металу щітковою обробкою і введенням в технологічний процес примусового перемішування хромового електроліту з нанопорошками алмазу і алюмінію.

Abstract

Analysis of the details to be restored chrome finish using nanopowders

Plugatarev A.

The possibility of improving performance properties chromiruemyh coatings by activating the surface of the base metal brush treatment and the introduction of compulsory process tenologichesky mixing chromium electrolyte and aluminum diamond nanopowders.