

*Мурзакулов К.Е., Умаркулов Н.И., Исмоилов О.*

### **Разработка установки для электронатирания изношенных поверхностей деталей машин.**

Восстановление деталей автотранспорта является важнейшим средством снижения себестоимости ремонта и повышения эффективности использования автомобилей, сельхозмашин. Применение электролитического железнения способом электронатирания успешно решает проблему восстановления изношенных деталей машин для малых и средних предприятий.

Для значительной части деталей автотракторных агрегатов характерны небольшие износы. Более 85% деталей автотракторных двигателей имеют выбраковочный износ составляющий не более 0.3мм. В этом случае наиболее целесообразно наращивание изношенного слоя электролитическим железом [1].

Покрытия, полученные гальваническим наращиванием, отличаются мелкозернистой структурой, повышенной твердостью, микроскопическими трещинами. В настоящее время в связи с развитием авторемонтных предприятий малой мощности, в стране возникла необходимость предложить производству технологические процессы, рентабельные для малого и среднего предпринимательства. К таковым процессам относится нанесение покрытия электролитического железа на изношенные поверхности деталей машин способом электронатирания. Гальванические методы, основанные на электролизе железа в кислых ваннах известны достаточно давно, однако износостойкость покрытия электролитического железа полученного вневанными способом натирания исследовано недостаточно. Поэтому, цель представленной разработки состоит в следующем:

- отработать технологию получения высококачественных износостойких наращенных слоев конкретного применения для восстановления автотракторных агрегатов за счет применения разработанной собственной портативной установки на цилиндрические и торцовые изношенные поверхности деталей машин способом электронатирания.

С целью развития процесса восстановления деталей методом «натирания» необходимо наладить выпуск оснастки для этого способа и разработать технические условия на ремонт восстановления деталей способом «натирания».

Задача нашей разработки – удешевление способа электронатирания и получение высококачественного износостойкого покрытия электролитического железа этим способом.

Данная задача решается – за счет применения разработанной портативной установки для нанесения покрытия электролитического железа на изношенные поверхности деталей машин способом электронатирания.

Сущность процесса электролитического железнения основана на явлении электролиза железа в кислых электролитах. При прохождении электролитического тока через стальные электроды, опущенные в электролит, положительный электрод-анод растворяется, а на отрицательном электроде-катоде происходит наращивание металла. Если же вместо катода поместить соответственно подготовленную деталь, то на ней будет осаждаться слой железа. В зависимости от состава электролита, его температуры и режима электролиза физико-химические свойства наращенного слоя изменяются. Пользуясь этим явлением, в процессе восстановления получают осадки, которые по свойствам не уступают основному металлу, а в ряде случаев даже превосходят его по работоспособности. Исходным материалом для приготовления электролита является хлористое железо, представляющее собой голубовато-зеленые кристаллы, гигроскопические и легко окисляющиеся. Кроме этого, для электролита необходима соляная кислота. Кислоту можно применять не только химически чистую (ГОСТ

3118-86), но и техническую (ГОСТ 857-87). На практике очень часто электролит готовят травлением до насыщения в соляной кислоте железных стружек из малоуглеродистой стали или железного порошка. Для малых и средних ремонтных предприятий можно рекомендовать гальваническое холодное железнение способом электролитического натирания вне ванны. Сущность указанного способа состоит в следующем:

Восстанавливаемое изделие соединяют «минусом» источника питания, а «плюс» подключают к тампону, смоченному в электролите. Двигая тампон - анодом по изношенной поверхности изделия - катода происходит наращивание слоя металла. Изложенный метод эффективен при восстановлении, например изделия типа «вал» и «отверстия» в деталях машин, гнезда подшипников в корпусных деталях, шейки коленчатых валов, плоские детали и т.д. Отличительной особенностью электролитического натирания является механическое воздействие материала тампона совместно с осаждением ионов железа. Постоянный ток можно получить путем наложения переменного тока через выпрямитель. Круглые изделия удобно восстанавливать вращающимися, например на токарном станке, (Рис 1).

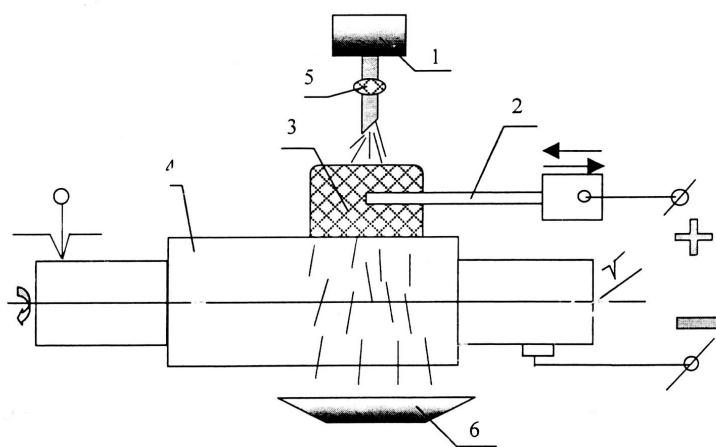


Рис.1. Схема установки для нанесения покрытий электролитическим натиранием на базе токарного станка.

1. Сосуд с электролитом
2. Анод из графитового стержня
3. Тампон из адсорбирующего материала хлопчатобумажной ткани или сукна
4. Катод - восстанавливаемая деталь
5. Краник сосуда
6. Сосуд для сбора электролита

Применение вневанного электролитического осаждения металлов способом «натирания» экономически выгодно, особенно в современных условиях мелкосерийного и индивидуального производства для восстановления изношенных деталей машин, оборудования и агрегатов[2].

Поэтому для изучения износов деталей машин в современных условиях мелкосерийного и индивидуального производства для восстановления изношенных деталей машин, в лаборатории «Механических испытаний» КРСУ Бишкека была разработана собственная установка для нанесения электролитического железного покрытия на изношенных образцах способом «натирания». Изготовление образцов для испытания на изнашиваемость выполнялось по типовой технологии [3].

Для лабораторных работ принят простой хлористый электролит  $FeCl_2 + 4H_2O = 350 + 20$  г/л. [4]. Электролит готовится травлением стальной стружки из стали марки 20 в 50% растворе соляной кислоты. Перед травлением стружка обезжиривалась, а раствор подогревался до 40-

50°C. Окончание травления контролировалось по прекращению выделения пузырьков водорода. После отстаивания и фильтрации электролит переливался в ванну и прорабатывался до получения необходимой концентрации и кислотности. В качестве анодов при переработке электролита, применялись листы, из стали марки 20, размером 120x120 мм., помещенные в ванну в мешках из стеклоткани. Электролит, который применялся для железнения электронатирием, прорабатывался до тех пор, пока его характеристики не доводились до требуемых параметров, то есть концентрация электролита при проверке денсиметром должна соответствовать плотности 1,20 г/см<sup>3</sup>, а кислотность- 1,1-1,2 г/л. Для контроля кислотности применяются рН – метры типа ЛПУ – 01 или рН – 340. Допустимо контролировать кислотность индикаторной бумагой «Рифан». Плотность электролита контролируется химическим анализом или непосредственно на участке можно проверять денсиметром. В процессе железнения из емкости электролита расходуется соляная кислота, поэтому ее периодически доливают. Ванна для получения электролита представляла собой квадратную емкость 500x200x200 мм. выполненную из эбонита.

Полный объем ванны составляет 20литров.

Нанесение покрытия на образцы выполнялось на установке, изображенной на рисунке 2.

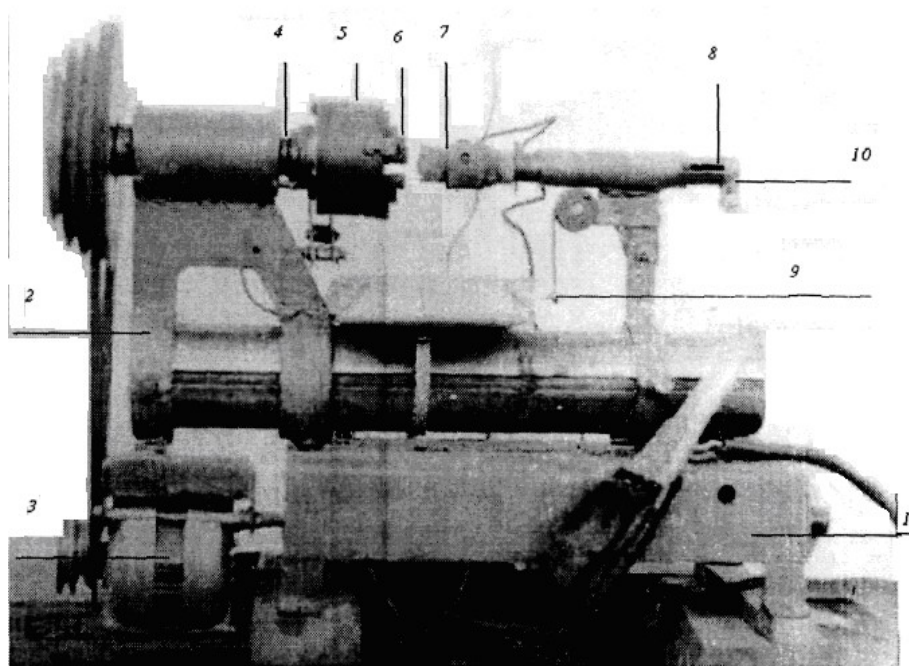


Рис. 2. Установка для нанесения покрытий на образцы натирием на базе токарного станка.

Конструкция установки выполнена по схеме токарного станка. На станине 1, установлена бабка 2, имеющая привод от электродвигателя 3. Ременная двухступенчатая передача обеспечивала частоты вращения  $n_1=50$  об/ мин,  $n_2=300$  об/ мин. На шпиндель 4 закреплялся патрон 5, в который зажимался трубчатый образец 6. С противоположной стороны станины закреплялось приспособление с подвижным круглым ползунком 8. На левом конце которого установлен тампон из фельса 7. Прижатие тампона к образцу обеспечивалось грузом 9, который через тросик перемещался ползунком 10 в сторону образца. Питание установки для электролитического железнения осуществлялось от выпрямителя с плавным нарастанием тока. Для обеспечения технологического режима железнения выпрямитель ВС-50 включался через регулятор напряжения РНО-250-2.

Анодом на установке был тампон, а катодом образец, который зажимался в патрон. Ток на патрон подавался через скользящий контакт. Плотность тока составляла  $I_k = 150-160$  а/дм<sup>2</sup>.

Образцы после натирания имели толщину покрытия в пределах 0,45-0,6мм. Твердость покрытия измерялась на твердомере Виккерса и на приборе ПМТ-3 по ГОСТ 9450-80 и составляла  $H_v^{100} = 380- 4400$  кгс/мм<sup>3</sup>. Ремонтным предприятиям можно самим изготовить такую установку для нанесения покрытия на изношенных деталях машин. Для способа натирания отсутствует потребность установки больших ванн с электролитом. Вышеописанный метод очень легко регулируется и управляется. В литературе [5] изложенных о другом способе электронатирание осаждения металла деталь не опускается в ванну, а устанавливается либо на специальном столе, либо в центрах, патронах токарного станка и присоединяется к катоду источника постоянного тока (Рис.3)

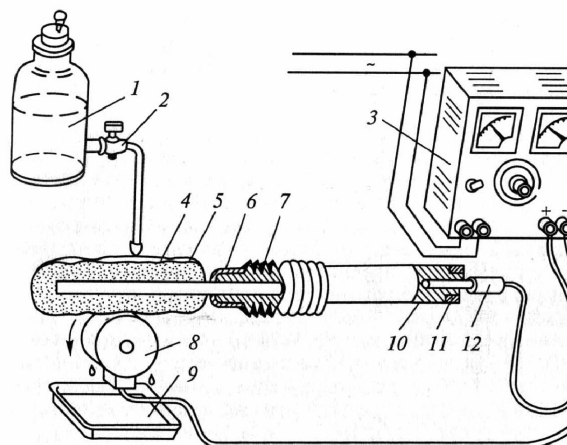


Рис 3. Схема процесса электронатирания

1-сосуд с электролитом, 2-кран, 3- выпрямитель, 4- графитовый анод, 5- тампон, 6- пластмассовый колпачок, 7- алюминиевый корпус с ребрами для охлаждения, 8- деталь  
9- ванна для электролита, 10- гнездо для клеммы, 11- пластмассовая гайка, 12- клемма кабеля.

Анодом служит стержень 4, изготовленный из любого металла или графита и обернутый каким-либо адсорбирующим материалом, так чтобы образовался плотный тампон 5. Тампон в зависимости от требуемого покрытия пропитывают электролитом до полного его насыщения и посредством кабеля соединяют с анодом источника тока. Анодный тампон, непрерывно смачиваемый электролитом, из сосуда 1, накладывают на деталь 8, которая медленно вращается, и устанавливают требуемую плотность тока. В системе катод (деталь 8) тампон 5 (своего рода гальваническая ванна) - анод (стержень 4) протекает электрохимическая реакция и на поверхности катода (детали) осаждается тот или другой металл. Стекающий электролит собирается в ванну 9 для повторного использования. Постоянное поступление в зону электролиза свежего электролита и перемещение анода по покрываемой поверхности препятствуют росту зародившихся кристаллов металла, снижают внутренние напряжения в покрытии и уменьшают дендритообразование. Все это позволяет получать мелкозернистые покрытия высокого качества. Этот способ железнения целесообразно применять для восстановления посадочных поверхностей крупных валов, осей и корпусных деталей. Электролит в емкости объемом 20-30литров должен периодически прорабатываться во избежание окисления. Участок для восстановления изделий электронатиранием можно организовать на площади 6...10 кв.м. Этим способом успешно восстанавливаются износы до 0,5мм. на сторону и позволяет производить наращивания только в местах износа. Таким образом представляется возможности восстанавливать проектную геометрию ремонтируемого механизма различных машин.

Авторы Новиков А.Н.(АС №1784665, 1992. Бюл. №48), Яворский А.П., Литвинов Н.М., (АС № 1677092, 1992 Бюл.№34) в своих работах для изучения и повышения параметров надежности и долговечности покрытых деталей машин техники и оборудования предлагали устройство для нанесения гальванического покрытия методом электронатирания со сложной конструкцией, конфигурации содержащие держатели электродов, токопроводящие электроды с пористым материалом, приводы вращения и прямолинейного перемещения электродов и систему подачи электролита. С целью повышения производительности процесса и качества наносимых покрытий счет отвода газообразных продуктов электролиза они снабжены механизмом подачи электролита, выполненным в виде шнека, установленного в полости анодной головки ведущей шестерни. Имеющей возможность перемещения вдоль вала привода и кинематический связанной через направляющую, имеющую два зубчатых венца с шестернями, привода тампона и шнека. На тампоне выполнены продольные клинообразные углубления, а также внутренние и внешние пазы, соединенные между собой отверстиями. Исследователь Юдин В.М. свои опыты проводил на специально сконструированной и изготовленной экспериментальной установке с ленточным тампоном [6]. Все эти устройства успешно применялись в крупных ремонтных предприятиях с поточными механизированными линиями для восстановления изношенных деталей машин и в условиях рыночной экономики, они стали экономически малорентабельными. В другой литературе [7]. приведена принципиальная схема установки электронатирания (Рис.4).

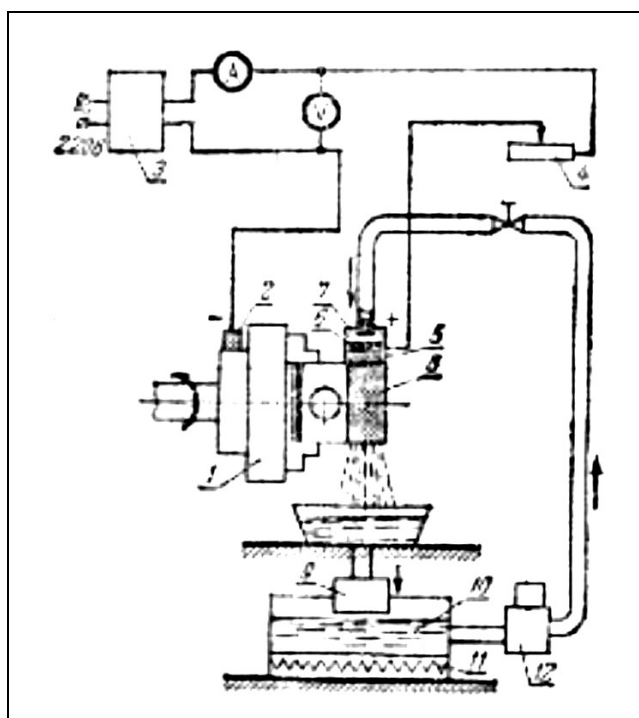


Рис. 4. Принципиальная схема установки для электролитического натирания металлов:

1. – патрон токарного станка;
2. – токосъемное устройство;
3. – селеновый выпрямитель тока;
4. – реостат;
5. – смачивающий тампон;
6. – анодная цинковая пластина;
7. – наружная анодная головка;

8. – деталь;
9. – фильтр очистки электролита;
10. – ванна с электролитом;
11. – электроподогреватель электролита;
12. – насос.

Деталь 8 закрепляется и вращается в патроне 1 токарного станка. С помощью насоса 12 электролит подается внутрь анодной головки 7, которая прижимается к вращающейся детали. Далее электролит проходит через анодную пластину 6 и непрерывно смачивает тампон 5. Так как деталь служит катодом, а пластина 6 анодом, то на поверхности детали откладывается слой металла. Смачиваемый электролитом тампон 5 тормозит образование крупных кристаллов, удаляет шлак. При натирании применяют значительно большую плотность тока, чем при обычных процессах и восстанавливают изношенные участки крупно габаритных деталей (посадочные места корпусных деталей, шейки коленчатых валов и пр.). В своей установке мы не предусмотрели насос, подогреватель, цинковую пластину электролита и тем самым упростили конструкции.

#### **Выводы:**

1. Разработанная собственная портативная установка для нанесения покрытия электролитического железа на торцовые и цилиндрические изношенные поверхности деталей машин способом электронатирания экономически выгодно для восстановления деталей машин в условиях малого и среднего предпринимательства. Стоимость восстановления изношенных деталей машин в среднем 5 раз дешевле изготовления новых. Получены покрытия с требуемыми физико-механическими свойствами и хорошего сцепления с основным металлом.
2. С целью развития процесса восстановления деталей способом электронатирания можно ремонтным малым и средним предприятиям самим изготовить такую портативную установку для нанесения покрытий на изношенные поверхности деталей машин. Участок для восстановления изделий можно организовать на площади 6.10м<sup>2</sup>. Вышеописанный метод легко регулируется, управляется и доступен малоквалифицированным специалистом.
3. Разработанная портативная установка по своей конструкции отличается от других способов электронатирания (Рис. 3,4.) простотой изготовления, тампон сделан из материала хлопчатобумажной ткани или сукна, очень эффективен при восстановлении изделий типа «вал» и «отверстия» в деталях, шейки коленчатых валов, плоские детали, посадочных поверхностей крупных валов, осей и корпусных деталей.
4. В конструкции портативной установки нет сложных механизмов, конфигурации содержащие держатели электродов, приводы вращения, системы подачи электролита насосом, ленточные или в виде шнека тампоны и т.д.
5. Недостатки процесса железнения электронатиранием на собственной установке – сильная коррозия оборудования, инструмента и т.п. Высокие требования к подготовке поверхности и составу электролитов. Устраняется замазыванием солидолом поверхности установки, оборудования и изолируется места не подлежащие восстановлению чехлами из полиэтиленовой пленки, малые участки можно закрывать полихлорвиниловой изоляционной лентой, окраской специальной смесью нитрокраски и цапан-лака и т.д.

#### **Литература**

1. Любимов В.В. и другие. Восстановление и упрочнение деталей машин при ремонте // Саратовский гос.техн.ун-т, Саратов, 1993-с 11-15

2. *Мурзакулов К.Е.* О внедрении электронатирания в условиях малых и средних машиностроительных предприятий. Материалы межд. науч. конф. посв. 45 летию организации ФПИ-КГТУ имени И.Раззакова. Бишкек, 7-8 октября 1999-с 188-191
3. *Мурзакулов К.Е.* Установка для нанесения покрытий электролитического железа на изношенные детали машин «натиранием». Научно-техн.журнал Ферганского политехнического института №2, Фергана, Узбекистан, 2006-с 46-51
4. *Зайцев В.Ф.* Электролитические железнение – эффективный метод восстановления деталей. Экспресс – информация Киргизский Республиканский ИНТИ №15, серия 21.16. 1975-с 17.
5. *Карагодин В.И., Митрохин Н.Н.* Ремонт автомобилей и двигателей –М.: изд.центр «Академия», 2003.-496с.
6. *Юдин В.М.* Восстановление неподвижных соединений вал подшипник качения энергонасыщенных тракторов контактным электролитическим железнением. –М.: Балашиха, 1982.-с 123-129.
7. *Петров Ю.Н.* и другие. Основы ремонта машин. –М.: Колос, 1972.-527с.

\* \* \*