

# ПРОЦЕСС ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ХРОМА НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ

*Рахматулло Рафикжон угли Рахимов*

*преподаватель-стажёр Андиганский машиностроительный институт  
Кафедра транспортная логистика rahimovrahmatullo28045@gmail.com*

## **Аннотация**

Процесс хромирования основан на законах электролиза, т.е. потери постоянного тока из электролитов. Прохождение тока через электролит связано с движением заряженных частиц-ионов. Отсюда электрический ток проходит от источника к электролиту через проводники, называемые электродами. В электролитах встречаются положительные и отрицательные заряды, в результате чего возникает разряд.

## **Annotation**

The chroming process is based on the laws of electrolysis, i.e. the loss of constant current from electrolytes. The passage of current through the electrolyte is related to the movement of charged particles-ions. From this, the electric current passes from the source to the electrolyte through conductors called electrodes. In electrolytes, positive and negative charges meet each other, and as a result, discharge occurs.

## **Annotasiya**

Xromlash protsessi elektroliz qonunlariga, ya'ni o'zgarimas tokning elektrolitlardan utishiga asoslangan. Tokning elektrolitdan o'tish zaryadli zarrachalar-ionlarning siljishi bilan bog'liq. Bundan elektr toki elektrolitga manbadan elektrodlar deb ataladigan o'tkazgichlar orqali o'tadi. Elektrolitlarda musbat va manfiy zaryadlar bir biri bilan uchrashadi va buning oqibatida zaryadsizlanish sodir bo'ladi.

**Ключевые слова:** гальваническое покрытие, электролит, катионы, анионы, электролиз, хромирование, гладкое хромирование, пористое хромирование, анодное распылительное хромирование, металлизация стали (утюжение), электроискровой инструмент, конденсатор, поверхностное покрытие металла, сильный режим, средний режим, слабый режим, электромеханическая обработка.

**Key words:** galvanic coating, electrolyte, cations, anions, electrolysis, chroming, smooth chroming, porous chroming, anodic raspylitelnoe chroming, metallization steel (ironing), electrospark instrument, capacitor, metal surface coating, strong regime, medium regime, weak regime, electromechanical processing.

**Kalit so'zlar:** elektrokaplama, elektrolitlar, kationlar, anionlar, elektroliz, xrom qoplama, silliq xrom qoplama, go'zenekli xrom qoplama, anodik buzadigan amallar xrom qoplama, po'lat qoplama (dazmollash), elektr uchqun asbobi, kondansator, metall sirt qoplamasi, kuchli rejim, o'rta rejim, zaif rejim, elektromexanik ishlov berish.

Процесс хромирования основан на законах электролиза, т.е. потери постоянного тока из электролитов. Прохождение тока через электролит связано с движением заряженных частиц-ионов. Отсюда электрический ток проходит от источника к электролиту через проводники, называемые электродами. В электролитах встречаются положительные и отрицательные заряды, в результате чего возникает разряд. При этом электрический заряд ионов теряется и они садятся на электроды в виде нейтральных атомов. В процессе электролиза ионы металла разряжаются на катоде, металл плавится, а его атомы образуют новые ионы. Эти новые ионы переходят в раствор и замещают ионы, выделившиеся на катоде. Электролиты представляют собой растворы солей, содержащие ионы металлов, осажденные на поверхности, а аноды представляют собой металл, подлежащий покрытию. Используются нерастворимые в хrome аноды.

При хромировании выход металла по току составляет 12-15%, а при других видах электролитических процессов выход 60-90%. Процесс хромирования также отличается от других типов электролитических процессов, таких как меднение и никелирование. Эти функции включают в себя:

- использование нерастворимых анодов;
- высокая плотность тока;
- включают плохие рассеивающие свойства.

В процессе хромирования используются свинцовые аноды. Для повышения устойчивости свинца к нему добавляют 5-10% сурьмы. Причина, по которой растворимые аноды не применяют, заключается в том, что они легко плавятся, в результате чего ток металла в электролите снижается, а хрома увеличивается. В результате нарушается нормальная работа бани. Таким образом, хром движется к катоду за счет уменьшения концентрации хрома в электролите. Поэтому в электролит периодически добавляют ангидрид хромата. Плотность тока, используемая при хромировании, несколько выше, чем при меднении или никелировании. При меднении или никелировании применяют ток плотностью 0,3–5,0 а(дм<sup>2</sup>), причем в этом случае плотность тока совсем не подходит для хромированной детали. Следует отметить, что при малой плотности тока используется, ток металла уменьшается, а процесс хромирования продлевается.

Плотность тока при хромировании в декоративных (декоративных) целях несколько меньше, около 10-15а/дм<sup>2</sup>. Высокая плотность тока и плохая проводимость ванны требуют более высокого напряжения. В других электролитических процессах напряжение тока составляет 3-4 В, а при декоративном хромировании используется напряжение 6-10 В.

В процессах электролитического покрытия толщина покрытия различна в разных частях детали. разные электролиты имеют разные рассеивающие свойства, то есть уровень ровности формируемого из них покрытия разный. Хромовые электролиты обладают наименьшими рассеивающими свойствами. Дисперсионные свойства электролита зависят от размеров и формы анодов и их положения по отношению к восстанавливаемым деталям (рис.3), а также расстояния между анодом и катодом.

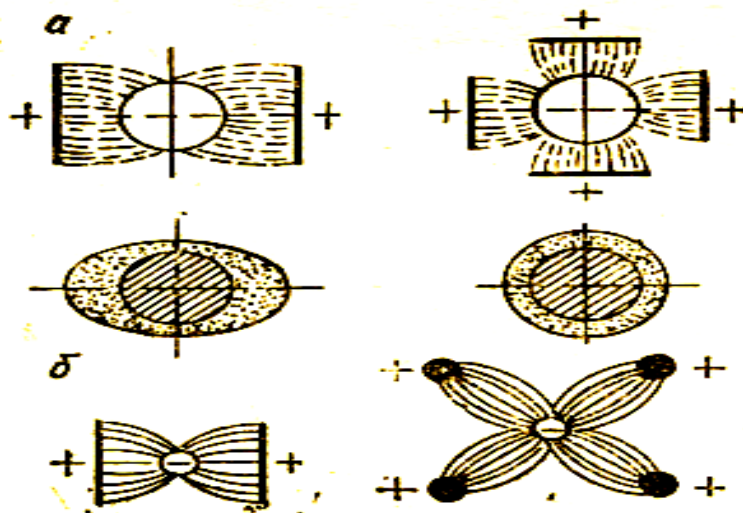


Рисунок 3. Аноды (а) и их формы влияние на характер силовых линий (б)

Если форма анодов аналогична форме детали, то рассеивающие характеристики электролита увеличиваются, так как расстояние между катодной (деталью) и анодной частями практически одинаково.

В качестве электролита (водный раствор) используется хромовый ангидрид ( $\text{CrO}_3$ ) с химической серной кислотой ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Концентрация хроматного ангидрида в электролите составляет от 100 до 400 г(л). При большей концентрации хроматного ангидрида уменьшаются разряд металла и рассеивающие свойства электролита, а потому соотношение между хроматным ангидридом и серной кислотой нарушена, необходимо часто регулировать ее. Кроме того, малая концентрация требует использования гораздо более высокого напряжения тока, потому что сопротивление электролита увеличивается.

Соотношение хроматного ангидрида к серной кислоте по массе должно быть 100:1, чтобы электролит обладал хорошей рассеивающей способностью и имел большой выход металла. При количестве хроматного ангидрида менее 100, то есть при увеличении количества серной кислоты в растворе, снижаются дисперсионные свойства электролита и выделение металла током.

При уменьшении количества серной кислоты в растворе выход металла и рассеивающая способность электролита увеличиваются, но несколько снижается качество покрытия хромом поверхности детали.

При выборе состава ванн важно учитывать тот факт, что электролит равномерно хромирует поверхность хромируемых деталей, скорость хромирования зависит от величины тока металла, физико-механических свойств образующихся покрытий, возможность покрытия рельефных (тисненых) деталей и . Среди прочих факторов следует учитывать экономию средств, связанную с потерями хромового ангидрида, рабочим напряжением и ухудшением изоляции ванны.

В авторемонте наиболее распространены два вида ванн: ванна с низкой концентрацией хроматного ангидрида, то есть разбавленная ванна:

$\text{CrO}_3$ -150 г(л),  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -1,5 г(л), ванна универсальная со средней концентрацией хроматного ангидрида:  $\text{CrO}_3$ -250 г(л),  $\text{H}_2\text{SO}_4$ -2,5 г).

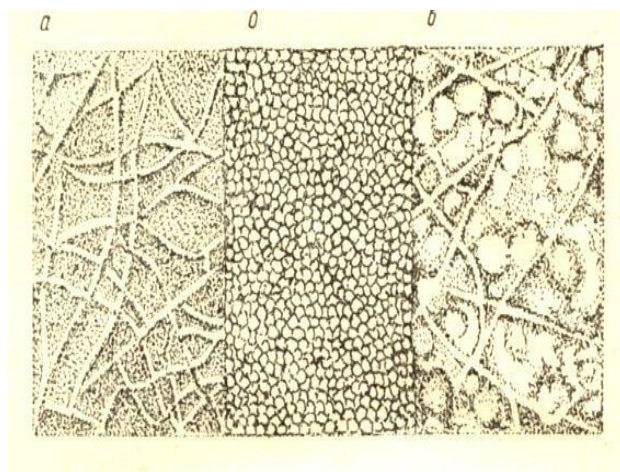
Используют электролиты с тремя различными концентрациями хромового ангидрида (таблица 2).

Xromat angidridning kontsentratsiyasi	Komponentlarning miqdorlari, g/l		Ishlatilish sohasi
	S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	N <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
Kichik	150	1,5	Detallarni yeyilishga chidamliligini oshirish uchun
Katta	300-400	3,0-4,0	Bezash uchun
O'rtacha	200-250	2,0-2,5	Detallarning yeyilishga chidamliligini oshirish va bezash uchun.

В промышленности применяют концентрированную ванну с содержанием CrO<sub>3</sub> 350 г/л и N<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3,5 г/л. Ванна с малой концентрацией является наиболее экономичной ванной с точки зрения расхода хроматного ангидрида, в такой ванне более равномерно распределяется ток по поверхности катода (детали), выход металла в пересчете на ток несколько выше, а изоляция ванны меньше повреждается. К недостаткам ванны с низкой концентрацией относятся потребность в гораздо более высоком напряжении (6-8 В) и необходимость частой корректировки электролита.

Концентрированная ванна позволяет лучше покрывать рельефные детали при значительно более низком напряжении тока и не требует частой доливки электролита в процессе эксплуатации. Универсальная ванна по своим свойствам находится между ваннами с малой и большой концентрацией хроматного ангидрида.

При хромировании можно получить три вида покрытия: блестящее покрытие (рис.4, а), молочное (текущее) покрытие (рис.4, б) неглянцевое (серое) покрытие (рис.4, Г). Глянцевые покрытия очень тонкие, очень устойчивые к поеданию, пористые и хрупкие. Покрытия молочного цвета очень устойчивы к поеданию и очень вязкие. Пористость этих покрытий ниже, чем у глянцевых. Неглянцевые (серые) покрытия довольно нежные и ломкие, плохо переносят поедание.



**Рисунок 4. Структура хромового покрытия**

Процесс хромирования и качество покрытия зависят от плотности тока и температуры ванны: плотность тока и температура ванны оказывают обратное влияние на выход металла по току, т. е. если плотность тока увеличивается, выход металла по току увеличивается, ванна и повышение температуры снижает выход металла по току. Для создания качественных покрытий необходимо поддерживать определенное соотношение между плотностью тока и температурой ванны.

В зависимости от условий, в которых работает деталь, будет создано соответствующее хромовое покрытие. Например, для штамповки деталей можно использовать два вида хромирования. Для деталей, работающих в условиях коррозии, рекомендуется глянцевое покрытие, для деталей, работающих в условиях высокого удельного давления и переменного направления, рекомендуется молочное покрытие. Для исследования покрытия в соответствии с условиями работы детали эту деталь хромируют в ванне низкой или средней концентрации в соответствующем режиме (плотность тока и температурный режим).

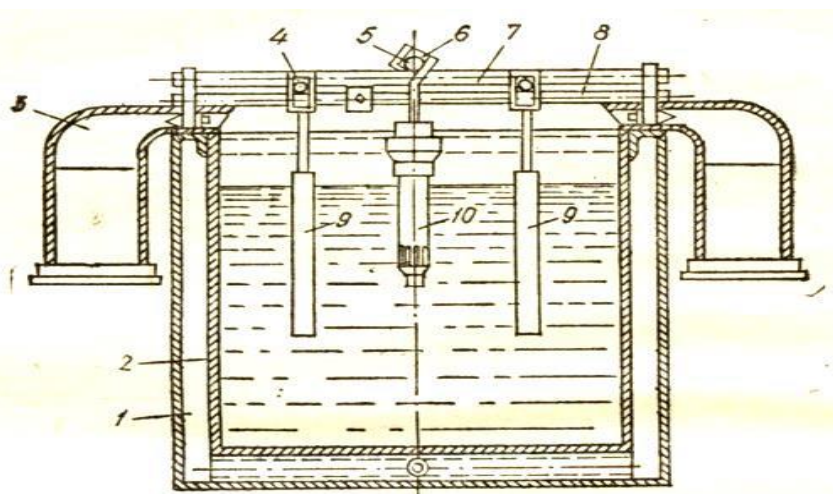
В таблице 3 представлены некоторые физико-механические свойства трех типов покрытий, описанных выше.

Порядок и содержание работ по хромированию деталей следующий:

1. Чтобы сгладить детали и привести их к правильной геометрической форме, их подвергают механической обработке - шлифуют и шлифуют мелкозернистой наждачной бумагой.

2. Участки деталей, не требующие хромирования, заклеиваются целлулоидной лентой или сапонлаком (целлулоид, растворенный в ацетоне). Отверстия в деталях закрыты свинцовыми заглушками и вокруг них нет незакрытых участков.

3. Для удобства установки деталей в ванну они крепятся на подвесе над ванной. Таким образом, расстояние между анодами и деталью является ровным. (рис.5).



1-я паровая рубашка; 2- ванна с кислотоупорным покрытием;  
3-вентиляционные нажимные устройства; 4-выдвижные анодные стержни;  
5-суточные катодные стержни; 6-я вешалка; 7- волочение катодных стержней;  
8- неподвижные анодные стержни; 9-аноды; Деталь 10.

**Рисунок 5. Чертеж подвесных деталей на хромированной ванне.**

4. Детали обезжириваются в электролите; в котором электролит содержит (на 1 л воды) 100 г едкого натрия NaON, 2-3 г жидкого стекла Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Эта работа выполняется в следующем режиме: плотность тока Dkq5a(дм<sup>2</sup>, температура ванны 800С. Здесь деталь выступает в роли катода, а железная пластина – в роли анода. Водород, интенсивно выделяющийся в деталь во время протекания тока позволяет частицам масла легко отрываться от поверхности детали.

5. Детали промывают кипятком.

6. Для выявления структуры металла детали декапитируют, чтобы снять относительно тонкую пленку оксидов, образовавшуюся под действием кислорода воздуха. Для декапитации детали погружают в 5% раствор серной кислоты N<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> или в ванну, приготовленную добавлением на 1 л воды 100 г двуокиси хрома SrO<sub>8</sub> и 2—3 г серной кислоты. Режим работы: плотность тока Dk(5a(дм<sup>2</sup>, температура ванны нормальная, время выдержки деталей в ванне 1 мин.

7. Детали промывают проточной водой (холодной водой).

После декапирования несъемных деталей сложной формы их поверхность промазывают прожилковой известью, а затем промывают холодной водой (проточной водой).

Жилковая известь представляет собой не содержащую диоксид кремния смесь оксидов кальция и магния. Для обезжиривания известь смешивают с водой и доводят до комкового состояния, затем к ней добавляют до 1,5 процента промывного натрия или до 3 процентов соды.

8. Детали хромируют до необходимой толщины с учетом количества полировки. Детали хромируют в ванне с указанным выше составом при соответствующем режиме работы.

9. Для сбора электролита детали промывают в дистиллированной воде.

10. Детали промывают проточной водой (холодной водой).

11. Детали сняты с подвески.

12. Детали сушат в сушильном шкафу или в нагретой печи.

13. Проверяется качество нанесенного на детали хромового слоя; определяют, имеются ли участки, не покрытые хромом, имеются ли участки послойной прочности, ямчатые (кремированные) участки, гребни и т. д.

Если покрытие некачественное, хром на поверхности можно удалить электролитическим способом. Для этого деталь опускают в электролитную ванну, состоящую из 10-15-процентного раствора едкого натра в качестве анода. В этом случае железная пластина действует как катод. Режим работы: температура раствора 40-500С, плотность тока 5-10 А

14. Детали раскатываются и вырезаются по размеру.

Пористое хромирование. Основное отличие пористого хрома от гладкого хрома заключается в том, что пористый хром лучше удерживает масляную пленку. Это защищает детали от сухого и краевого трения и коррозионной стойкости, так как гладкий хром обладает свойствами термостойкости и коррозионной стойкости.

увеличивается. Этот способ применяют во многих случаях при хромировании деталей с ограниченным трением, например гильз, поршневых колец.

Пористое хромовое покрытие получают механическим, химическим или электрохимическим способами. При механическом способе перед хромирова-

нием детали на ее поверхности формируют углубления или отверстия путем напыления песка или питры под высоким давлением.

Пористость в хромовом покрытии может быть образована химическим путем при воздействии серной кислоты. Электрохимический метод создания пористого хрома является наиболее распространенным методом. При использовании этого метода хромированные детали дополнительно анодируют.

При хромировании поверхностей деталей методом проточного хромирования (рис. 5) электролит подается из ванны в цилиндры блока через распределительный коллектор с помощью кислотостойкого насоса, а затем электролит поступает обратно в ванну через анод и отводящий трубопровод. При хромировании в жидком электролите можно использовать повышенную плотность тока. При использовании этого метода хромовые покрытия необходимого качества и толщины образуются в 6-8 раз быстрее, чем при хромировании обычным способом.

Метод анодно-распылительного хромирования применяется для хромирования определенной части наружных поверхностей деталей. Этот способ (рис. 10.6) позволяет хромировать детали без погружения их в ванну и полезен для хромирования крупногабаритных деталей.

В этом методе электролит распыляется на хромируемую поверхность через сечение специальной форсунки. Сопло одновременно служит и анодом. Увеличенная плотность тока также может быть использована при использовании метода напыления хрома.

Способ покрытия поверхности деталей твердым железом был разработан русскими учеными Б. С. Яковлевым и Е. И. Клейманом в 1869 г., а впервые этот метод был применен в практике восстановления деталей автомобилей с использованием горячих хлоридных электролитов, разработанных М. П. Мельковым в 1955 г. -56. .

Для ремонтных работ применяют электролиты, содержащие различные органические добавки, т. е. хлористые, серноокислые, смешанные электролиты. На практике в основном применяют хлорные электролиты, содержащие хлорированное железо ( $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{HCl}$ ). Это, в свою очередь, позволяет получить тонкодисперсное покрытие толщиной 1,0-1,5 мм, обладающее высокими механическими и растекающимися свойствами.

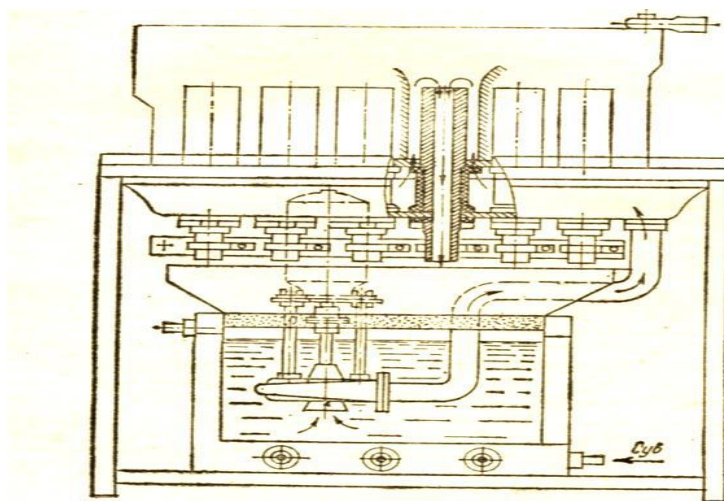
4. Утюжка (утюжка). Покрытие поверхности деталей твердым (коррозионноустойчивым) железом

Сталеплавление – процесс нанесения стального слоя толщиной до 3 мм на протравленную поверхность деталей электролитическим методом. Поскольку этот метод более экономичен и эффективен, в последние годы он широко применяется при восстановлении стальных и чугунных деталей. Производительность труда при выплавке стали составляет 0,5 мм/час, что в 15...20 раз больше, чем при хромировании. Таким методом восстанавливают трансмиссионные валы, шкивы, чугунные втулки и другие детали. Преимущество стали в том, что при этом методе слой, сидящий на поверхности детали, можно цементировать, упрочнить и разрыхлить. Сложность подготовительных работ, невозможность восстановления съеденных более 0,3 мм деталей из-за длительности процесса, дороговизны процесса, большого расхода тока, плохой смазки хромированного слоя являются причинами низкого использования метода хромирования.

Травлением называют процесс формирования коррозионно-стойких твердых покрытий из хлорированных электролитов. Этот метод имеет следующие преимущества по сравнению с процессом хромирования: энергозатраты в 5...6 раз меньше, чем при хромировании, покрытие формируется быстро, скорость образования покрытия 0,3...0,5 мм/ч достигает (10. .. в 15 раз больше скорости хромирования); покрытие очень устойчиво к коррозии (на стали не остаются); толщиной 1...1,5 мм и

обычный дешевый электролит может быть использован для создания более толстого покрытия с твердостью 20...60 HRS. Раствор хлористого железа в воде с небольшим количеством соляной кислоты применяют в качестве электролита при ремонте железа. Концентрация хлорида железа 200...700 г/л, соляной кислоты 1...3 г/л. При сварке используются аноды из низкоуглеродистой стали. Сталь (анод) плавится в процессе отжига. В ряде случаев этот метод может заменить электролитическое никелирование и хромирование при восстановлении деталей. В качестве электролита используется водный раствор сернокислого никеля (массовая концентрация 175 г/л), хлорида никеля (концентрация 50 г/л) и фосфорной кислоты (концентрация 50 г/л). В процессе никелирования никелевые аноды растворяются в электролите. При этом плотность тока должна быть 5...40 А/дм<sup>2</sup>, температура электролита должна быть в пределах 75...95°С.

В режиме электролиза используют ток высокой плотности (20-100 А(дм<sup>2</sup>), температура электролита должна быть 50-8000 С.



*Рисунок .6. Схема восстановления блока цилиндров двигателя методом хромирования.*

Электролит низкой концентрации обеспечивает формирование покрытия толщиной 1,0-1,5 мм и микротвердостью 450-650 кг/мм<sup>2</sup>. Состав этого электролита стабилен в процессе эксплуатации. В производственных условиях хлоридный электролит готовят растворением лома стали 10 или 20 в соляной кислоте до насыщения. Для этого используется чистый, не содержащий ржавчины и сажи шлак. Перед употреблением такую накипь обезжиривают в 10-процентном растворе едкого натра в воде и промывают кипятком.

Итак, при глажке:

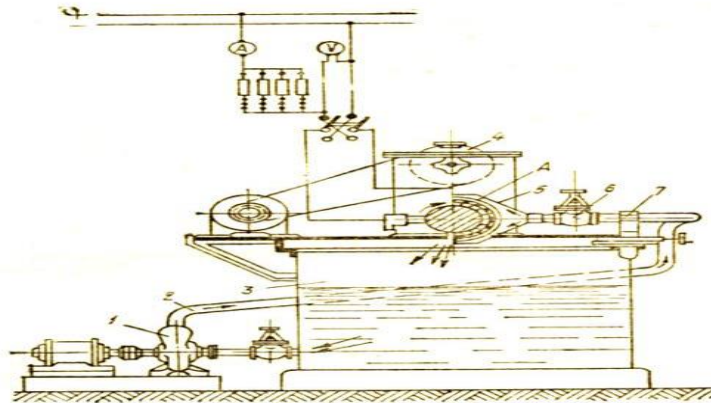
- а) относительно дешевые электролиты;
- б) растворимые аноды;



Д) используется ток гораздо большей плотности;

ж) поверхность очень быстро проглаживается и образуется толстый слой.

Эксплуатационные свойства железных покрытий. Эксплуатационные свойства железного покрытия зависят от порядка используемых электролитов и режима электролиза и по ряду показателей приближается к свойствам хромового покрытия. Например, точность электролитического чугуна со сталью составляет около 45-48 кг/мм<sup>2</sup>.

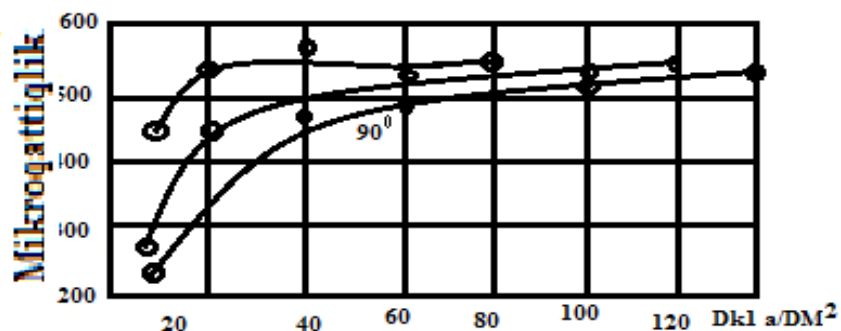


1-насос, 2-труба винтовая, 3-ванна, 4-вариатор, 5-форсунка-анод, 6-кран, 7-форсунка передаточное устройство, А-деталь хромирования

**Рисунок 6. Чертеж оборудования для анодно-распылительного хромирования**

Для повышения точности электролитического соединения железа с основным металлом покрываемую железом поверхность подвергают анодной обработке в 30-процентном растворе серной кислоты. Связывание электролитически покрытого железа с основным металлом, как и в случае с хромированием, происходит за счет электростатического притяжения ионов железа с ионами металла катода (детали), причем, кроме указанных выше причин, катод металл и металл катода с кристаллом анода. Это также зависит от того, насколько хорошо сетки подходят друг к другу.

Коррозионная стойкость электролитического железного покрытия, сформированного из электролитов различного состава, в основном зависит от его микротвердости (рис.7). Коррозионная стойкость покрытия, сформированного из электролита, близкого по составу к вышеуказанному электролиту, при сухом трении скольжения и ступенчатом нагружении нагретой током высокой частоты стали 45 и других утоненных и металлизированных сталей выше коррозионной стойкости все покрытия.



Технологический процессковки деталей несколько отличается от технологического процесса хромирования в части операций подготовки к ковке и завершенияковки. При этом, как и при хромировании, поверхности деталей предварительно обрабатывают механически, то есть поверхности полируют, зачищают полировальной тканью. Если глажка длится недолго (не дольше 2-3 часов), неглаженные части детали можно изолировать листовым целлулоидом (пленкой), сапонлаком или полиэтиленовой пленкой. При использовании изоляционных материалов, хлорвиниловых пластиков и эмалей поверхность хорошо герметизируется. Эти материалы можно держать в ванне 6-12 часов.

Для глажки используются ванны с поверхностным обогревом. Материал ванн должен быть кислотоупорным и теплопроводным. На практике применяют ванны из металла, фарфора и керамики, внутренняя часть которых покрыта теплопроводящими пластинами, стойкими к химическому воздействию. Ванны, покрытые пропитанными смолой графитовыми плитами, более долговечны.

Для очистки электролита от примесей на авторемонтных предприятиях его можно время от времени охлаждать в баке-охладителе, а затем фильтровать.

Детали следует размещать в ванне так, чтобы они не загоразживали друг друга и находились на достаточном расстоянии друг от друга. Для создания качественных покрытий необходимо периодически фильтровать электролит. При работе ванны в одну смену и проведении процесса лужения на умеренных режимах электролит фильтруют один раз в 5-7 дней.

Отутюженную деталь промывают и очищают в кипящей воде при температуре 80-900 0С, снимают с подвески (демонтируют), снимают изоляцию и контролируют качество покрытия. После этого детали обрабатываются; в котором детали полируются до необходимого размера алюминиевыми или электрокарбундовыми брусками зернистостью 46-60 SM2 или SM1. покрытие должно быть ровным, без комочков, участков отслаивания и других видимых дефектов.

#### Список использованных источников

1. Rahmatullo Rafuqjon o'g'li Rahimov (2022). Avtomobil transportida tashuv ishlarini amalga oshirishda harakat xavfsizligini ta'minlash uslublarini takomillashtirish yo'llari. ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ, 750-754.
2. Rafuqjon o'g'li, R. R. (2022, December). TIRSAKLI VALLARNI TAMIRLASH ISTIQBOLLARI. In *Conference Zone* (pp. 333-342).

## THE ROLE OF ASIAN SCIENTISTS IN THE FORMATION OF PHYSICS

*K.A. Tursunmetov<sup>1</sup>, F.M. Sultonova<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *professor of the National University of Uzbekistan*

<sup>2</sup> *Andijan Mechanical Engineering Institute, teacher*

### Abstract

In the formation of the science of physics, the scientific activities of Asian scientists and their improvement of physical processes are explained.