

Автор едр.

Г 34

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В.Ломоносова

---

Аспирант В.А.ГЕНГРИНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ  
СТАЛИ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ  
ПОКРЫТИЙ

/ 353 - химическое сопротивление и защита от коррозии /

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Одесса-1968

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В.Ломоносова

Аспирант В.А.ГЕНГРИНОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ  
СТАЛИ ТЛЕЮЩИМ РАЗРЯДОМ ПЕРЕД НАНЕСЕНИЕМ  
ПОКРЫТИЙ

/ 353 - химическое сопротивление и защита от коррозии/

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т .

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

ОНАХТ 12.07.11

Исследование очистки



v001584

V O. @ 1584

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
имени М.В.Ломоносова  
БИБЛИОТЕКА

Одесса-1968

Работа выполнена на кафедре физики Одесского технологического института имени М.В.Ломоносова.

Научный руководитель - доктор химических наук, профессор И.Л. РОЙХ

Официальные оппоненты :

Доктор технических наук, профессор А.И.ВИТКИН

Кандидат физико-математических наук В.Н.СУМАРОКОВ

Ведущее предприятие - Институт электросварки Академии наук УССР имени Е.О. ПАТОНА

Автореферат разослан "12" октября 1968 г.

Защита диссертации состоится "15" ноября 1968 г.

на заседании Совета Одесского технологического института имени М.В. Ломоносова

Просим Ваши отзывы в двух экземплярах присылать по адресу : г.Одесса-39, ул.Свердлова, 112, Технологический институт имени М.В. Ломоносова

Ученый секретарь Совета

Л.А. ЗАПОРОЖЕЦ

Очистка поверхности является важным технологическим этапом многих производственных процессов. Особое значение имеет очистка поверхности перед нанесением покрытий. В этом случае от качества очистки зависят многие свойства покрытий /адгезия, пористость и др./. Статистика видов брака по защитным покрытиям показывает, что примерно 70 % всего брака связано с плохим качеством подготовки поверхности к покрытию.

Повышенные требования к предварительной подготовке поверхности предъявляются в технологии вакуумной металллизации. Поэтому очистку, как правило, проводят в несколько этапов, применяя промывку органическими растворителями, электрохимическое обезжиривание, травление и т.д.

В 30-х годах Стронгом было предложено проводить завершающий этап очистки поверхности стекла перед нанесением на него пленок в вакууме с помощью ионной бомбардировки в тлеющем разряде. С тех пор тлеющий разряд как вид окончательной очистки поверхности широко применяется как в лабораторной, так и в промышленной практике.

Существенными преимуществами тлеющего разряда перед другими методами окончательной очистки являются: высокая технологичность, возможность проведения равномерной очистки деталей сложной конфигурации, экономичность, отсутствие наводораживания.

Особое значение приобретает очистка в тлеющем разряде в связи с создаваемыми в настоящее время непрерывными линиями нанесения вакуумных покрытий. Применение химических „мокрых“ методов в этом случае оказывается чрезвычайно нетехнологичным, т.к. требует помимо сложного оборудования химической очистки дополнительного создания камер дегазации для удаления с поверхности остатков влаги. Проведение же очистки с помощью тлеющего разряда не требует даже сооружения специальных камер. Достижение давления  $10^{-4}$  тор осуществляется с помощью нескольких шлюзовых камер, в одной из которых возможно проводить очистку тлеющим разрядом.

Однако, в настоящее время практически отсутствуют исследования, обосновывающие выбор той или иной схемы очистки тлеющим разрядом, а также устанавливающие влияние параметров разряда /форма тока, величина напря-

жения, плотность тока/ на процесс очистки. Кроме того, в литературе почти не освещены вопросы ионной бомбардировки в разряде с целью очистки металлической поверхности ; большинство исследований относится к очистке стекла. Поэтому, на практике для очистки поверхности применяется чрезвычайно широкий диапазон параметров разряда как постоянного, так и переменного тока /  $U = 700-10000$  в,  $J = 15-600$  ма,  $t = 30$  сек - 30 мин/, причем в большинстве случаев эти параметры необоснованно заимствуются из процессов катодного распыления и ионного травления.

Одна из причин такого положения заключается как в отсутствии стройной теории, объясняющей механизм очистки в разряде, так и в отсутствии систематических экспериментальных исследований процесса очистки с применением высокочувствительных количественных методов.

Основной задачей настоящей работы явилось всестороннее изучение влияния параметров тлеющего разряда на процесс очистки поверхности стали с целью выбора оптимальных условий использования данного метода в непрерывных линиях нанесения покрытий. Кроме того, в работе изучалось влияние параметров разряда на свойства покрытий, полученных на поверхностях, очищенных ионной бомбардировкой. С целью выбора оптимального давления для проведения процесса очистки исследовались свойства аномального тлеющего разряда.

## 1. Применение тлеющего разряда для очистки поверхности перед нанесением покрытий

### Обзор

Тлеющий разряд характеризуется высокими напряжениями /0,3-30 кв/ и небольшими плотностями тока /0,01-10 ма/см<sup>2</sup>. Наблюдается тлеющий разряд при сравнительно низких давлениях /несколько десятков тор и ниже/.

С целью очистки используется аномальный тлеющий разряд, так как именно при этом типе разряда возможно сравнительно легко и в широких пределах изменять как

число ионов, бомбардирующих поверхность, так и их энергию.

Обычная практика использования тлеющего разряда для очистки заключалась в помещении стеклянной поверхности в различные участки разрядного промежутка: на катоде, в темном катодном пространстве, в отрицательном свечении, в плазме положительного столба и даже на аноде. Большинство исследователей, однако, отдавало предпочтение катодному темному пространству, так как именно здесь положительные ионы газа достигают наибольших энергий.

Степень очистки поверхности разрядом в большинстве случаев оценивалась методом измерения статического коэффициента трения, либо механическими и адгезионными свойствами тонких пленок, нанесенных в вакууме на эти поверхности.

Механизм очистки поверхности в тлеющем разряде связывался обычно с одним из следующих явлений :

- 1) Испарение загрязнений с поверхности.
- 2) Десорбция газов и влаги.
- 3) Химические реакции между молекулами загрязнений и газовой средой.

При очистке металлических поверхностей, последние, как правило, являются электродами в цепи тлеющего разряда. Очистка в этом случае представляет собой своеобразное катодное распыление поверхностных загрязнений. В последние годы появились сообщения о промышленном использовании тлеющего разряда для подготовки поверхности стали перед вакуумным кадмированием и алюминированием.

## II. Методика исследования эффективности ионной бомбардировки и очистки поверхности в тлеющем разряде

В качестве объекта исследования в работе была выбрана холоднокатанная дроссированная сталь 08 кп / ГОСТ 1060-60/, используемая обычно в линиях электролужения.

Ионная очистка и нанесение покрытий проводилось в металлической камере емкостью 50 л. Необходимая степень разрежения достигалась с помощью механического насоса ВН-2 и высоковакуумного агрегата. Источником высокого напряжения служил высоковольтный

т трансформатор мощностью 400 вт. Постоянное давление в процессе разряда поддерживалось с помощью игольчатого натекаателя.

Для оценки эффективности ионной бомбардировки /энергии, передаваемой разрядом очищаемой поверхности / применялся метод „плавающего зонда“, заключающийся в определении температуры, приобретаемой в разряде за 1 минуту плоской изолированной пластинкой. В связи с тем, что нагрев такого зонда в основном определяется ионной бомбардировкой, данный метод позволил определить область наиболее интенсивной бомбардировки в межэлектродном промежутке, а также изучить влияние параметров разряда на процесс передачи энергии очищаемой поверхности.

Метод сухого трения /трибометрический метод/ применялся для контроля очистки и заключался в измерении коэффициента внешнего статического трения между каким-либо стандартным ползунком /стеклянной призмой/ и исследуемой поверхностью. Для определения коэффициента трения использовался сконструированный в лаборатории прибор, позволяющий плавно /0,06 град/сек/ изменять угол наклона некоторой плоскости /на которой крепился исследуемый образец/ относительно горизонта.

Наиболее чувствительным из всех примененных методов контроля чистоты поверхности являлся метод измерения равновесного краевого угла смачивания одиночной капли воды. Этот метод позволял не только с высокой степенью точности /до монослоя и меньше/ установить наличие или отсутствие гидрофобных загрязнений, но и исследовать кинетику процесса очистки. Отсчет краевого угла проводился непосредственно с помощью оптической системы с точностью до  $1^\circ$ .

Применение оптического поляризационного метода, разработанного Друде и Тронстадом, позволяло исследовать суммарное изменение толщины поверхностной пленки на стали, происходящее под действием ионной бомбардировки. Точность определения толщины поверхностной пленки с помощью гониометра /эллипсометра/ составляла  $\pm 4 \text{ \AA}$ .

Для изучения структурных изменений в поверхностных слоях параллельно с оптическим поляризационным методом применялся электронографический метод. Снятие электронограмм "на отражение" проводилось на электронографе марки ЭМ-4.

Предварительными исследованиями было установлено, что поверхностные загрязнения дрессированной стали состоят из окисной /80-90 Å/ и углеродистой /15-20 Å/ пленок. Последняя возникает в процессе отжига из остатков прокатных смазок. Начальное значение краевого угла смачивания на поверхности стали составляет  $54 \pm 1^\circ$ , что хорошо соответствует табличным данным для краевого угла на углероде.

### III. Исследование условий очистки поверхности стали тлеющим разрядом

1. Прежде всего было изучено влияние рода приложенного напряжения и положения объекта в разрядном промежутке на интенсивность ионной бомбардировки и очистки поверхности. Сравнению подвергались источники переменного, выпрямленного /двухполупериодного/ и постоянного тока. Данные по нагреву "плавающего зонда" и электродов показали, что интенсивность бомбардировки в тлеющем разряде переменного тока в большей части межэлектродного пространства и на электродах меньше, чем при постоянном и выпрямленном токах. Большая часть энергии подводимой к разрядному промежутку выделяется на катоде, наименьшая - на аноде. Существенного различия в ионной бомбардировке при постоянном и выпрямленном токах не наблюдалось.

В области катодного темного пространства был обнаружен резкий спад интенсивности ионной бомбардировки. Помещаемый в эту область объект из-за высокого пространственного положительного заряда приобретает по отношению к окружающему пространству положительный потенциал, который значительно ослабляет ионную бомбардировку.

В начале отрицательного свечения наблюдалось резкое возрастание интенсивности бомбардировки с последующим плавным спадом в направлении к аноду.

Исследование изменения краевого угла смачивания на поверхности образца, являющегося электродом разряда, а также помещаемого в межэлектродное пространство, находилось в полном соответствии с интенсивностью бомбардировки. Так, при параметрах разряда:  $U = 800$  в,  $p = 0,1$  тор,  $J = 40$  ма, за 3 секунды краевой угол при очистке на катоде и в начале отрицательного свечения уменьшается до  $30^\circ$ , в то время как на аноде и в темном катодном пространстве он остается без изменений.

2. Исследование кинетики очистки показало, что уже при средних плотностях тока  $/0,05-0,5$  ма/см<sup>2</sup>/ процесс очистки от гидрофобных загрязнений завершается за несколько десятков секунд. Краевой угол при этом достигает своего минимального значения  $9-11^\circ$ .

Если очищаемая поверхность является электродом /катодом/ в цепи тлеющего разряда, то очистка выпрямленным током имеет преимущества по сравнению с очисткой переменным током только в начальные стадии ионной бомбардировки. При длительном воздействии разряда  $/t > 10$  сек/ эффективность очистки в первом и во втором случаях была одинакова.

При интенсивных режимах очистки в атмосфере воздуха  $/j > 2$  ма/ см<sup>2</sup>/ параллельно с процессом очистки наблюдалось окисление поверхности. Установлено, что интенсивность окислительных процессов определяется величиной плотности тока, родом напряжения и начальным состоянием поверхности.

Применение оптического поляризационного метода позволило установить, что при кратковременном действии тлеющего разряда в атмосфере воздуха возможно не только предотвратить окисление стали, но провести частичное распыление окисной пленки /до  $20 \text{ \AA}$  /. Однако, стадия распыления окисной пленки кратковременна и не может привести к существенной очистке от окислов.

3. Сравнительное изучение влияния плотности тока разряда и напряжения на нагрев электрода показало, что количество энергии, передаваемой электроду разрядом определяется в основном плотностью тока. Изменение на-

пряжения разряда в широких пределах /300-1500 в/ при постоянной плотности тока изменяет температуру электродов на незначительную величину.

Исследование изменения краевого угла, а также толщины поверхностной пленки подтвердило определяющую роль плотности тока при проведении очистки тлеющим разрядом. Повышение плотности тока до  $2-2,5 \text{ ма/см}^2$  позволяет в течение 3-х секунд провести практически полное удаление гидрофобных загрязнений с поверхности дроссированной стали 08 кп.

Существенная зависимость процесса ионной очистки от плотности тока показана на целом ряде веществ различной природы и летучести, тонкие пленки которых искусственно наносились на поверхность стали /парафин, хлопковое, силиконовое, трансформаторное, пальмовое масла/.

Установлено, что повышение величины напряжения разряда /при сохранении постоянной плотности тока/ не сказывается на процессе очистки, а при малых плотностях тока даже несколько ухудшает качество очистки. Последняя закономерность объяснена на основании законов вторичной электронной эмиссии.

Проведение очистки в атмосфере аргона не показало существенных преимуществ последней по сравнению с очисткой в воздухе.

#### 1У. О возможности замены электрохимической очистки поверхности стали обработкой тлеющим разрядом перед нанесением вакуумного алюминиевого покрытия

1. Предварительная подготовка поверхности является одной из важнейших стадий процесса вакуумного алюминирования стальной полосы. В большинстве случаев принимаются меры для удаления с защищаемой поверхности органических загрязнений и окислов. Для этого рекомендуется проводить электрохимическую подготовку с окончательной сушкой при давлении 10 тор. Учитывая незначительную загрязненность полосы /до  $100 \text{ мг/м}^2$ /, была сделана попытка замены указанной очистки обработкой тлеющим разрядом,

которая является, несомненно, более технологичной при нанесении покрытий в вакууме.

Прежде всего было изучено влияние обработки тлеющим разрядом на адгезию покрытия. Алюминиевое покрытие наносилось методом испарения с вольфрамовых спиралей при давлении  $1 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-5}$  тор. Скорость конденсации составляла  $1000 \text{ \AA/сек}$ . Очистка поверхности разрядом проводилась в камере нанесения покрытий. Стальные образцы во всех опытах служили электродами в цепи тлеющего разряда переменного тока, проводимого в остаточной атмосфере воздуха. Толщина алюминиевого покрытия была 2-3 микрона. Измерение адгезии проводилось на адгезиометре, работающем на принципе нормального отрыва покрытий от стали, а также методом перегибов на  $180^\circ$  /ГОСТ 9488-60/.

Было установлено, что адгезии покрытия к основе определяется температурой конденсации и качеством предварительной подготовки поверхности. Если не проводить очистки поверхности, то хорошая адгезия /отсутствие видимых отслаиваний покрытия при многократном перегибе, вплоть до излома основы/ достигается при температуре конденсации  $350-400 \text{ C}^\circ$ . Полная электрохимическая подготовка /по технологии линии электролужения Магнитогорского Metallургического комбината/ либо тщательное электрохимическое обезжиривание позволяют получать такую же адгезию при температуре конденсации  $200 \text{ C}^\circ$ .

Применение ионной очистки показало, что при данных произвольных параметрах разряда существует некоторое минимальное время обработки, которое также обеспечивает хорошую адгезию при температуре конденсации  $200 \text{ C}^\circ$ , т.е. для указанной комбинации покрытие — основа возможно применить тлеющий разряд вместо химической очистки.

Увеличение времени очистки, а также последовательное применение химической очистки и тлеющего разряда не позволяло получить хорошую адгезию при более низких температурах конденсации. Однако, интенсификация параметров разряда /повышение плотности тока/ позволила значительно сократить минимальное время обработки, обеспечивающее хорошую адгезию. В частности, была получена эмпирическая

формула, связывающая указанное минимальное время очистки и плотность тока :  $t_{\text{мин}} \cdot j = 10^{-12} \frac{\text{ма сек}}{\text{см}^2}$ .

Исследовалась также структура, пористость и коррозионная стойкость алюминиевого покрытия при различных методах подготовки, включая тлеющий разряд.

Пористость покрытия определялась методом смазки по ГОСТу 3264-52 и методом подсчета сквозных пор в покрытии /стальная основа стравливалась в растворе азотной кислоты/. Оба метода дали согласованные результаты и показали, что обработка разрядом /как и электрохимическая очистка/ позволяет понизить пористость на 30% по сравнению с пористостью на неочищенной поверхности.

Исследование сохранения эффекта очистки после обработки поверхности разрядом проводилось в лабораторной атмосфере. Было установлено, что хранение очищенной поверхности / $\theta = 12-13^\circ$ / приводит к возрастанию краевого угла смачивания до  $38-40^\circ$  /время хранения 4 суток/. Значительно быстрее поверхность стали загрязняется при нахождении ее в непрерывно откачиваемой паромасляным насосом камере высокого вакуума. Достаточно нескольких минут, чтобы на такой поверхности появилась тонкая органическая пленка /краевой угол более  $75^\circ$ /. Использование ловушек, охлаждаемых жидким азотом, позволяло лишь уменьшить скорость загрязнения поверхности, но не полностью исключить ее.

Установлено, что появляющиеся в указанных двух случаях поверхностные загрязнения не оказывают влияния на адгезию алюминиевого покрытия к стали /при температуре конденсации  $200^\circ$  и выше/.

Рентгенографическое изучение структуры алюминиевого покрытия проводилось в камере с плоской кассетой на медном излучении. Для металлографических исследований применялся микроскоп МИМ-7. С помощью указанных методов не было обнаружено какой-либо зависимости структуры покрытия от метода подготовки поверхности.

## У. Выбор схемы и оптимального давления для проведения очистки стальной полосы тлеющим разрядом в непрерывном процессе

Проведен анализ различных вариантов очистки тлеющим разрядом непрерывно движущейся стальной полосы. Детальному изучению подвергнут наиболее приемлемый в промышленном отношении вариант, когда полоса и камера заземлены, являясь электродом разряда. Показано, что распределение ионного потока на поверхность полосы и камеры определяется степенью разрежения, а также взаиморасположением электрода разряда относительно полосы и других заземленных деталей камеры.

Установлено, что если кратчайшее расстояние от электрода до поверхности полосы значительно превосходит другие возможные в камере разрядные промежутки, то оптимальным интервалом давлений следует считать 0,3-1 тор. В этом случае, даже с помощью штыревого электрода есть возможность весь ионный поток сосредоточить на полосе, проводя её равномерную очистку на участках, значительно удаленных от электрода. Полученные в статических условиях результаты проверены на установке, позволяющей перематывать в вакууме рулон стали со скоростью 2-15 м/мин.

Показано, что проведение процесса очистки тлеющим разрядом при давлениях, больших 1 тор требует использования плоских электродов, расположенных параллельно обрабатываемым участкам.

## У1. Влияние обработки поверхности стали тлеющим разрядом на пористость оловя- ных гальванических покрытий

Для более обстоятельного выяснения возможностей тлеющего разряда как метода подготовки поверхности изучалось влияние очистки поверхности стали разрядом на пористость оловянных покрытий. При очистке образцы дроссированной стали служили электродами в цепи тлеющего разряда переменного тока. Оловянные покрытия толщиной 1 микрон получались из кислого фенолсульфонового электро-

лита /на вращающемся катоде/ с последующим оплавлением в муфельной печи. Пористость определялась по ГОСТу 3264-52.

Установлено, что при повышении плотности тока разряда до  $1-1,5 \text{ ма/см}^2$  пористость покрытия /при времени очистки 5 сек/ уменьшается и соответствует пористости покрытия, полученного на электрохимически очищенной поверхности /  $7-8 \text{ пор/см}^2$ /. Изменение напряжения разряда в широких пределах не сказывается на пористости покрытия. Существенного различия при проведении процесса очистки в различных атмосферах не обнаружено.

## В Ы В О Д Ы

1. Исследовано влияние рода приложенного напряжения /переменного, постоянного, выпрямленного/ на интенсивность ионной бомбардировки в различных участках межэлектродного промежутка. Показано, что наиболее интенсивной бомбардировке подвержена поверхность катода, а также поверхность, находящаяся в начальных участках отрицательного свечения. Наименьшая доля энергии разряда выделяется в темном катодном пространстве и на аноде. Интенсивность бомбардировки при постоянном и выпрямленном напряжении одинакова.

2. Применение целого ряда высокочувствительных методов контроля чистоты поверхности позволило установить полное соответствие между эффективностью очистки и интенсивностью передачи энергии разряда очищаемой поверхности.

3. Установлено, что скорость очистки поверхности от гидрофобных загрязнений наибольшая в начальные моменты действия разряда, а весь процесс очистки заканчивается в течение нескольких секунд.

4. При обработке поверхности стали тлеющим разрядом в воздухе параллельно с процессом очистки происходит окисление. Скорость окислительных процессов определяется родом приложенного напряжения, величиной плотности тока и начальным состоянием поверхности. Показано, что при кратковременном действии разряда возможно не только предотвратить окисление, но провести частичное распыление окисной пленки.

5. Для широкого класса поверхностных загрязнений показано, что решающую роль при очистке разрядом играет плотность тока. Повышением плотности тока возможно резко сократить время очистки, доведя его до нескольких секунд, а следовательно, использовать данный метод в непрерывных процессах.

6. Показано, что проведение очистки в инертной атмосфере не дает существенных преимуществ по сравнению с очисткой в воздухе.

7. Использование выпрямленного напряжения дает некоторые преимущества лишь в начальные моменты очистки. При длительном воздействии разряда выпрямленный ток не имеет никаких преимуществ по сравнению с переменным.

8. Установлено, что в отличие от процессов катодного распыления, изменение напряжения тлеющего разряда в широких пределах не сказывается на процессе очистки. При малых плотностях тока повышение напряжения приводит даже к некоторому ухудшению качества очистки.

9. Исследование адгезии вакуумного алюминиевого покрытия, нанесенного на поверхность стали с различной предварительной подготовкой, позволило установить, что очистка поверхности разрядом, как и полная электрохимическая очистка, позволяет получить хорошую адгезию при температуре конденсации  $200^{\circ}\text{C}$ .

10. Установлена связь между плотностью тока разряда и минимальным временем очистки, обеспечивающим хорошую адгезию алюминиевого покрытия.

11. Показано, что длительное пребывание очищенной разрядом поверхности стали в атмосферных условиях, а также в непрерывно откачиваемой камере, не сказывается на адгезии алюминиевого покрытия, если температура конденсации составляет  $200^{\circ}\text{C}$ .

12. Проведен анализ различных вариантов очистки стальной полосы в непрерывном процессе. Для наиболее приемлемого в промышленных условиях варианта с заземленной полосой и камерой получен оптимальный интервал давлений /  $0,3-1$  тор /, позволяющий с помощью штыревого электрода достигать равномерную очистку полосы.

13. Изучено влияние параметров обработки поверхности стали тлеющим разрядом на пористость оловянных покрытий. Доказано, что свойства этих покрытий при ионной очистке не хуже, чем при электрохимической очистке.

Содержание диссертационной работы докладывалось автором на :

1. Научно-техническом семинаре „Очистка и подготовка поверхности металлов к нанесению покрытий“ /г.Москва 1968 г./.

2. Совместном заседании лаборатории электрохимических процессов и физики металлов ЦЗЛ Магнитогорского Metallургического комбината /г.Магнитогорск, 1967 г./.

3. Научно-техническом Совете Специального Конструкторского Бюро Вакуумных Покрытий /г.Рига, 1968 г./.

4. Научном семинаре лаборатории жести и покрытий Центрального Научно-Исследовательского института Черной Metallургии им.Бардина /г.Москва, 1968 г./.

5. Научном семинаре отдела № 13 Института Электросварки АН УССР им.Е.О.Патона /г.Киев, 1968 г./.

6. XXIX научной конференции Одесского технологического института им. М.В.Ломоносова /1967 г./.

Материал диссертации представлен в следующих работах :

1. В.А.Генгринович, С.И.Гриншпун, Л.Н.Колтунова, И.Л.Ройх „Влияние обработки тлеющим разрядом поверхности стали на адгезию алюминиевого покрытия, нанесенного в вакууме“, Защита металлов, 4, № 3, 342 /1968/.

2. В.А.Генгринович, В.В.Лягинсков, И.Л.Ройх „Влияние параметров тлеющего разряда на эффективность ионной бомбардировки и очистки поверхностей“, Физика и химия обработки материалов, 2, № 5, 28 /1968/.

3. В.А.Генгринович, И.Л.Ройх „О выборе давления для проведения очистки металлических поверхностей тлеющим разрядом в непрерывных процессах“, Электронная обработка материалов, /принято к печати № 1, 1969/.