

Для решения данных проблем могут быть предложены такие мероприятия, как: обеспечения участка необходимой рабочей силой, а именно IT-специалисты, наладчики, рассмотрение варианта внедрения многостаночного обслуживания; усовершенствование технологий изготовления деталей для снижения брака; сокращение времени на наладку операций и отработку программ с ЧПУ; повышение оперативности управления в заготовительном производстве; улучшение оперативного планирования и управления.

По этим направлениям рекомендуется провести системное обследование организации производства, труда и управления для выработки конкретных рекомендаций.

Большое количество сигналов об остановках (вызовах) настоятельно выдвигает задачу автоматизации и механизации оперативного реагирования и учета простоев, при этом потребуются большой штат диспетчеров, чтобы оперативно реагировать на них. Рекомендуется: выделять эти ситуации и разработать процедуры управления ими; основной упор сделать не на оперативное реагирование на возникающие вопросы, а на их статистический анализ и предупреждение на основе их автоматического учета. [4-6]

Литература.

1. А. А. Коротыгин. Создание информационной модели виртуального предприятия на основе использования современных рпm-технологий // Самара: СГАУ, 2009.- С. 1-20.
2. В. В. Трофимов. Информационные системы и технологии в экономике и управлении// М: Высшее образование, 2006.- С. 94-212.
3. Ю.Н. Проничев. Повышение эффективности обслуживания технологических комплексов в авиадвигательном производстве// Ю.Н. Проничев.- Самара: СГАУ, 2012.- С. 3-45.
4. Н.Д. Проничев, В.Г. Смелов, В.В. Кокарева, А.Н. Малыхин. Имитационное моделирование производственной системы механообрабатывающего цеха// Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т. 15, №6(4), 2013. – С. 937 – 943.
5. L. L. Sammet and J. B. Hassler. Use of the Ratio-Delay Method in Processing Plant Operations. Agricultural Economics Research Vol. 03, Number 4, 1951. pp. 124-134
6. Benita M. Beamon. Supply Chain Design and Analysis: Models and Methods. International Journal of Production Economics (1998) Vol. 55, No. 3, pp. 281-294

### **ИОННО-ПЛАЗМЕННОЕ НАПЫЛЕНИЕ УСТАНОВКА ИОННО-ПЛАЗМЕННОГО НАПЫЛЕНИЯ**

*И.В. Дрелих, студент*

*Научный руководитель: Ибрагимов Е.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Всех, наверное, интересует вопрос, как создают золотое, серебряное или иное металлическое покрытие на металлических поверхностях. Например, на кольцах, часах, ложках, предметах быта и на деталях различного оборудования. Существует множество способов нанесения металла на поверхности. Например:

- а. электродуговая металлизация
- б. химическое осаждение
- в. осаждение из газообразного металлического соединения
- г. электролитическое осаждение
- д. погружение в расплавленный металл
- е. вжигание
- ж. катодное распыление
- з. «взрывающаяся» проволока
- и. ионно - плазменное напыление

*Электродуговая металлизация.*

Наплавку металла при помощи дуговой сварки применяют для восстановления изношенных деталей. Для этого на поверхность изделия наносят металл, накладывая его слоями, обладающими необходимыми физико-механическими свойствами. Для этого применяют различные виды сварки, в том числе и ручную дуговую с плавящимся или неплавящимся электродом.

*Химическое осаждение.*

В физике, технике и астрономии чаще всего применяется химическое серебрение стекла. Оно достигается восстановлением серебра из щелочных, преимущественно аммиачных растворов азотно-кислого серебра S действием восстанавливающего раствора R; при этом серебро в общем случае выпадает в виде чёрного порошка, и главная задача здесь состоит в том, чтобы путём соответствующего выбора условий реакции получить плотный блестящий слой металлического серебра.

*Осаждение из газообразного металлического соединения.*

Для полноты изложения следует упомянуть о возможности получать металлические слои, как тонкие, так и толстые, при разложении карбонильных или галогенидных соединений соответствующих металлов; этим процессом чаще пользуются в технике, чем в лабораториях. Таким приёмом можно получать слои никеля, железа, а также платины и металлов платиновой группы.

*Электролитическое осаждение.*

Метод электролитического осаждения находит мало применения в лабораторной практике. Часто необходимо некоторое время выдерживать электролитические ванны и производить предварительную обработку деталей; поэтому лучше в таких случаях пользоваться освоенными методами, которые широко применяются в соответствующей промышленности на больших установках. В этой области все сильнее распространяется автоматизация.

*Погружение в расплавленный металл.*

Металлические слои можно наносить, окуная деталь в расплавленный металл, слой которого наносится, или в соответствующие другие жидкости.

*Вжигание.*

Слои, весьма прочно держащиеся на стекле, получают способом вжигания, при котором раствор соли соответствующего металла разлагается при нагревании и выделяющийся металл вжигается в стекло. Такие слои применяют, например, для того, чтобы стеклу сообщить электрическую проводимость, или для того, чтобы припаять к нему металл.

*Катодное распыление.*

Этот старый метод, особенно пригодный для получения полупрозрачных слоев, может и в настоящее время иногда весьма успешно конкурировать с методами, описанными выше. Так, например, платина распыляется очень легко, в то время как испарение этого металла далеко не просто. Выбор металлов здесь также весьма разнообразен. Гельберт, например, описывает процесс катодного распыления для: Sb (сурьма); Bi (висмут); Cd (кадмий); Au (золото); Pb (свинец); Pt (платина); Ag (серебро); Sn (олово); Zn (цинк); Co (кобальт); Cu (медь); Ir (иридий); Fe (железо); Ni (никель); Se (селен); Te (теллур); Mo (молибден); Ta (тантал); W (вольфрам); Al (алюминий); Be (бериллий); C (углерод); Cr (хром); Mg (магний) и Si (кремний). Первая группа металлов поддается распылению более легко; вторая и третья группы — труднее.

*«Взрывающаяся» проволока.*

Тонкая натянутая проволока в разреженном пространстве, при давлении 25—50 мм рт. ст., и при очень сильной электрической нагрузке испаряется со взрывом. При этом металл осаждается в виде тонкого слоя на более холодную подложку, помещенную вблизи. Короткая вспышка света высокой интенсивности, сопровождающая это явление, позволяет пользоваться им как источником мгновенного освещения при фотографировании быстрых процессов.

*Ионно - плазменное напыление.*

Суть ионно – плазменного напыления заключается в бомбардировке поверхности твердого тела отдельными атомами, ионами или молекулами, имеющими энергию, большую энергии связи атома тела, материал мишени распыляется. Если поблизости от нее поместить подложку, то часть атомов распыляемой мишени попадет на подложку и конденсируется (напыляется), образуя пленку. Этот способ нанесения металла на поверхность более точно передает свойства и состав напыляемого металла. О нем мы и поговорим.

**Ионно-плазменное напыление**

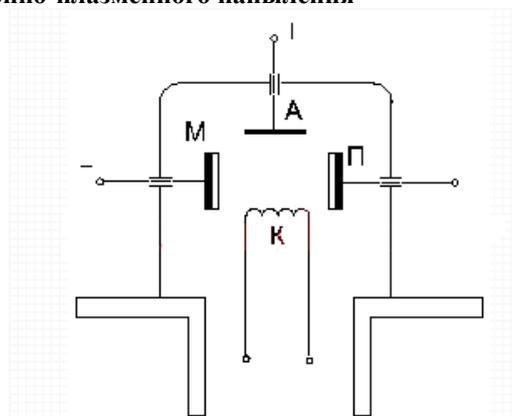
Для бомбардировки мишени удобно использовать заряженные частицы — ионы, так как их легко разогнать до нужной энергии в электрическом поле. Иногда для напыления применяют специальные источники ионных пучков, в которых ионы отсортированы по массам и имеют одну и ту же энергию. Но чаще в качестве источников ионов используют газоразрядную плазму, из которой положительные ионы вытягиваются отрицательно заряженной мишенью. Такой способ распыления называют ионно-плазменным напылением.

### Установка ионно-плазменного напыления

Энергия ионов, падающих на мишень, определяется в основном разностью потенциалов, пройденной ионом на последней длине свободного пробега перед мишенью, так как ранее приобретённую энергию он практически полностью теряет в столкновении с атомами газа. Из-за статического характера процессов соударения частиц всегда существует большой разброс длин свободного пробега, так что энергия ионов падающих на мишень, имеет существенный разброс и ионы падают на мишень под разными углами и т. д. Поэтому процесс ионно-плазменного напыления, в котором эффекты собственно ионного напыления и явления в газовом разряде тесно переплетены, исследовать труднее, чем процесс ионного напыления.

В напылительной камере создают продольное магнитное поле, параллельное электрическому полю между катодом и анодом. Это поле закручивает траектории электронов, летящих по направлению к стенкам, и тем самым предотвращает накопление на них отрицательного заряда и дрейф к стенкам положительных ионов.

### Схема установки ионно-плазменного напыления



А — анод; К- катод; М — мишень; П — подложка

Количество ионов, образующихся в камере, зависит от тока электронов с катода, давления газа в камере и напряжения на аноде. В напылительной установке, схема которой приведена на рисунке, источником электродов является накаливаемый катод К. При давлении газа в камере выше 10-1 Па средняя длина свободного пробега электрона меньше 1 см. Поэтому если расстояние до анода значительно больше этой длины, то на своем пути до анода электрон успеет испытать большое число столкновений с атомами газа. Для того чтобы эти соударения приводили к ионизациям, электрон должен приобрести в электрическом поле достаточно большую энергию. С ростом энергии электрона вероятность ионизации атома при столкновении с электроном сначала растет, а затем начинает уменьшаться.

Образующиеся положительные ионы устремляются на мишень, находящуюся под большим отрицательным потенциалом. Как уже упоминалось, ионы легко теряют свою кинетическую энергию при соударении с атомами газа, так как массы сталкивающихся частиц практически равны. Поэтому они достигают мишени с энергией, приобретённой ими в электрическом поле на последней длине свободного пробега  $l$  перед нею, т. е. с энергией  $l \cdot E$ , где  $E$  — напряжённость поля у мишени. Эта энергия может быть существенно ниже  $q \cdot V$ , где  $V$  — напряжение на мишени.

Бомбардируя мишень, ионы выбивают из неё атомы, часть из которых попадает на подложку и, конденсируясь (напыляясь), образует плёнку — происходит ионно-плазменное напыление.

Плюсы ионно-плазменного напыления заключаются в более точной передаче свойств и состава напыляемого металла. Минусы в том что объём обрабатываемой детали зависит от размера камеры в которой происходит напыление.

### Литература.

1. [http://www.coolreferat.com/Химические\\_способы\\_нанесения\\_металлических\\_покрытий](http://www.coolreferat.com/Химические_способы_нанесения_металлических_покрытий)
2. <http://www.shtorm-its.ru/tehnologiya-dugovoy-naplavki-metallov>
3. <http://masterweld.ru/naplavka>
4. <http://www.mtomd.info/archives/2228>