

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САРАТОВСКИЙ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра материаловедения, технологии
и управления качеством

**КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ
АНАЛИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАПЫЛЕНИЯ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы
по направлению 27.03.02 «Управление качеством»
факультета nano- и биомедицинских технологий
Нигметовой Динары Сарсенгалиевны

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

И. В. Синев

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2018

Введение. Износостойкие покрытия необходимы для повышения работоспособности металлорежущего инструмента, т.е. увеличения срока его службы. Эти характеристики, в свою очередь, влияют на увеличение производительности труда, а также снижение затрат на техническое оснащение, поскольку металлорежущий инструмент не повреждается и не выходит из строя в течение длительного периода времени.

Нанесение износостойких покрытий в НТЦ производится на участке PVD покрытий. Основным технологическим оборудованием на этом участке является вакуумная установка DREVA600. Покрытие в ней формируется методом катодно-дугового испарения. Оборудование позволяет формировать ряд износостойких покрытий, таких как TiN, TiCN, AlTiN, ta-C. На основной объем поступающих на обработку деталей наносится покрытие AlTiN, так как оно является наиболее востребованным заказчиками. Также участок оснащен рядом вспомогательного оборудования, обеспечивающего полный цикл восстановления металлорежущего инструмента.

Неотъемлемой частью любого технологического процесса является контроль качества. Для износостойких покрытий основными параметрами, определяющими его качество, являются: толщина, микротвердость и адгезия.

После изменения технологии нанесения покрытия AlTiN, вызванного изменением состава распыляемых катодов, возникла проблема, связанная с монотонным уменьшением толщины покрытия от процесса к процессу. Предположительно это связано с уменьшением скорости нанесения покрытия с ростом износа распыляемого катода.

Таким образом, при проведении процесса нанесения покрытия AlTiN требуется увеличивать время активной стадии нанесения покрытия для достижения требуемой толщины покрытия на деталях ($2,5 \pm 0,5$ мкм).

Целью работы является разработка инструкции для оператора установки DREVA 600 о выборе времени активной стадии процесса нанесения покрытия AlTiN.

Достижение данной цели требует решения ряда задач, а именно:

1. изучить технологию нанесения покрытия AlTiN, применяемую на участке PVD покрытий НТЦ СГУ;
2. собрать данные о процессах нанесения покрытия AlTiN и произвести их первоначальную обработку;
3. разработать алгоритм выборки данных из общего массива для последующей обработки.
4. установить связь между скоростью нанесения покрытия и износом распыляемых катодов;
5. разработать инструкцию для оператора установки DREVA 600 о выборе времени активной стадии процесса нанесения покрытия AlTiN.

Дипломная работа занимает 34 страницы, имеет 6 рисунка и 3 таблицы.

Обзор составлен по 10 информационным источникам.

Во введение рассматривается актуальность работы, устанавливается цель и выдвигаются задачи для достижения поставленной цели.

В первом разделе описывается сущность и функции износостойкого покрытия. Был рассмотрен теоретический материал по нанесению износостойкого покрытия AlTiN.

Во втором разделе работы представлены результаты связи между нанесением износостойкого покрытия AlTiN и износом мишеней. Была создана Инструкция для оператора установки DREVA 600 о выборе времени активной стадии процесса нанесения покрытия AlTiN.

Основное содержание работы

Износостойкие покрытия для металлорежущего инструмента.

Чтобы повысить работоспособность деталей машин и инструментов широко используют разнообразные защитные покрытия, которые в свою очередь обеспечивают надежность и долговечность изделия, повышая износостойкость и твердость.

Чтобы верно подобрать износостойкое покрытие нужно учесть несколько факторов:

- соотношение твердости материалов ответных деталей;

- хрупкость;
- скорость и угол атаки абразивного материала;
- температура рабочего контакта;
- антифрикционные качества;
- когезия и адгезия поверхности.

Так же, нужно принимать во внимание наличие коррозионных факторов и нагрузки на изделия.

Способы нанесения износостойких покрытий на металлорежущий инструмент находятся в зависимости, как от материала инструмента, например и от материала покрытия. Износостойкие покрытия на основе карбидов, нитридов, оксида алюминия и карбонитридов титана, как правило, наносят методом химического осаждения покрытий. Подобный процесс используется, при температурах от тысячи до тысячи ста °С. Высочайшие температуры не дают возможность применять этот метод для нанесения износостойких покрытий на инструмент из быстрорежущей стали, потому что сам инструментальный материал может разрушиться, а его режущие кромки затупиться.

Следующий способ, не требующий таких экстремальных критерий для нанесения износостойких покрытий на металлорежущий инструмент, называется методом физического осаждения покрытий. Этот процесс заключается в распылении частичек материала износостойкого покрытия на плоскость инструмента. В итоге, объединяются распыленные частички, образуя защитную пленку .

Специалисты инструментальной отрасли задумываются, собственно что будущее нанесения износостойких покрытий как раз за методом физического осаждения покрытий. Прежде всего, это связано с невысокими температурами, при которых вероятно обработка поверхности металлорежущего инструмента, изготовленного из любого материала. Среди иных причин особенно выделяются выгода финансовая, безопасность для окружающей среды,

высочайшая скорость образования защитной пленки износостойкого покрытия и высокая адгезия покрытия с поверхностью инструмента [1].

Вакуумно-дуговой метод нанесения покрытий. Это физический метод нанесения покрытий (тонких плёнок) в вакууме, путём конденсации на подложку (изделие, деталь) материала из плазменных потоков, генерируемых на катоде-мишени в катодном пятне вакуумной дуги сильноточного низковольтного разряда, развивающегося исключительно в парах материала электрода.

Метод используется для нанесения металлических, керамических и композитных пленок на различные изделия.

Метод также известен под названиями: катодно-дуговое осаждение, метод КИБ — катодно-ионной бомбардировки или, по-другому, метод конденсации вещества из плазменной фазы в вакууме с ионной бомбардировкой поверхности (последнее — оригинальное авторское название создателей метода). Также известны названия «Ионно-плазменное напыление», «Конденсация с ионной бомбардировкой» [2].

Контроль качества износостойких покрытий. Одни из ведущих параметров, характеризующих качество покрытия, являются толщина покрытия, его микротвердость и адгезия к подложке [3].

Определение адгезии покрытия к подложке. Для определения адгезии покрытия, используют Роквелл тест. Принцип этого теста заключается в том, что кончик алмазного индекатора проникает в поверхность соединения с покрытием, таким образом, вызывая массивную пластическую деформацию с подложкой и разрушая покрытие.

Геометрией контакта, в сочетании с интенсивной передачей нагрузки, вызывают экстремальные напряжения сдвига на границе раздела. Хорошо прилипшим покрытиям, получается выдерживать эти напряжения сдвига и предотвращать расслаивание по окружности к оттиску. Образец с покрытием может быть адекватно оценен, с помощью обыкновенной оптической микроскопии [4].

Исходные данные для анализа зависимости скорости напыления от износа мишеней. Проблема с уменьшением толщины покрытия от процесса к процессу была выявлена после изменения технологии нанесения AlTiN, связанного с переходом к использованию мишеней AlTiN с составом 66:33% (прежде использовались мишени с составом 33:66 %). Изменение технологии было осуществлено 21.05.2015 .

Анализ записей в журнале технологических процессов за прошедший период показал, что было проведено 40 процессов нанесения AlTiN. Проведение данных процессов потребовало смены трех наборов мишеней AlTiN. Таким образом, из журнала были извлечены данные о токе катодов, времени активной стадии процесса нанесения покрытия, толщине полученного покрытия. Полученные данные занесены в таблицы 1– 3.

Таблица 1 – Данные журнала первой группы мишени

Дата	Ток мишени, А	Время напыления, мин	Толщина покрытия, мкм	Скорость нанесения покрытия, нм/мин	Расход мишени, А*ч	Ресурс мишени, А*ч
24.12.14	70	90	3,10	34	105	312
29.12.14	70	95	2,50	26	111	423
29.01.15	70	100		0	117	540
16.03.15	70	125	0,00	0	146	685
17.03.15	70	105	0,00	0	123	808
18.03.15	70	125	3,22	26	146	954
20.05.15	70	115	2,12	18	134	1088
22.06.15	70	115	2,01	17	134	1222
29.06.15	70	115	0,00	0	134	1356
03.07.15	70	110	0,00	0	128	1485
14.07.15	70	110	0,00	0	128	1613

Алгоритм выборки данных из общего массива. Для того что бы убедиться в том что процесс по которому будет производится анализ не является тестовым проводятся следующие этапы непосредственно установить точное время нанесения AlTiN покрытие нужно произвести несколько этапов:

(1) В соответствии с датой выбрать из общего массива данных давление зафиксированное за целый день и провести зависимость от времени, таким образом узнать когда в процессе пройдет момент откачки;

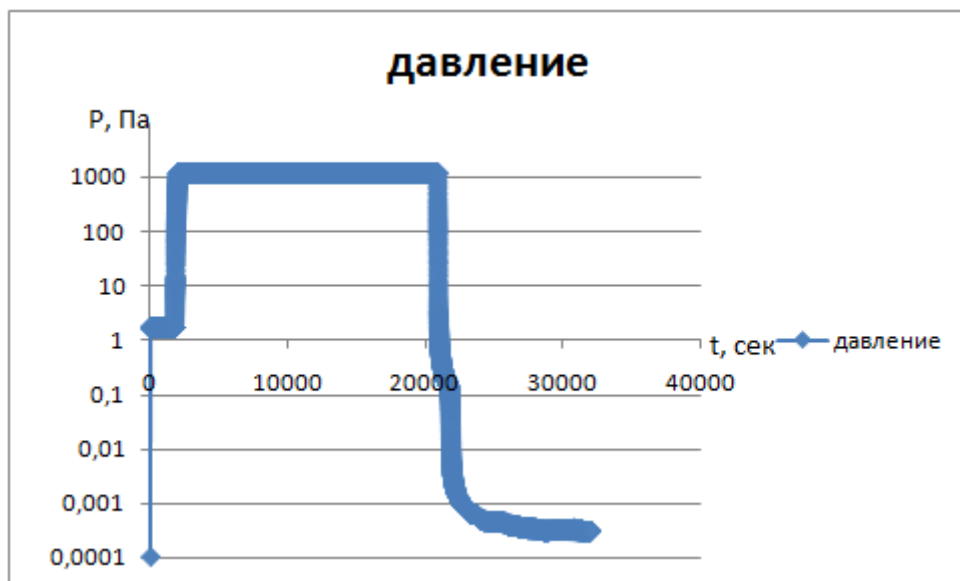


Рисунок 2 – Зависимость давления от времени

(2) Затем следует нанесение покрытия TiN , для того что бы определить этот момент в процессе нужно произвести зависимость работы полового катода от времени;

Определение связи между нанесением износостойкого покрытия AlTiN и износом мишеней. На рисунке 3 построен график зависимости скорости напыления покрытия от ресурса мишеней. Видно, что скорость напыления и износ мишеней зависимы.

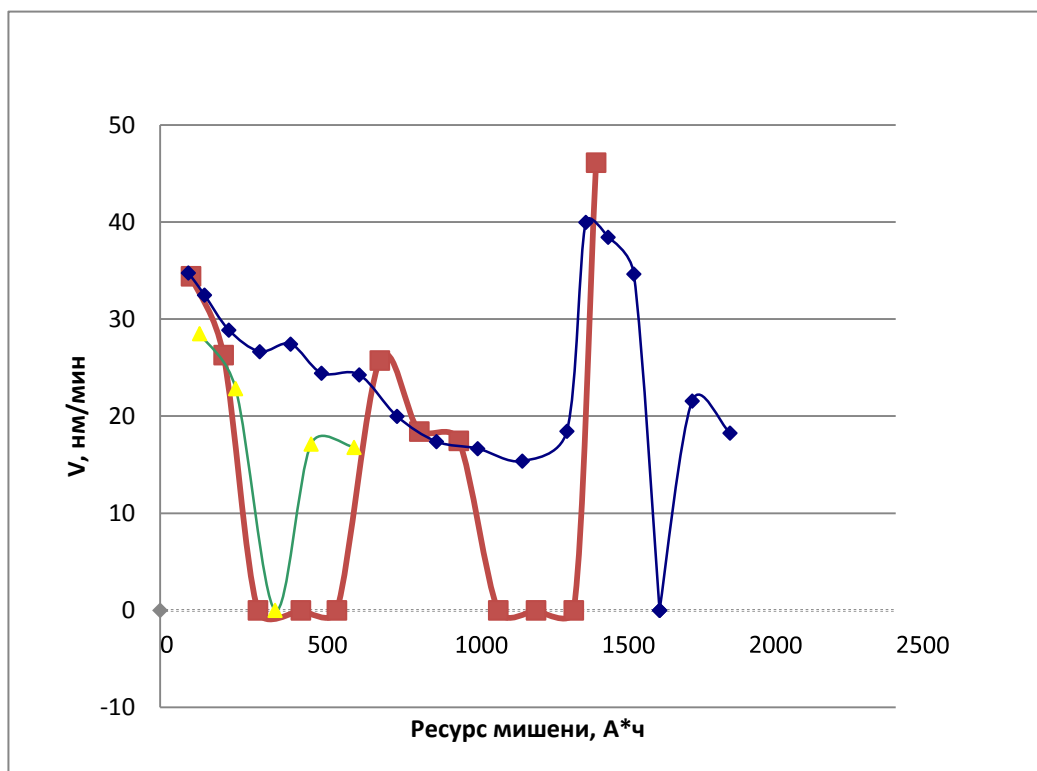


Рисунок 3 – Зависимость напыления и износ мишеней

Предположим, что скорость напыления гиперболически зависит от износа мишени, проведем аппроксимацию данных гиперболическим законом (1):

$$V = \frac{a}{b - A}, \quad (1)$$

где a – число групп, которые ранжируются,

b – число переменных.

Результаты аппроксимации приведены на рисунке 4 сплошной линией. Параметры аппроксимации приведены в таблице 4, где R^2 - коэффициент детерминации.

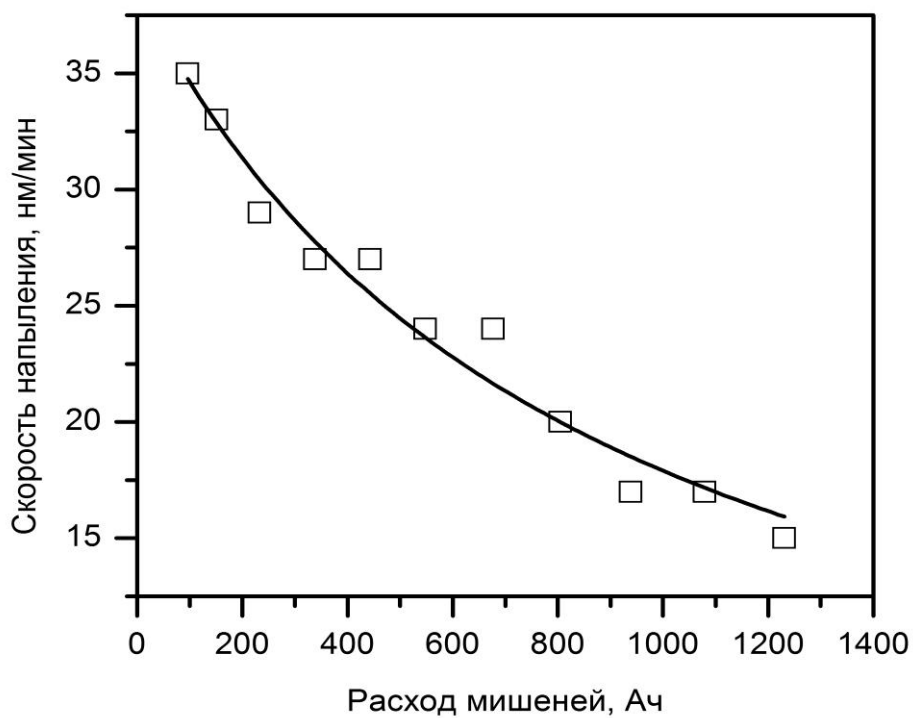


Рисунок 4 – Гиперболический закон

Таблица 4 – Параметры аппроксимации, полученные гиперболическим законом

	a		b	
0,96	0,026	$8,173 \cdot 10^{-4}$	$2,996 \cdot 10^{-5}$	$2,086 \cdot 10^{-6}$

Заключение. В проделанной работе была выявлена зависимость скорости нанесения износостойкого покрытия AlTiN от износа мишени. Эта связь была аппроксимирована тремя законами. В результате был выбран наиболее подходящий экспоненциальный закон. На основе этой зависимости была разработана инструкция для оператора DREVA 600 о выборе времени активной стадии процесса нанесения покрытия AlTiN. Данная инструкция поможет оператору выбрать правильное время нанесения покрытия, тем самым исключит возможные отклонения от нормы, избежать излишних затрат средств.

Список использованной литературы

1 Табаков, В. П. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания / В. П. Табаков. Ульяновск : УлГТУ, 2007. 255 с.

2 Григорьев, С. Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента / С. Н. Григорьев. Старый Оскол : ТНТ, 2011. 263 с.

3 ГОСТ Р 1.0–2004. Нанопокрyтия режyщего инструмента на основе алмаза. М. : Стандартиформ, 2011. 13 с.

4 Vidakis, N. The VDI 3198 indentation test evaluation of a reliable qualitative control for layered compounds / N. Vidakis // Journal of Materials Processing Technology. 2003. №1. P. 481–485.