

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

**ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО
ИНСТРУМЕНТА ПУТЕМ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЯ AlTiN С
ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ИОННЫМ АЗОТИРОВАНИЕМ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 421 группы направления 22.03.01
«Материаловедение и технологии новых материалов»
факультета нано - и биомедицинских технологий

Тимошенко Дмитрия Александровича

Научный руководитель

доцент, к.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

И.В. Синёв

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

дата, подпись

С.Б. Вениг

инициалы, фамилия

Саратов 2016

ВВЕДЕНИЕ

Режущий инструмент широко применяется для обработки деталей резанием, путем частичного удаления материала в виде стружки.

С течением времени происходит износ инструмента, что приводит к снижению производительности в связи с необходимостью переналадки оборудования после замены инструмента, снижает качество получаемых поверхностей, приводит к получению брака в случае жестких допусков на размеры деталей.

Долговечность режущего инструментов во многом определяются свойствами поверхностного слоя, в котором происходят основные деформационные и физико-химические процессы при контактном взаимодействии. Поэтому создание износостойкого состояния поверхностного слоя является способом повышения стойкости инструмента.

Существует множество методов создания износостойких покрытий, среди них можно выделить нанесение износостойкого покрытия и азотирование поверхности инструмента.

Технология нанесения износостойких покрытий реализована в Научно-технологическом центре СГУ. Эта технология зарекомендовала себя и успешно реализуется при выполнении коммерческих заказов. Однако, из литературы известно, что создание комбинированного покрытия, например, нанесение AlTiN на предварительно азотированную поверхность, позволяет увеличить износостойкость инструмента до 5 раз по сравнению с инструментом без упрочнения, и до 3 раз, по сравнению с инструментом с традиционным покрытием. В данной работе была проведена проверка эффективности такой технологии.

Целью данной дипломной работы является сравнение интенсивности износа металлорежущего инструмента с различными видами покрытий.

Для достижения поставленной цели, были выполнены следующие задачи:

1. Проанализировать мировой опыт в области ионно-плазменного азотирования, нанесения покрытий, а так же нанесения покрытий на предварительно азотированный материал;

2. Модернизировать установку PVD600, для реализации ионно-плазменного азотирования;

3. Произвести процесс ионно-плазменного азотирования;

4. Исследовать свойства, полученного азотированного слоя;

5. Произвести процесс нанесения износостойких покрытий AlTiN;

6. Определить износостойкость инструмента с покрытием AlTiN и комбинированным покрытием.

Работа состоит из введения, 3 глав, заключения и списка используемой литературы (26 наименований, из которых 6 статьи в зарубежных журналах). Работа изложена на 64 страницах, содержит 10 таблиц и 43 рисунка.

В первой главе «Нанесение износостойкого покрытия AlTiN на металлорежущий инструмент с предварительным ионным азотированием» дан литературный обзор по теме повышения износостойкости металлорежущего инструмента. Рассмотрена технология ионно-плазменного азотирования, PVD и CVD технологии формирования износостойких покрытий. Охарактеризованы механизмы износа металлорежущего инструмента, приведены методы оценки его стойкости.

Во второй главе «Оборудование, образцы и методика измерений» приведены данные о выбранном для испытаний металлорежущем инструменте, описана технология ионно-плазменного азотирования и нанесения покрытия AlTiN.

Спиральные сверла, одни из часто применяемых металлорежущих инструментов. В данной работе в качестве образцов были выбраны спиральные сверла диаметром 5 мм, изготовленные из стали P6M5.

Процесс ионно-плазменного азотирования осуществляется с помощью установки PVD600 (Vactec, Южная Корея). Для проведения процесса ИПА

установка была модернизирована. Был добавлен подложкодержатель из графита, который выполнял функцию нагревателя.

Далее был осуществлен процесс ИПА. Перед азотированием образцы очищались от внешних загрязнений этанолом и помещались в камеру. Затем вакуумная камера откачивалась до давления $1 \cdot 10^{-4}$ мбар. Затем подавалась мощность на нагреватель, и осуществлялся нагрев подложкодержателя до 400°C . Перед проведение процесса азотирования детали очищались в аргоновой плазме. Для этого в камеру напускался аргон до давления $1.5 \cdot 10^{-1}$ мбар и между деталями, служащими катодом и стенками камеры зажигался тлеющий разряд. После очистки добавлялся Азот (N_2) 70% и в течение четырех часов при давлении $3 \cdot 10^{-1}$ мбар и температуры 400°C проводился процесс ионно-плазменного азотирования. При этом напряжение составляло 800 В, ионный ток составлял 20 мА.

Так же осуществлялся процесс нанесения износостойкого покрытия AlTiN. В качестве установки, для нанесения износостойкого покрытия, использовалась высоковакуумная установка DREVA 600 (VTD, Германия). Процесс напыления осуществлялся в 4 этапа. На первом этапе производилась откачка камеры и нагрев образцов до 500°C . На втором этапе производилась очистка в аргоновой плазме при смещении подложкодержателя -200 В. На третьем этапе осуществлялось напыление подслоя TiN. На четвертом этапе наносился основной слой AlTiN. Длительность всего процесса составляла 4 ч.

Для измерения кривой износа производилось сверление стального диска с помощью ручного сверлильного станка. Диск был изготовлен из стали марки 45Х. Для уменьшения времени проведения эксперимента диск подвергался термической обработке с целью повышения его твердости.

Определение износа инструмента производилось с помощью измерений на металлографическом микроскопе Альтами MET1M.

В третий главе «Измерение износостойкости полученных образцов» осуществлялось измерение износа режущего инструмента и сравнительная характеристика износа инструмента с разными видами покрытия.

Для исследования характеристик износостойкого покрытия, каждый образец механически подвергался изнашиванию. Износ определялся по задней поверхности режущего инструмента. Результат износа измерялся периодически через определенное расстояние, путь сверления, который вычислялся по формуле (1)

$$L = (\pi \cdot D) \cdot t, \quad (1)$$

где L – длина пути резания;

D – диаметр сверла;

t – число оборотов.

Толщина диска 32 мм, подача 0,1 мм, следовательно, число оборотов, через которое будет просверлено сквозное отверстие, составляет 320. Тогда, исходя из формулы (1), вычислим длину пути, для диаметра сверла 5 мм она составляет 5024 мм.

С помощью программы Gwyddion определялось расстояние от режущей кромки до ленточки. Измерения проводились у периферийной части режущей кромки. Сначала измерялся контрольный образец, затем проводилось измерение образцов после сверления, через определенный промежуток резания. Разница в измерениях определяла износ по задней поверхности.

Для начала проводилось измерение износостойкости контрольного образца. По полученным результатам был построен график (рисунок 1).

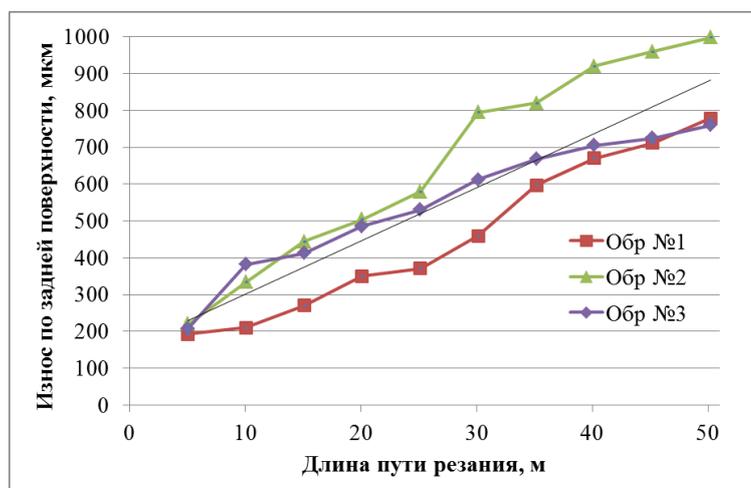


Рисунок 1 – График износа по задней поверхности образцов до нанесения износостойких покрытий

Из графика видно, что при длине резания 50 м износ по задней поверхности образцов, до нанесения покрытия, составляет от 750 до 1000 мкм.

Для характеристики износостойкости инструмента будем использовать наклон кривой износа. По методу наименьших квадратов и с помощью программы OriginPro 8 определили наклон кривой износа. Тогда для контрольного образца, интенсивность износа 15,8 мкм/м

Далее проводились измерения износостойкости образцов после ионно-плазменного азотирования. По полученным результатам был построен график (рисунок 2).

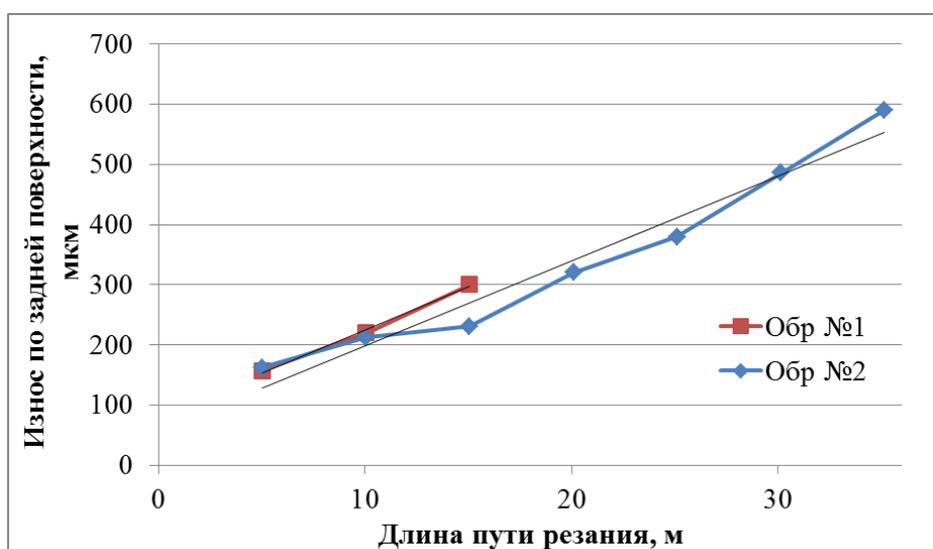


Рисунок 2 – График износа по задней поверхности образцов после ионно-плазменного азотирования

Из графика видно, что при длине резания 35 м износ по задней поверхности образцов, после ионно-плазменного азотирования, составляет около 600 мкм. Интенсивность износа 14,4 мкм/м.

Далее проводились измерение износостойкости образцов с износостойким покрытием AlTiN. По полученным результатам был построен график (рисунок 3).

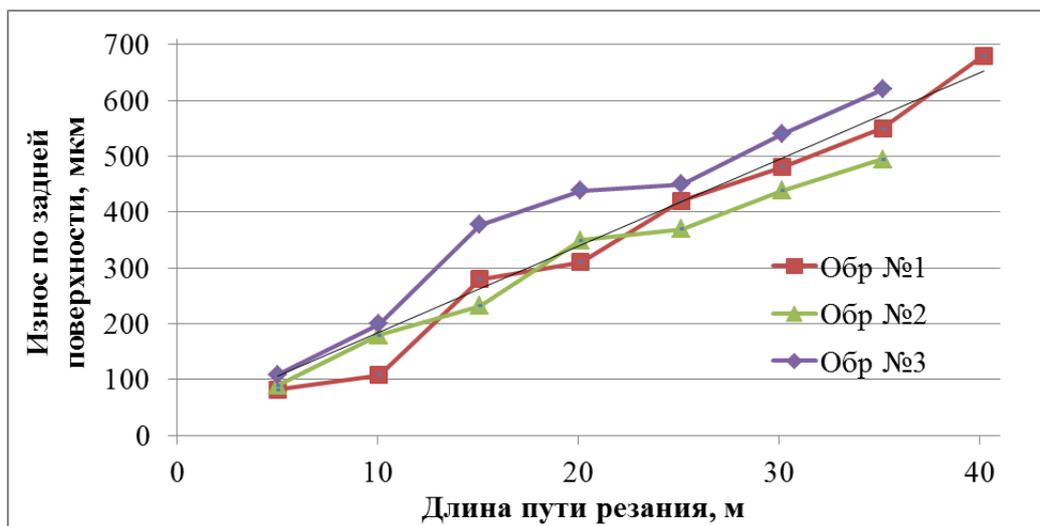


Рисунок 3 – График износа по задней поверхности образцов после нанесения износостойкого покрытия AlTiN

Из графика видно, что при длине резания 35 м износ по задней поверхности образцов, после нанесения износостойкого покрытия AlTiN, составляет около 550 мкм. Интенсивность износа 14,6 мкм/м.

Затем проводились измерение износостойкости образцов с комбинированным покрытием. По полученным результатам был построен график (рисунок 4).

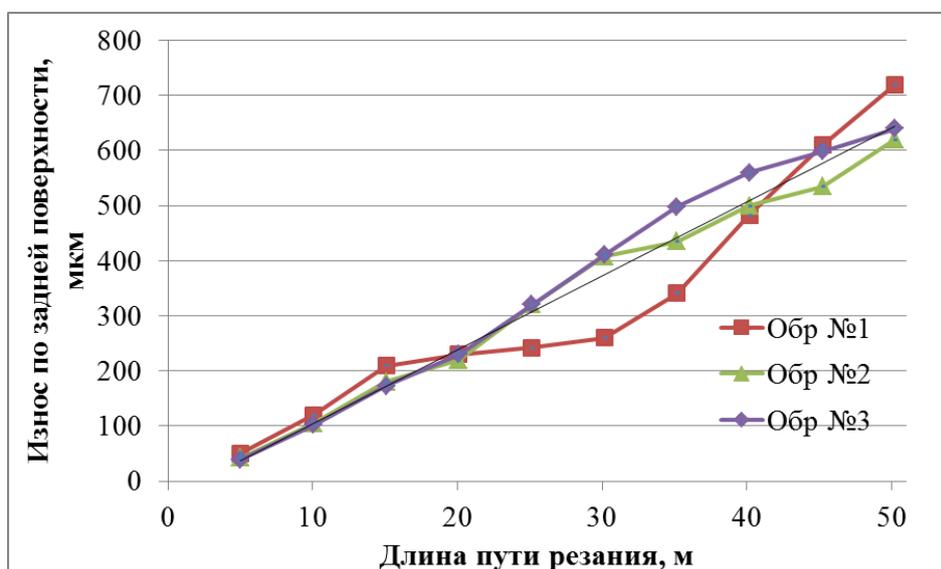


Рисунок 4 – График износ по задней поверхности образцов с износостойким покрытием AlTiN, после предварительного азотирования

Из графика видно, что при длине резания 50 м износ по задней поверхности образцов, с износостойким покрытием AlTiN, после

предварительного азотирования, составляет около 680 мкм. Интенсивность износа 13,1 мкм/м.

Далее была проведена сравнительная характеристика, износостойкости образцов, от длины пути резания, в зависимости от термической обработки (рисунок 5).

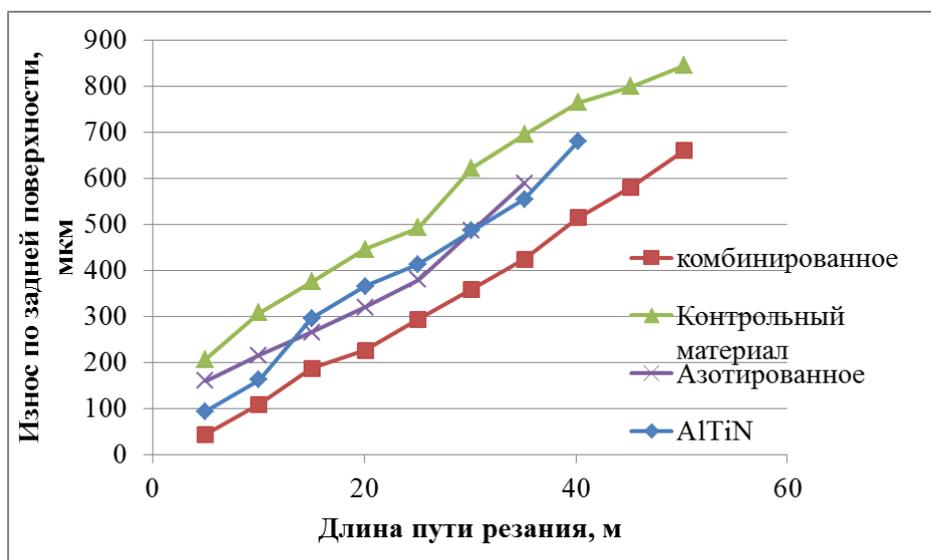


Рисунок 5 – Износостойкость образцов, от длины пути реания, в зависимости от термической обработки

Если взять на графике первые две точки, считая от нуля, и провести через них линию тренда, то можно вычислить интенсивность износа в зависимости от термической обработки. Для контрольного образца интенсивность износа 41 мкм/м, Ионно-плазменное азотирование снижает интенсивность износа на 24% (интенсивность износа 31 мкм/м). Нанесение износостойкого покрытия AlTiN снижает интенсивность износа на 40% (интенсивность износа 18 мкм/м). Износостойкость образца с комбинированным покрытия выше, чем износостойкость азотированного образца и образца с покрытием AlTiN. Интенсивность износа 8 мкм/м, снижается на 80%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был проведен литературный обзор по теме ионно-плазменного азотирования, нанесения износостойких покрытий, износостойкости металлорежущего инструмента.

Были получены образцы спиральных свёрел с азотированной поверхностью, покрытые износостойким покрытием AlTiN и с комбинированным покрытием.

Проведены ресурсные испытания полученных образцов, построены кривые износа для 4 групп инструмента.

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- для контрольного образца без покрытия интенсивность износа составила 41 мкм/м;
- нанесение покрытия, либо азотирование повышает стойкость инструмента;
- ионно-плазменное азотирование снижает интенсивность износа на 24% (интенсивность износа 31 мкм/м);
- нанесение износостойкого покрытия AlTiN снижает интенсивность износа на 40% (интенсивность износа 18 мкм/м);
- Износостойкость образца с комбинированным покрытием выше, чем износостойкость азотированного образца и образца с покрытием AlTiN. Интенсивность износа 8 мкм/м, т.е. на 80% ниже.

Таким образом, в работе практически реализован комбинированный метод повышения износостойкости спиральных свёрел, показана его эффективность.