

УДК 621.924.1

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

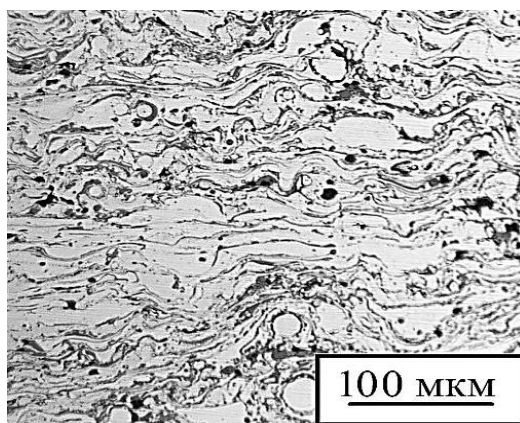
**Е.В. ПУЙМАН**

(Представлено: д-р техн. наук Н.Н. ПОПОК)

*Исследованы структуры и фазовый состав упрочняющих покрытий высоколегированных инструментальных сталей, определено распределение модифицирующих примесей по глубине упрочненных слоев инструментальных материалов, изучена износостойкость покрытия, разработаны технологические рекомендации по режимам ионно-плазменной обработки высоколегированных инструментальных сталей.*

**Введение.** Проблема повышения износостойкости деталей машин, работающих в условиях фрикционного взаимодействия, а также режущих инструментов, функционирующего при повышенных температурах и давлениях, становится все более значимой в связи с постоянным увеличением уровня действующих нагрузок, скоростей и рабочих температур, а также применением агрессивных сред. Одним из наиболее перспективных способов существенного повышения физико-механических, триботехнических характеристик и антикоррозионных свойств, а также выносливости сталей и сплавов является модифицирование поверхностных слоев этих материалов концентрированными потоками ионов металлов и газов [1, 2], интенсивно развиваемый в Полоцком государственном университете [3]. Важной особенностью метода является сохранение прочностных свойств подложки за счет пониженной температуры ионно-плазменной обработки, что весьма существенно для повышения ресурса работоспособности материалов с упрочненными поверхностными слоями. Весьма перспективно использование для покрытий высоколегированных инструментальных сталей мартенситного типа. Дополнительные возможности для повышения прочности и износостойкости газотермических покрытий с метастабильными фазами открывает использование технологии ионно-плазменной обработки их поверхностных слоев.

**Основная часть.** На рисунке 1 представлена характерная микроструктура напыленного газотермического покрытия из инструментальной стали 95ХС.



**Рисунок 1. – Микроструктура газотермического покрытия из проволоочной стали 95ХС**

Газотермическое покрытие из инструментальной стали 95Х18 подвергают ионно-плазменной обработке с осаждением нитрида титана. Образцы с покрытием 95Х18 перед нанесением ионно-плазменного покрытия из олова находились в неполированном и основном состояниях (рис. 2, А, Б). Ионно-плазменное покрытие осуществляли на установке ПВМ-0,5 ФН при следующих условиях: вакуум в камере установки –  $3 \cdot 10^{-3}$  МПа, температура –  $150-250$  °С, ток –  $85-95$  А, давление азота  $0,097$  Па и пропана –  $100$  Па, время нанесения покрытия  $20-30$  мин. Образец отчета изготовлен из быстрорежущей стали марки П6М5. Износ образцов определяют путем взвешивания на аналитических весах модели ВК-1500.1.

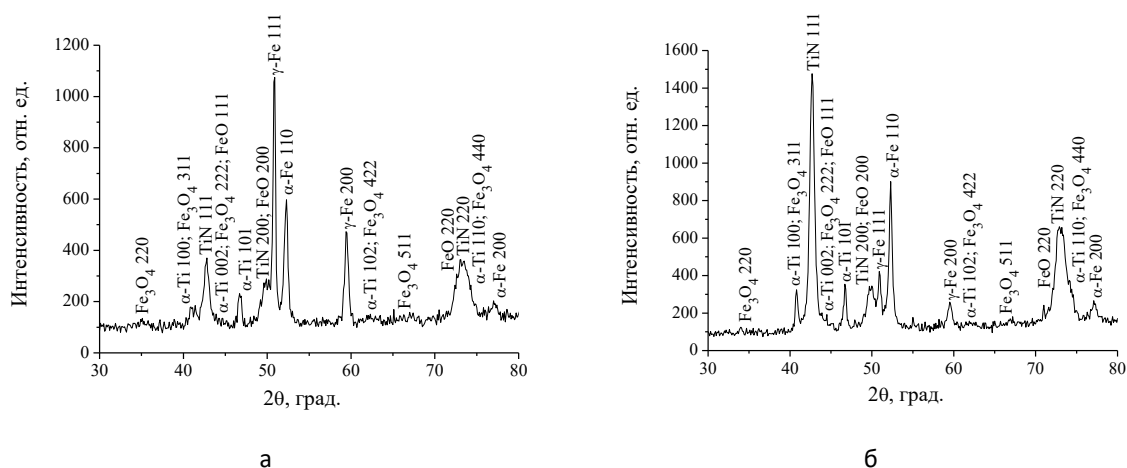


Рисунок 2 – Фрагмент рентгеновской дифрактограммы (CoKa) покрытия из стали 95XSi TiN

Сцелью оценки износостойкости образцов с комбинированным покрытием были проведены экспериментальные исследования шлифованных и нешлифованных образцов на машине трения МТ-393, при следующих режимах: усилие прижима – 50Н, скорость – 200мин<sup>-1</sup>, время – 200сек.

На рисунке 3 показана машина трения МТ-393 и внешний вид образцов при проведении исследований износостойкости.

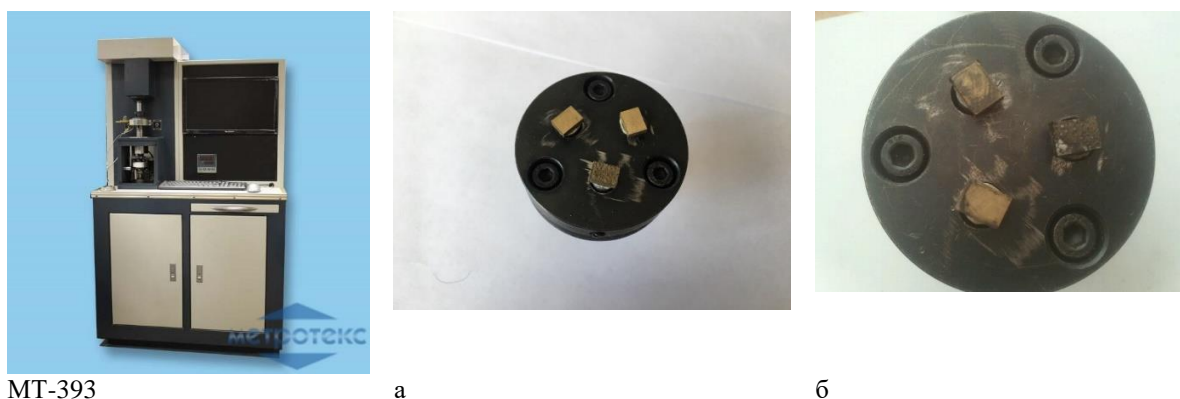


Рисунок 3. – внешний вид образцов после испытания на машине трения МТ-393:  
а) до испытания б) после испытания

Результаты исследования представлены в таблице 1 и на рисунке 4.

Таблица 1 – Износ шлифованных и нешлифованных образцов

Номер образца	Вес до, г./мг.	Вес после, г./мг.	Весовой износ, г./мг.	Материал
1	4,510	4,505	0,005	95XC+TiN шлифованный
2	4,470	4,440	0,030	95XC+TiN нешлифованный

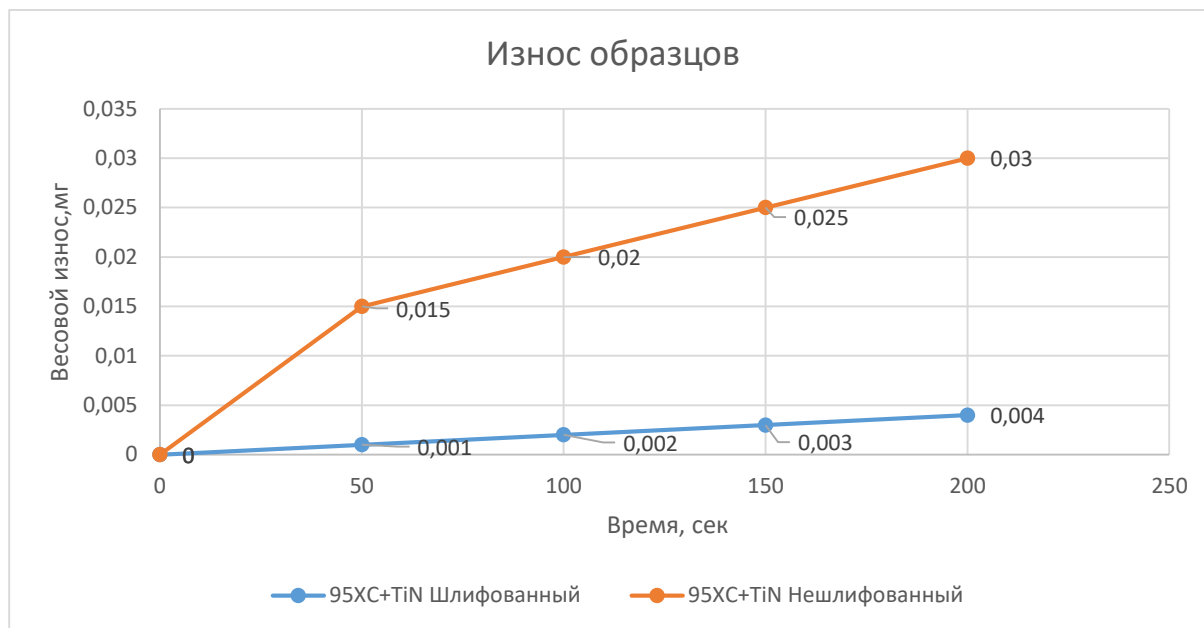


Рисунок 4. – зависимости износостойкости образцов от времени трения:  
1-шлифованный, 2- нешлифованный

Как видно из графика, износостойкости образцов полученных нанесением покрытия из нитрида титана на шлифованную поверхность газотермического покрытия 95ХС выше, чем не шлифованных.

#### Выводы:

1. Микроструктура покрытия из инструментальной стали 95Х18 по пористости (менее 3%) и содержанию оксидов (~ 25%) соответствует требованиям, предъявляемым к материалам для режущего инструмента.
2. Нанесение тонкопленочного покрытия (3-5 мкм) ионно-плазменным методом на полированную поверхность образца из стали 95Х18 способствует увеличению содержания олова и снижению содержания  $\gamma$ -фазы. Микротвердость поверхности значительно возрастает (до 4 раз).
3. Износ образцов с комбинированным покрытием из стали 95Х18 и олова снижается в 2 раза по сравнению с неполированными образцами при условии, что образцы нагружены в пределах 20-40 Н и их линейная скорость не превышает 20-40 м / мин. Это значение линейной скорости соответствует режущим инструментам из быстрорежущей стали, рекомендованным для обработки материалов.
4. Рекомендуется ионно-плазменная обработка образцов в течение 30-40 мин при токе 90 а, температуре 200 ° С, вакууме  $5 \cdot 10^{-3}$  МПа, давлении азота 0,097 па и пропана - 100па.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Хирвонен, Дж.К. Ионная имплантация. М.: Металлургия, 1985. 285 с.
2. Х. Риссел, И. Руге. Ионная имплантация: Пер. с нем. В.В. Климова, В.Н. Пальянова. / Под ред. М.И. Гусевой. - М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. - 360с.
3. Попок, Н.Н. Ионные источники: виды, конструкции, применение = Ionsources: variety, construction, application: пособие для студентов и магистрантов машиностроительной специальности/ Н.Н.Попок, С.В. Дербуш, А.Н. Попок. – Новополюск: Полоц. гос. ун-т, 2017. – 72с.