

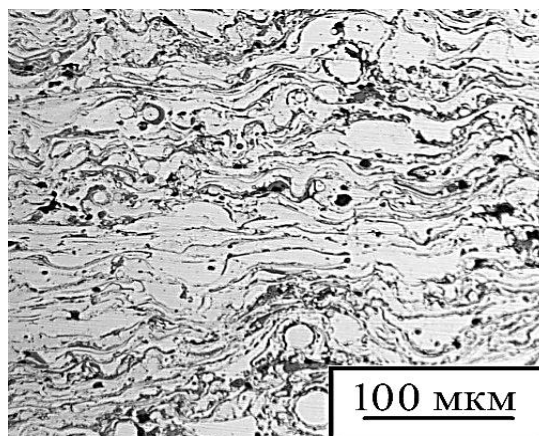
УДК 621.924.1

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОКРЫТИЙ  
ИЗ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ  
РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ****Д.А. БАШЛАЧЁВ, Е.В. ПУЙМАН***(Представлено: д-р техн. наук, проф. Н.Н. ПОПОК)*

*Изучены структуры и фазовый состав упрочняющих покрытий из высоколегированных инструментальных сталей, определено распределение модифицирующей примеси по глубине упрочненных слоев инструментальных материалов, исследована износостойкость покрытия, выработаны технологические рекомендации по режимам ионно-плазменной обработки высоколегированных инструментальных сталей.*

**Введение.** Проблема повышения износостойкости 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-лучевой 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 покрытия из инструментальной стали 95X18, которая содержит перемеживающиеся прослойки металлов и оксидов, остаточная пористость покрытия не превышает ~3%, а содержание оксидов составляет ~25 об. %.



**Рисунок 1. – Микроструктура газотермического покрытия  
из проволоочной стали 95X18**

Газотермическое покрытие из инструментальной стали 95X18 подвергается ионно-плазменной обработке с нанесением нитрида титана. Образцы с покрытием 95X18 перед нанесением ионно-плазменного покрытия из TiN находились в нешлифованном и шлифованном состояниях (рис. 2, а, б). Нанесение покрытия ионно-плазменным методом проводилось на установке PVM-0,5 FN при следующих режимах: вакуум в камере установки –  $3-6 \cdot 10^{-3}$  МПа, температура – 150–250 °С, ток – 85–95 А, давление азота 0,097 Па и пропана – 100 Па, время нанесения покрытия 20–30 мин.

Ответный образец изготовлен из быстрорежущей стали марки P6M5. Износ образцов определяется путём взвешивания на аналитических весах модели ВК-1500,1.

Рентгеновская дифрактограмма от образца покрытия из стали 95X18 с осажденным слоем TiN на нешлифованную и шлифованную поверхности представлена на рисунке 3



Рисунок 2. – Внешний вид образцов до (а), после (б) испытания и машины трения (в)

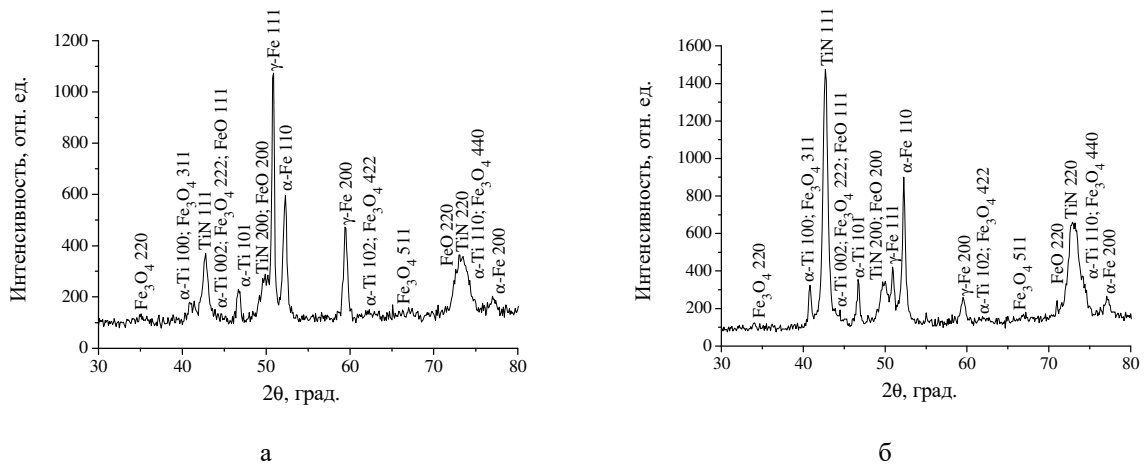


Рисунок 3. – Фрагмент рентгеновской дифрактограммы (CoKa) покрытия из стали 95X18 с покрытием нитридом титана на нешлифованных (а) и шлифованных (б) образцах

Исследование износостойкости образцов с комбинированным (газотермическим и ионно-плазменным) покрытием из инструментальной стали 95X18 и нитрида титана (TiN) производилась на машине трения модели МТ-393 (рис. 2, в) с частотой вращения образцов 200 мин<sup>-1</sup> и усилием прижима 20–40 Н. Результаты исследования износа образцов представлены на рисунке 4.

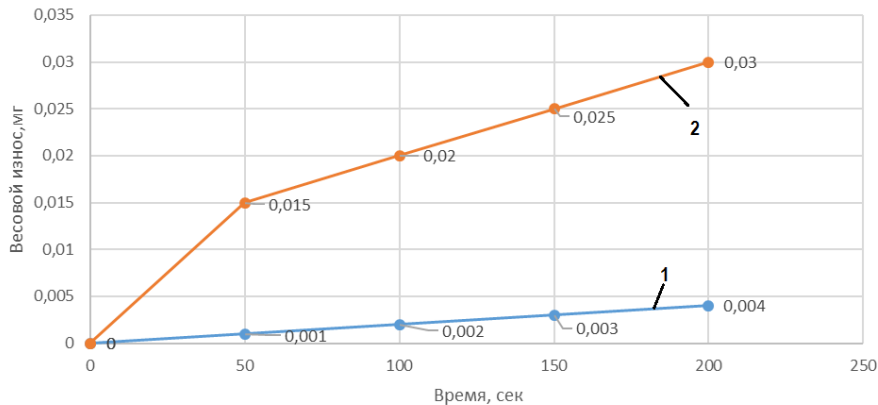


Рисунок 4. – Зависимости износостойкости образцов от времени испытания: 1 – шлифованный, 2 – нешлифованный

Как видно из графика, износостойкость образцов с нанесённым покрытием из нитрида титана на шлифованную поверхность газотермического покрытия 95X18 выше в 2 раза, чем нешлифованного.

**Заключение:**

1. Микроструктура покрытия из инструментальной стали 95X18 по пористости (менее 3%) и содержанию оксидов (~25%) соответствует требованиям, предъявляемым к материалам для режущих инструментов.

2. Нанесение ионно-плазменным методом тонкоплёночного покрытия (3–5 мкм) на шлифованную поверхность образца из стали 95X18 способствует увеличению содержания TiN и снижению содержания  $\gamma$ -фазы. Микротвёрдость поверхности при этом существенно увеличивается (до 4 раз).

3. Износ образцов с комбинированным покрытием из стали 95X18 и TiN снижается до 2 раз в сравнении с нешлифованными образцами при условии нагружения образцов в пределах 20–40Н и их линейной скорости, не превышающей 20–40 м/мин. Это значение линейной скорости соответствует рекомендуемым при обработке материалов режущим инструментом из быстрорежущей стали.

4. Рекомендуем проводить ионно-плазменную обработку образцов в течении 30–40 минут при токе 90А, температуре 200 °С, вакууме  $5 \cdot 10^{-3}$  МПа, давление 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 = Ion sources: variety, construction, application: пособие для студентов и магистрантов машиностроительной специальности/ Н.Н. Попок, С.В. Дербуш, А.Н. Попок. – Новополоцк: Полоц. гос. ун-т, 2017. – 72с.