

6. Лачинян Л. А. Исследование характера усталостного излома бурильных труб в зависимости от запаса прочности по переменным нагрузкам. Экспресс-инф. техн. и технол. геол.-раз. работ; орг. пр-ва, ВИЭМС, 1981-№7, С. 13-19.

7. Мукашев Н. Б. Герметичность резьбовых соединений бурильных труб. Сборник материалов XIV Международной молодёжной научной конференции «Севергеоэкотех-2013»: в 5-ти частях, 2013, С. 122-125.

8. Саруев А. Л. Динамические процессы в резьбовых соединениях штанг при вращательно-ударном способе бурения. Автореферат дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. Томск: Томский политехнический университет. Томск, 2005.

УДК 621.793.182

С.Д. Латушкина, доц., канд. техн. наук;
И.Н. Жоглик, научн. сотр.

(ГНУ «Физико-технический институт НАН Беларуси», г. Минск);

Д.В. Куис, доц., канд. техн. наук; А.С. Раковец, ассист,
А.С. Кравченко, канд. техн. наук, инж.;

О.Ю. Цынкович, инж.; Д.Д. Гордиенко, асп.;

А.В. Савицкий, студ. (БГТУ, г. Минск)

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ОСАЖДЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И ПОКАЗАТЕЛИ
ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ОКСИКАРБИДНЫХ
ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ
ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ СПЛАВОВ**

Эффективным методом повышения производительности и долговечности различных деталей и изделий является формирование защитных и износостойких покрытий [1]. В настоящее время большой интерес исследователей вызывают покрытия на основе принципиально нового класса материалов, высокоэнтропийных сплавов (ВЭС), характеризующихся высокой твердостью и износостойкостью, высоким уровнем прочностных характеристик при повышенных температурах, коррозионной стойкостью. Для создания покрытий на основе ВЭС применяются различные технологии. В тоже время представляет интерес получение покрытий из ВЭС методом вакуумно-дугового осаждения [2]. Высокая степень ионизации плазмообразующих металлов, реализуемая данным методом, позволяющая обеспечить высокую адгезионную прочность, высокую вероятность плазмохимических реакций образования соединений, прохождение диффузионных процессов

в покрытии, расширяет технологические возможности осаждения покрытий из высокоэнтропийных сплавов. Поэтому установление закономерностей влияния технологических параметров осаждения на структуру, элементный состав покрытий, их эксплуатационные свойства является актуальной и весьма перспективной задачей.

В продолжение работ 2021-2022 годов [3-4] в рамках задания ГПНИ «Физическое материаловедение, новые материалы и технологии» с целью оптимизации составов и режимов формирования многокомпонентных покрытий на основе высокоэнтропийных сплавов было изучено влияние технологических режимов вакуумно-дугового осаждения с сепарацией плазменного потока на структурное состояние, элементный и фазовый состав, микротвердость оксикарбидных покрытий на основе системы Ti-Al-Cr-Fe-Ni-N.

Исследованиями установлено, что изменение технологических параметров, в основном, оказывает влияние на содержание титана при относительно одинаковом соотношении остальных компонентов (рисунок). При этом увеличение тока дуги титанового катода приводит к значительному увеличению содержания данного элемента в составе покрытия и пропорциональному снижению остальных элементов. Повышение тока разряда на составном катоде при постоянном токе на титановом катоде не приводит к значительному повышению содержания элементов из составного катода. Концентрационные кривые распределения компонентов свидетельствует о равномерности их распределения в разрабатываемых покрытиях (рисунок).

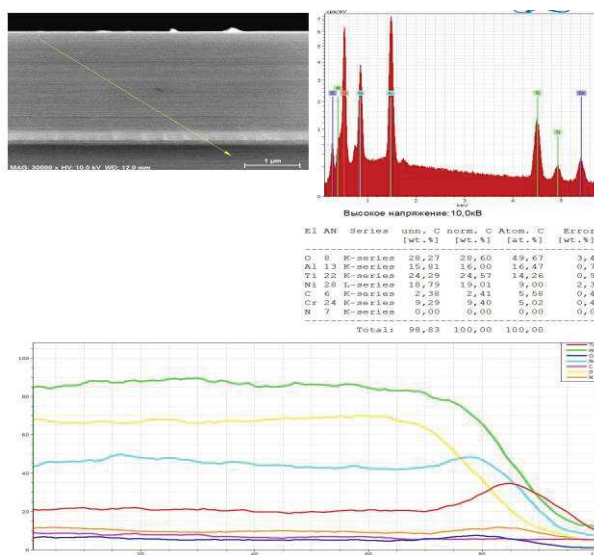


Рисунок – Топограмма поверхности образца оксикарбидного покрытия на основе высокоэнтропийного сплава Ti-Al-Cr-Fe-Ni в РЭМ и результаты исследования микрхимического состава

Определено, что структура покрытий отличается бездефектностью, однородностью и отсутствием столбчатой структуры. Установлено, что в структуре покрытий вне зависимости от технологических режимов осаждения наблюдается четкая граница между переходным слоем титана и слоем многокомпонентного покрытия (рисунок). Исследование микротвердости образцов из твердого сплава Т15К6 с оксикарбидными покрытиями на основе системы Ti-Al-Cr-Fe-Ni показало, что покрытия обеспечивают высокую микротвердость (до 30 ГПа) твердосплавных образцов. Результаты исследований могут найти применение для упрочнения изделий инструментального назначения, работающих в условиях высоких термомеханических нагрузок и агрессивных коррозионных сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Колесников, В.И. Структурные аспекты износостойкости вакуумных ионно-плазменных покрытий / В.И. Колесников, О.В. Кудряков, И.Ю. Забияка, Е.С. Новиков, Д.С. Мантуров // Физическая мезомеханика. – 2020. – 23(1). – С. 62-77.

2. Latushkina Svetlana, Dmitry Kuis, Olga Posylkina, Andrey Kasperovich, Evgeniy Panin. Synthesis of Al-Ti-Fe-Cr-Ni-N protective coatings by the method of vacuum-arc deposition from a separated vacuum flow / Materials Letters. – 2021. – 303. – 130527.

3. Латушкина С.Д. Влияние технологических параметров осаждения на структуру и показатели физико-механических свойств вакуумно-плазменных покрытий на основе высокоэнтропийных сплавов / С.Д. Латушкина, И.Н. Жоглик, Д.В. Куис, А.С. Раковец, О.Ю. Цынкович, А.С. Кравченко, И.Е. Григорьев // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 86-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 12 февраля 2022 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – отв. за издание И. В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск : 2022. – С. 282-283.

4. Латушкина С.Д. Влияние технологических параметров осаждения на структуру и показатели физико-механических свойств нитридных вакуумно-плазменных покрытий на основе высокоэнтропийных сплавов / С.Д. Латушкина, И.Н. Жоглик, Д.В. Куис, А.С. Раковец, А.С. Кравченко, О.Ю. Цынкович, Д.Д. Гордиенко // Лесная инженерия, материаловедение и дизайн: материалы 87-й науч.-техн. конф. профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), Минск, 31 января – 17 февраля 2023 г. [Электронный ресурс] / БГТУ. – отв. за издание И.В. Войтов; УО «БГТУ». – Минск: 2023. – С. 306-308.