

## ИЗУЧЕНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ КОМПОЗИТНОГО Ti-Al-Si-N ПОКРЫТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ $K_{\beta}$ РЕНТГЕНОВСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Кукушкин Д.Е.\*, Чукин А.В.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

E-mail: [dimoni546@gmail.com](mailto:dimoni546@gmail.com)

## STUDYING THE MICROSTRUCTURE OF COMPOSITE Ti-Al-Si-N COATING USING $K_{\beta}$ X-RAY

Kukushkin D.E.\*, Chukin A.V.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

We study the microstructure of composite coating based on titanium nitride by X-ray diffraction in this paper. A feature of our study is the use of the  $K_{\beta}$  line of the characteristic X-ray spectrum to study the structural features of the surface layers. The two systems of reflections for  $K_{\alpha}$  and  $K_{\beta}$  radiation appearing on the diffractogram are used to analyze the integral information obtained from material layers located at different depths.

Информацию об интегральных характеристиках объекта, его структурных особенностях можно получить с помощью рентгеновской дифракции. Как правило, в случае модифицированных слоев используют съемки с различной геометрией: с фокусировкой по Брэггу-Брентано, асимметричные съемки и съемки «скользящим пучком». Таким образом, меняя ориентацию образца относительно падающего пучка рентгеновского излучения, чтобы была возможность варьировать толщину отражающего слоя материала, можно получить информацию об эффективно отражающем слое материала.

Известно, что рентгеновская дифракция дает информацию именно об интегральных характеристиках исследуемого объекта. Традиционно для изучения структурных особенностей в модифицированных слоях используются съемки с различной геометрией: с фокусировкой по Брэггу-Брентано, асимметричные съемки и съемки «скользящим пучком». При этом удастся получить информацию об эффективно отражающем слое материала, толщину которого можно варьировать, изменяя ориентацию образца по отношению к падающему пучку рентгеновского излучения.

В случае изучения модифицированных слоев материалов, чья кристаллическая структура обладает высокой симметрией, иногда бывает удобно дополнительно к изменению ориентации образца использовать способность рентгеновского излучения разных длин волн проникать на разную глубину исследуемого материала. Известно [2], что для исследования модифицированных поверхностей можно использовать нефильТРованное излучение. При этом на дифрактограмме возникают две системы рефлексов для  $K_{\alpha}$  и  $K_{\beta}$  излучения, полученных от слоев материала, расположенных на различной глубине.

В ходе исследований была экспериментально изучена зависимость глубины проникновения  $K_{\beta}$  излучения от линейного коэффициента поглощения рентгеновских лучей в Ti-Al-Si-N покрытиях, путем сопоставления дифрактограмм, полученных  $K_{\beta}$  излучением и «скользящим пучком». Результат имеет большую погрешность, требуя большего числа измерений для его уточнения. Перспективность последних подтверждает твердая теоретическая обоснованность полезного практического применения  $K_{\beta}$  излучения при изучении кристаллической структуры современных материалов.

1. Н.В. Гаврилов, А.С. Каменецких, А.А. Комарский *и др.*, Поверхность **9**, 13 (2014).
2. J.P. Zhao, X. Wang, Z.Y. Chen *et al.*, J. Phys. D: Appl. Phys. **30**, 5 (1997).

## **ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДОВ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ**

Кулемина А.А., Уалитов С.С.

Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень, Россия

E-mail: [kuleminaaaa@tyuiu.ru](mailto:kuleminaaaa@tyuiu.ru)

## **SELECTION OF ALTERNATIVE MATERIALS FOR CONSTRUCTION OF PIPELINES IN THE ARCTIC ZONE**

Kulemina A.A., Ualitov S.S.

Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russian Federation

Currently, the choice of materials for the construction of pipelines in the Arctic zone of the Russian Federation is an urgent task. One of the important tasks is to protect metals from corrosion. This work is devoted to the selection of materials for the construction of oil trunk pipelines. The advanced materials for the construction of trunk pipelines in the climatic conditions of the Arctic are considered.

В настоящее время одной из наиболее актуальных задач является освоение нефтяных и газовых месторождений находящихся в Арктической зоне Российской Федерации (АЗРФ). Для сооружения магистральных трубопроводов, имеющих подчас длину более 10 000 километров, применяются изделия сталей, обеспечивающих изделиям высокую прочность и возможность длительной безаварийной эксплуатации. Как правило, трубы, применяемые для сооружения нефтегазопроводов – это сварные изделия, имеющие спиралевидный или прямой шов. Наиболее часто они имеют большой диаметр, так как именно такие изделия выдерживают высокое давление, которое создается транспортируемым веществом.

АЗРФ характеризуется экстремальными природно-климатическими условиями, чрезвычайной уязвимостью и медленным восстановлением природных