

## **AP08857579 «РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ»**

**Цель проекта:** разработка технологии получения многослойных и многокомпонентных наноструктурных покрытий на основе нитридов переходных металлов, адаптированных к меняющимся условиям трения и изнашивания, а также установление основных закономерностей формирования состава, структуры и трибологических свойств нанокompозитных покрытий на основе различных комбинаций нитридов переходных металлов, таких как Ti, Zr, Mo, Cr, Nb, Y при вакуумно-дуговом осаждении.

**Объем финансирования:** 69 млн. тг.

**Приоритетное направление:** рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции.

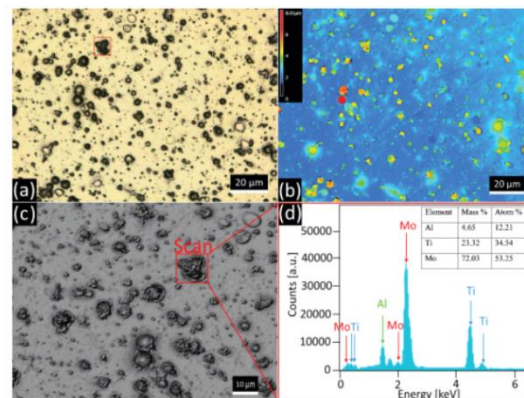
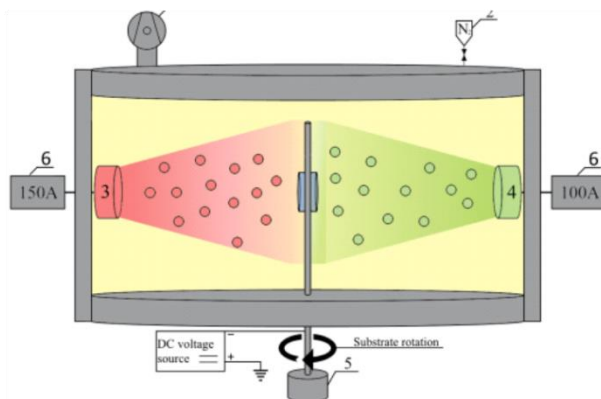
**Актуальность исследований:** идея проекта основана на разработке износостойких нанокompозитных покрытий со структурой, способствующей их адаптации к меняющимся условиям трения – воздействию постоянных и знакопеременных нагрузок, уменьшению износа при абразивном изнашивании и трении скольжения, в том числе в условиях повышенных температур. Разработаны материаловедческие основы получения новых систем нанокompозитных покрытий на основе различных комбинаций нитридов переходных металлов, таких как Ti, Zr, Mo, Cr, Nb, Y с улучшенными трибологическими свойствами.

### **Результаты проекта:**

- установлены закономерности формирования структурно-фазового состояния и особенности изменения механических и трибологических характеристик многослойных Arc-PVD покрытий (TiZr/Nb)N в зависимости от давления реакционного газа и количества бислов;
- определены оптимальные режимы нанесения износостойких многослойных покрытий и выявлены особенности формирования механических характеристик нанокompозитных покрытий, а также выявлены особенности изнашивания нанокompозитных покрытий в зависимости от условия трения.

**Отрасли применения разработок:** машиностроение и металлургия.

**Наименование конкурса в рамках которого реализован проект:** конкурс на грантовое финансирование по научным и (или) научно-техническим проектам на 2020-2022 годы со сроком реализации 27 месяцев.



### Публикации:

1 Rakhadilov B., Kengesbekov A., Zhurero L., Kozhanova R., Sagdoldina Zh. Impact of Electronic Radiation on the Morphology of the Fine Structure of the Surface Layer of R6M5 Steel // Machines. – 2021. – Vol. 9(2). – P. 24. DOI: <https://doi.org/10.3390/machines9020024>.

2 Sagdoldina Zh., Rakhadilov B., Kurbanbekov Sh., Kozhanova R., Kengesbekov A. Effect of Irradiation with  $\text{Si}^+$  Ions on Phase Transformations in Ti-Al System during Thermal Annealing // Coatings. – 2021. – Vol. 11(2). – P. 205. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings11020205>.

3 Buranich V.V., Tsyganok P.S., Pogrebnyak A.D., Kassenova L.G., Kupchishin A.I., Webster R.F., Tilley R.D., Bonder O.V., Rokosz K., Raaen S., Beresnev V.M., Lytovchenko S.V., Rakhadilov B.K. Effect of composition and growth mechanism on the structure formation properties of TiAlSiYN/MoN nanolayer-thick coating // High Temperature Material Processes: An International Quarterly of High-Technology Plasma Processes. – 2021. – Vol. 25(2). – P.31-51. DOI: 10.1615/HighTempMatProc.2021039053.

4 Rakhadilov B., Buitkenov D., Idrisheva Zh., Zhamanbayeva M., Pazylbek S. Baizhan D. Effect of Pulsed-Plasma Treatment on the Structural-Phase Composition and Tribological Properties of Detonation Coatings Based on Ti-Si-C // Coatings. – 2021. – Vol.11(7). – P. 795. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings11070795>.

5 Kantay N., Rakhadilov B., Kurbanbekov Sh., Yeskermessov D., Yerbolatova G. and Apsezhanova A. Influence of Detonation-Spraying Parameters on the Phase Composition and Tribological Properties of  $\text{Al}_2\text{O}_3$  coatings // Coatings. – 2021. – Vol. 11(7). – P.793. DOI: <https://doi.org/10.3390/coatings11070793>.

6 Maulet M., Sagdoldina Zh.B., Rakhadilov B.K., Kakimzhanov D.N., Magazov N.M. Influence of the content of aluminum on the structure of gradient detonation coatings based on NiCr-Al // Bulletin of Karaganda University. – 2022. Vol.3(107). – P.18-24. DOI 10.31489/2022PH3/18-24.

7 Sagdoldina Zh.B., Rakhadilov B.K., Buitkenov D.B., Zhurero L.G., Kenesbekov A.B. Improvement of tribological properties of detonation carbosilicide coatings with subsequent pulsed-plasma treatment // Bulletin of Karaganda University. – 2022. Vol.3(107). P.61-67. DOI 10.31489/2022PH3/61-67.

8 Рахадиллов Б.К., Погребняк А.Д. Нанокompозитные покрытия для экстремальных трибологических применений // Монография. – Усть-Каменогорск: издательство «Берел» ВКУ имени С. Аманжолова. – 2022. – 112 с

### Исследовательская группа:

Ведущий научный сотрудник – Рахадиллов Б.К.;

Ведущий научный сотрудник – Курбанбеков Ш.;

Младший научный сотрудник – Сатбаева З.А.;

Младший научный сотрудник – Кенесбеков А.Б.;

Младший научный сотрудник – Ерболатов Г.;

Специалист – Маулет М.