

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ  
ИННОВАЦИЯМ



# Разработка технологии нанесения функциональных покрытий на детали машин методами термического напыления

## C1-322201

Куклин Илья Эдуардович

Дата 26.10.2023

Свердловская обл., г. Екатеринбург

## ▶ Проблема

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ  
ИННОВАЦИЯМ

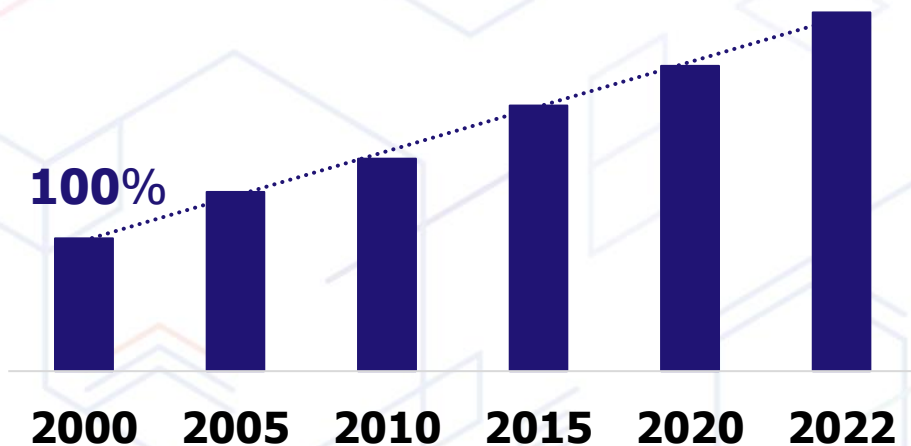


Выход из строя промышленного оборудования может остановить рост промышленного производства

- нарушены логистические цепочки
- нет возможности купить импортные комплектующие

~270%

100%

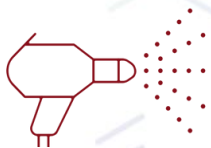


Прирост промышленного производства в России, %\*

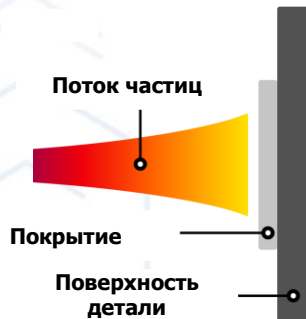
~80%

оборудования в РФ -  
**ИМПОРТНОЕ**

\*Источник: <https://rosstat.gov.ru/>



## Термическое напыление



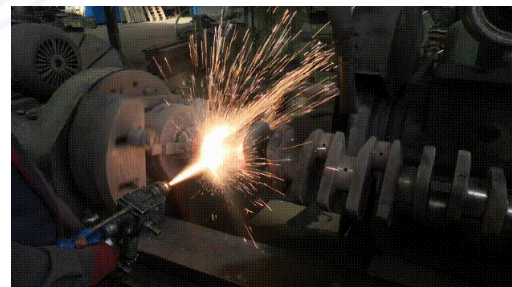
Производство новых деталей с уникальными физико-химическими характеристиками:

- жаропрочность
- коррозионная стойкость
- сопротивление износу
- фрикционные свойства
- термобарьерные свойства

Восстановление исходной геометрии детали или покрытия



Видео процесса плазменного напыления



Видео процесса высокоскоростного газопламенного напыления (HVOF)

# ▶ Пример проведения НИР



Проведены работы по нанесению  
композитного жаростойкого покрытия  
методом плазменного напыления



Исходная фурма  
Срок службы ~ 40 дней

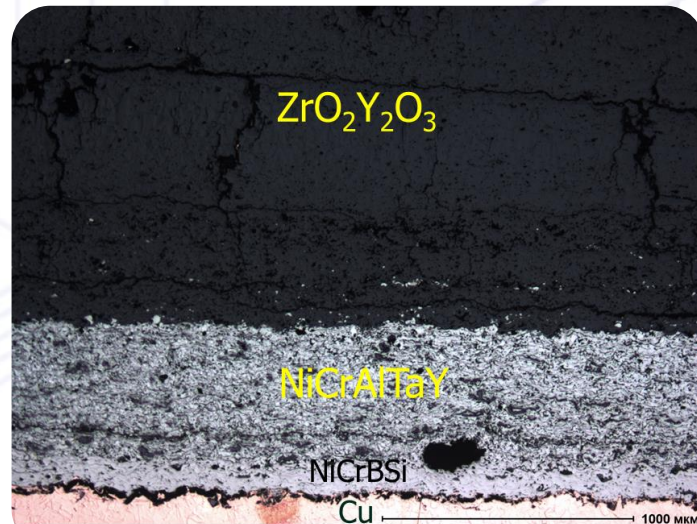
Фурма после напыления  
Срок службы ~ 246 дней

## Экономический эффект

Стоимость фурмы 300 тыс. руб.

Напыление 100 тыс. руб.

Экономия от напыления на одну фурму **1,4 млн.** - на все  
фурмы на предприятии **150-200 млн.** руб. в год



Микрофотография бокового шлифа образца  
свидетеля после напыления композитного  
покрытия



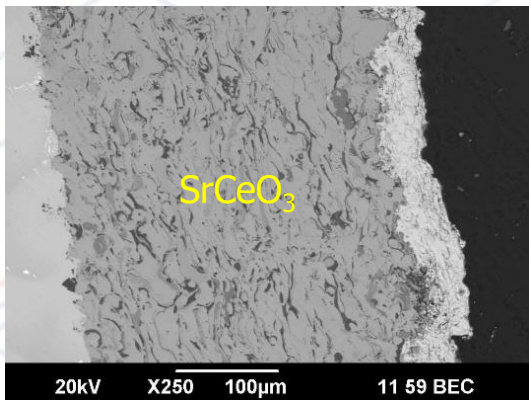
Surface and Coatings Technology  
Volume 472, 15 November 2023, 129937



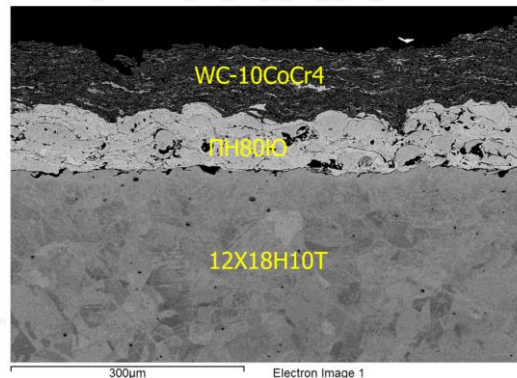
## Microstructure and thermal barrier coating properties of plasma sprayed SrCeO<sub>3</sub>

R.A. Shishkin<sup>a</sup>, N.R. Barashev<sup>a, b</sup>, M.R. Loghman Estarki<sup>c</sup>

Публикация в журнале Q1 по тематике термобарьерных покрытий



Микрофотография бокового шлифа образца после напыления термобарьерного покрытия



Микрофотография бокового шлифа образца после напыления износостойкого покрытия (твердый сплав)



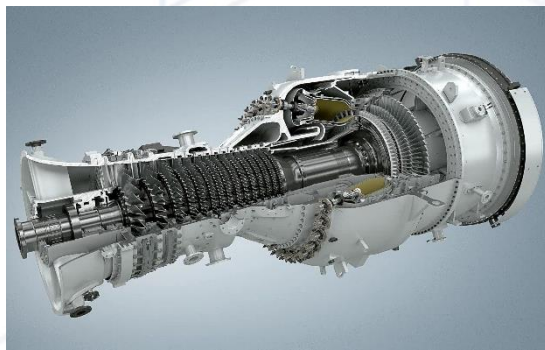
Микрофотография бокового шлифа образца после напыления фрикционного покрытия (БрАМц 9-2)

# ▶ Области применений

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ  
ИННОВАЦИЯМ



Добывающая промышленность



Авиа- и ракетостроение



Оборонно-промышленный  
комплекс



УГМК  
UMMC



**URAL**  
AIRLINES



# ▶ Письма поддержки

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ  
ИННОВАЦИЯМ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ЗАВОД №9»

**ТЕХНОДИНАМИКА**   
Завод №9

620012, Екатеринбург, пл. Первой Пятилетки,  
тел.: +7 (343) 327 59 00, факс: +7 (343) 336 66 84  
e-mail: [info@zavod.ru](mailto:info@zavod.ru)  
ОИПО 43083858, ОГРН 1086673012920  
ИНН 6673189640 / КПП 668601001

Исх. № 531-1/1014 от 24.10.2023

Уважаемый Илья Эдуардович!

АО «Завод №9» — советский и российский разработчик и производитель ствольных артиллерийских систем в России, единственный в стране разработчик танковых пушек. Завод входит в холдинг «Технодинамика».

На сегодняшний день проводим работы в рамках освоения новых видов техники с применением термических методов нанесения функциональных покрытий на детали машин. После принятия новых видов техники на постоянную основу заказчиком, готовы продолжать сотрудничество в части: антифрикционных, жаростойких, износостойких и термобарьерных покрытий.

Мы считаем, что проект «Старт-Взлет» важен с точки зрения локализации производства качественных деталей с функциональными покрытиями на территории Свердловской области.

С уважением  
Первый заместитель  
генерального директора



Н.Н. Заложков

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«НПП «Старт» им. А.И. Яскина»

**ТЕХНОДИНАМИКА**   
Старт

Прибалтийская ул., стр.24, Екатеринбург,  
620007, Россия  
Тел: (343) 228-92-22  
Факс: (343) 252-03-55  
e-mail: [nppstart@tdhc.ru](mailto:nppstart@tdhc.ru)  
[http:// www.nppstart.ru](http://www.nppstart.ru)

Исх.№ 9402/36к от 03.10.2023  
На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Уважаемый Илья Эдуардович!

АО НПП «Старт» — это современный высокотехнологичный центр с многолетним опытом использования новейших достижений науки и техники и традиционно высокими стандартами качества. Специализируется на создании военной техники, разработке и производстве стартового оборудования для сухопутных войск, авиации и военно-морского флота. Научно-производственное предприятие «Старт» им. А.И. Яскина входит в состав Холдинга «Технодинамика» Госкорпорации «Ростех».

Мы выражаем заинтересованность и готовы оказать посильную поддержку в области развития термических методов нанесения функциональных покрытий на детали машин. В частности, наибольший интерес представляют антифрикционные, жаростойкие, износостойкие и термобарьерные покрытия.

Мы считаем, что проект важен с точки зрения локализации производства качественных деталей с функциональными покрытиями на территории Свердловской области.

С уважением,

Коммерческий директор














Р.Б. Бехбудов

# ▶ Конкуренты

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ  
ИННОВАЦИЯМ

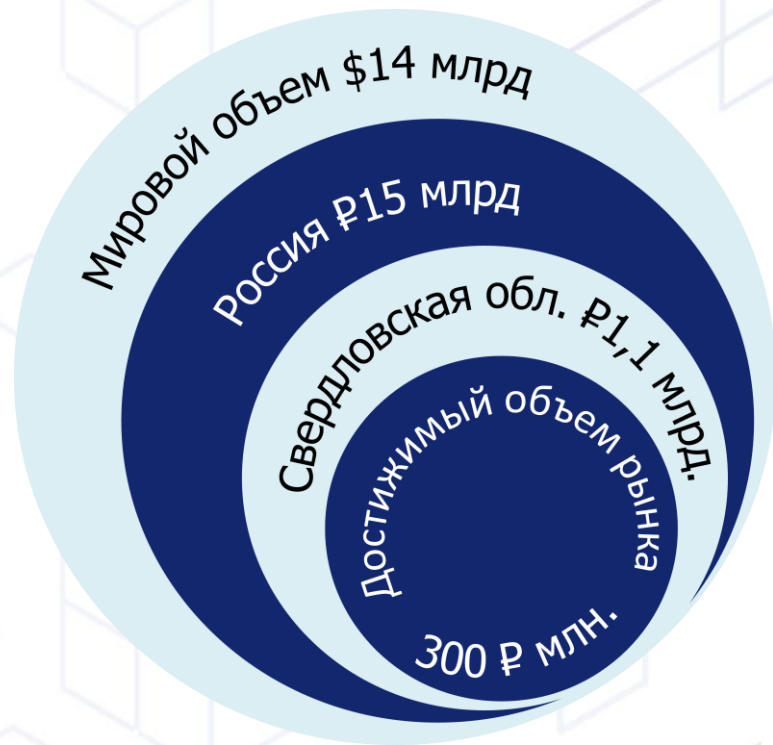
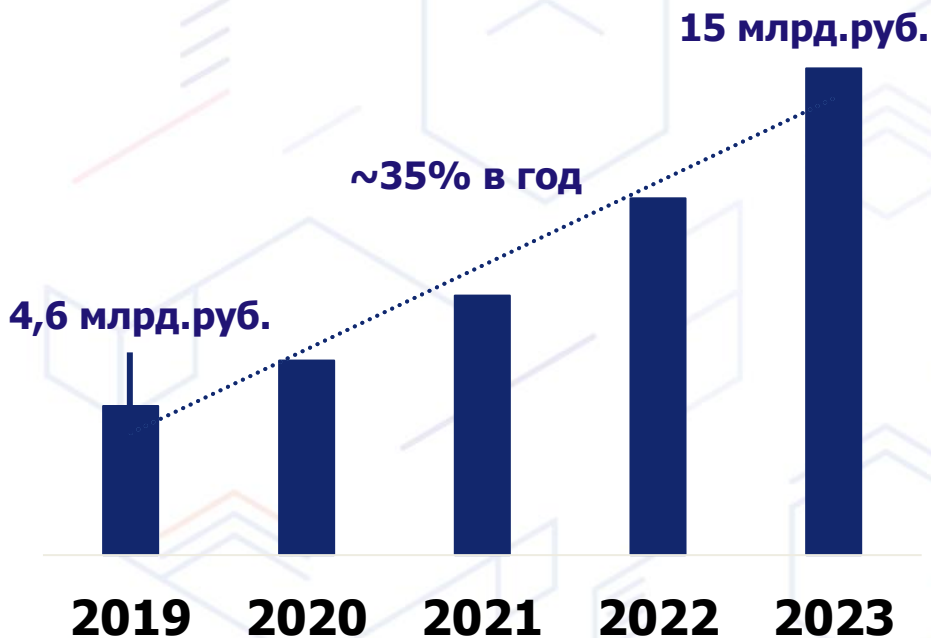


Компания	АО «Плакарт»	ООО "Ирс Лазер Технолоджи"	ЗАО НПП «Машпром»	Наша компания
Методы нанесения покрытий	Плазма, HVOF, Лазер	Лазер	Плазма, HVOF, Лазер	Плазма, HVOF
Стоимость работ	\$\$\$	\$\$\$	\$\$	 \$
R&D	Нет	Нет	Да	 Да
Мелкосерийное производство	Нет	Да	Нет	 Да
Срок выполнения работ	  		 	 





## Динамика роста рынка термического напыления в РФ, млрд. руб





## Партнеры

УрФУ  
ИХТТ Уро РАН



## Ключевые ресурсы

- Аттестационное оборудование
- Квалифицированная команда



## Структура издержек

- Материалы
- Заработная плата
- Арендная плата
- Модернизация оборудования
- Закупка нового оборудования

## Ценностное предложение



- Продление срока службы детали в 2 и более раз
- Экономия на ремонте оборудования

- Встраивание технологии напыления на предприятии



## Ключевые виды деятельности

- Услуги по напылению
- R&D



## Потребительские сегменты

B2B: НЛМК, ТАГМЕТ,  
Северсталь, УралМаш

## Доходы



- 1-2 млн. руб. в первый год функционирования
- В перспективе 3-5 лет объем доходов составит 30-40 млн. руб.

## Каналы продвижения

- Сайт
- Участие в выставках: Иннопром, Металлообработка, Машиностроение
- Отраслевые акселераторы
- Социальные сети



# ▶ Команда проекта

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ  
ИННОВАЦИЯМ



**Илья Куклин**

Руководитель компании  
Администрирование деятельности



**Алексей Курлов, к.х.н**

Интерпретация аттестационных  
данных, подбор материалов для  
напыления



**Николай Барашев**

Разработка технологии нанесения  
покрытий, проведение серии  
экспериментов



**Ривхат Валиев, к.т.н.**

Научный руководитель проекта



**Роман Шишкин, к.т.н.**

Проведение аттестационных  
мероприятий, подбор материалов  
для напыления



## 2024 год 1-ое полугодие

1. Открытие ООО;
2. Составление штатного расписания;
3. Составление матрицы экспериментов;
4. Проведение серии экспериментов с различными параметрами напыления покрытия;
5. Подбор оптимального массового состава напыляемых материалов;
6. Проведение работ по аттестации полученных образцов методами сканирующей электронной микроскопии и рентгенофазового анализа;

## 2024 год 2-ое полугодие

1. Проведение экспериментов по износостойкости, жаростойкости, определению коэффициента трения
2. Анализ полученных результатов после аттестации;
3. Доработка технологии с учетом результатов аттестации;
4. Публикация материалов в журналах WoS и Scopus;
5. Подача заявки на патент;
6. Подача заявки на Старт – 2 для наращивания производственных мощностей и выхода на рынок



# Спасибо за внимание!

**Куклин Илья, г. Екатеринбург**

Разработка технологии нанесения функциональных покрытий на детали машин методами термического напыления



[kuklin.ilya2018@yandex.ru](mailto:kuklin.ilya2018@yandex.ru)



**+7-992-014-38-77**



[https://t.me/ilya\\_kyklin](https://t.me/ilya_kyklin)

# ▶ Демонстрация работы

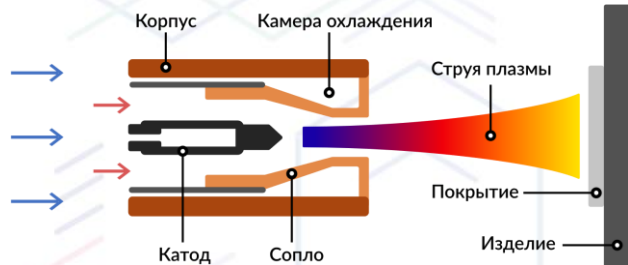


Схема процесса плазменного напыления



Видео процесса плазменного напыления

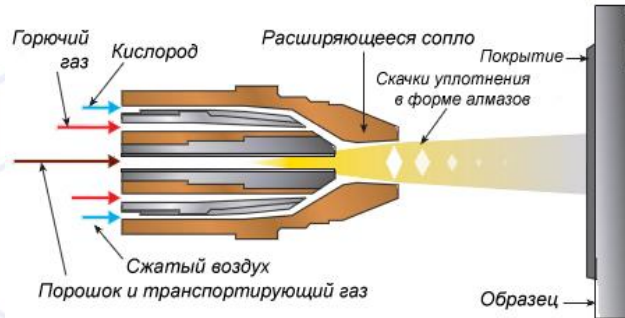
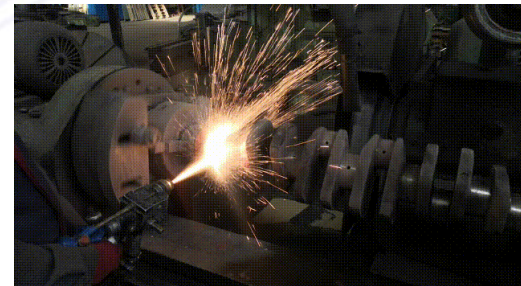


Схема процесса высокоскоростного газопламенного напыления (HVOF)



Видео процесса высокоскоростного газопламенного напыления

# Виды покрытий

## Ремонт и восстановление изношенных поверхностей



Восстановление геометрии деталей до исходных или ремонтных состояний

## Коррозионностойкие



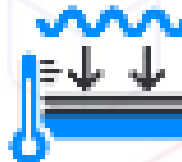
Широко применяется для защиты деталей от атмосферной коррозии и от разрушительного действия агрессивных сред

## Жаростойкие



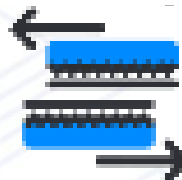
Нанесение жаростойкого покрытия с целью увеличения срока службы детали при температуре свыше 1200 ° С.

## Электроизоляционные



Используют для создания изоляционного покрытия на различных электропроводящих поверхностях

## Антифрикционные



Нанесение покрытий, обладающих соответственно высоким и низким коэффициентом трения

## Термобарьерные



Применяется для изолирования деталей, работающих при повышенных температурах

# Примеры новых деталей с покрытием

