

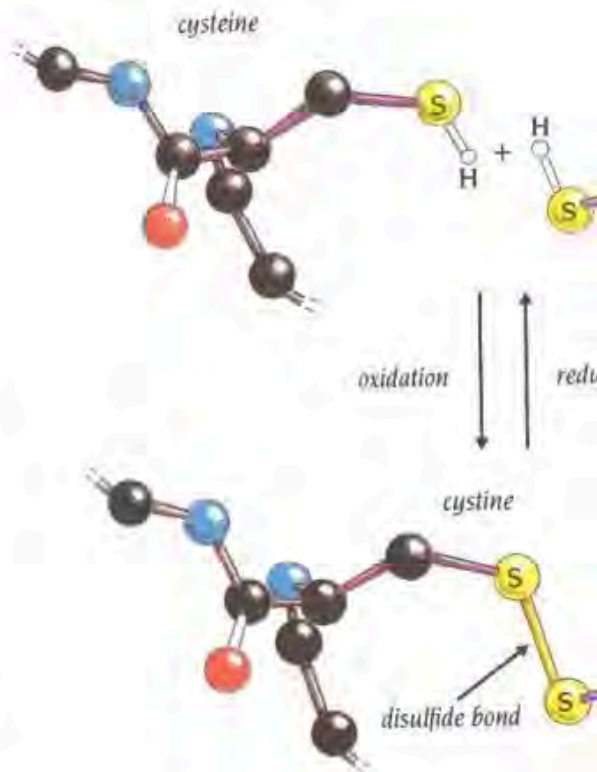


Нанопорошки вольфрама для нефтехимии

- Организация: ООО Нанотех ВГ
- Представитель: Гавриш Владимир Михайлович, к.т.н.,
- Тематика: Химия / Нефтехимия
- Экспертная сессия НАТТ №26
- Дата: Декабрь 2025

Disulfide Bonds

ines in
ximity
a
bond
e bond,
bridge,
eine
ntly
tertiary



Дисульфид вольфрама: революция в смазочных материалах

Инновационная технология производства наноразмерного дисульфида вольфрама для промышленного применения



Проблема

Высокие требования к износостойкости

Рост требований к надежности оборудования в нефтехимической промышленности

Критический износ узлов

Высокий износ контактных узлов, насосов, бурового инструмента приводит к простоям

Импортная зависимость

Дороговизна импортных нанопорошков и зависимость от зарубежных поставок

Экономический ущерб

Простои оборудования, дорогостоящий ремонт, потери продукции

Решение: инновационная технология синтеза

Технология синтеза нанопорошков WS_2 размером <200 нм с контролируемыми свойствами

Ключевые свойства

- Высокая чистота продукта
- Контролируемый размер частиц
- Стабильность характеристик
- Низкая себестоимость производства

Эффект в композитах

- Снижение момента трения в 2 раза
- Повышение износостойкости
- Увеличение срока службы оборудования
- Снижение расхода топлива



**Цена: ~17 000 руб/кг vs импортные аналоги 35 000+ руб/кг
= в 2 раза дешевле аналогов**

Продукт и варианты применения

Основной продукт: нанопорошки WS₂

Цепочка создания стоимости

Нанопорошок → Композиционные материалы → Готовые изделия

Самосмазывающиеся материалы

Контактные узлы с пониженным трением

Защитные покрытия

Насосы, клапаны, запорная арматура

Буровой инструмент

Износостойкий режущий и буровой инструмент

Присадки к маслам

Улучшение смазочных свойств масел

📄 Форматы сотрудничества: поставка порошков, совместные разработки композитов, лицензирование технологии





РЫНОК И КЛИЕНТЫ

Ключевые отрасли

- Нефтехимия и нефтегазовая промышленность
- Машиностроение
- Производство твёрдых сплавов
- Сервисные компании напыления

Типы клиентов

- Производители инструментов и твёрдых сплавов
- Сервисы газотермического напыления
- Центры аддитивных технологий госкорпораций
- Производители смазочных материалов

Рыночный потенциал

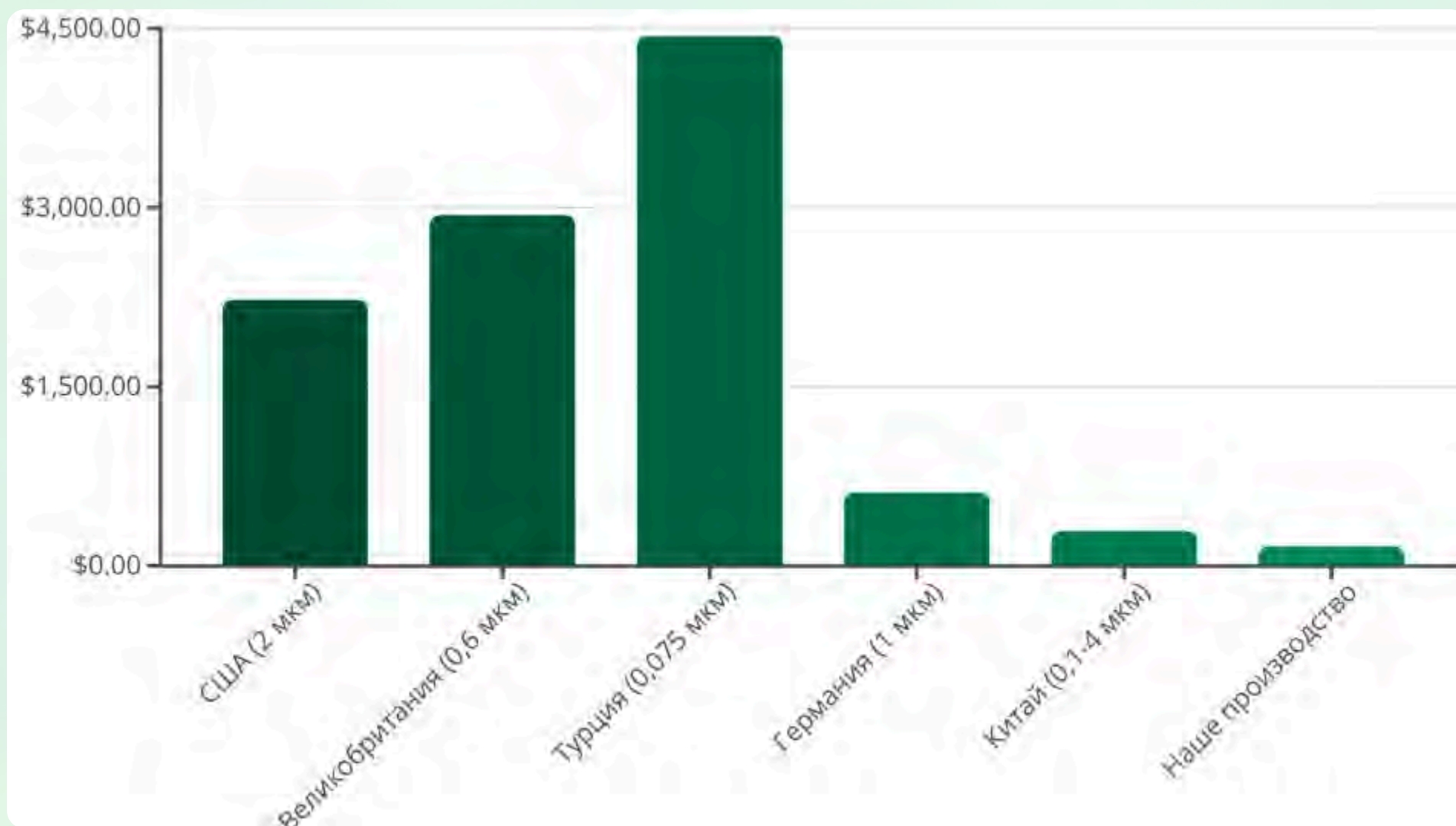
Российский рынок моторных масел растёт, доля отечественных производителей увеличивается. Крупных производителей нанопорошков вольфрама в РФ нет.

Драйверы роста

- Импортозамещение критических материалов
- Переход на ресурсосберегающие технологии
- Рост требований к надёжности оборудования
- Развитие отечественной нефтехимии

Конкуренция и преимущества

Группы конкурентов: импортные нанопорошки (Китай/ЕС/США), российские микропорошки и традиционные решения



Цена ниже импортных

В 2 раза дешевле зарубежных аналогов



Гибкая настройка

Контроль размера и свойств под задачу



Локальное производство

Короткая логистика, нет санкционных рисков



Технологический уровень

Качество на уровне мировых стандартов



Технологический уровень и статус проекта

Текущий TRL: 3-4

Технология проверена в лабораторных условиях

- Лабораторные испытания завершены
- Проведены тестовые испытания продукта

Результаты испытаний

- Снижение момента трения в 2 раза (ГОСТ 9490-75)
- Размер частиц: пластины до 200 нм
- Чистота WS₂: 82,6% (рентгенофазовый анализ)
- Температурная стабильность подтверждена



Планы по масштабированию: опытно-промышленное производство, стабилизация качества, сертификация продукции

Дорожная карта

Горизонт планирования: 2026-2028

01

2026: Масштабирование

- Опытно-промышленная установка
- Дополнительные испытания с промышленными партнёрами
- Оптимизация технологии и снижение себестоимости

02

2027: Индустриальные внедрения

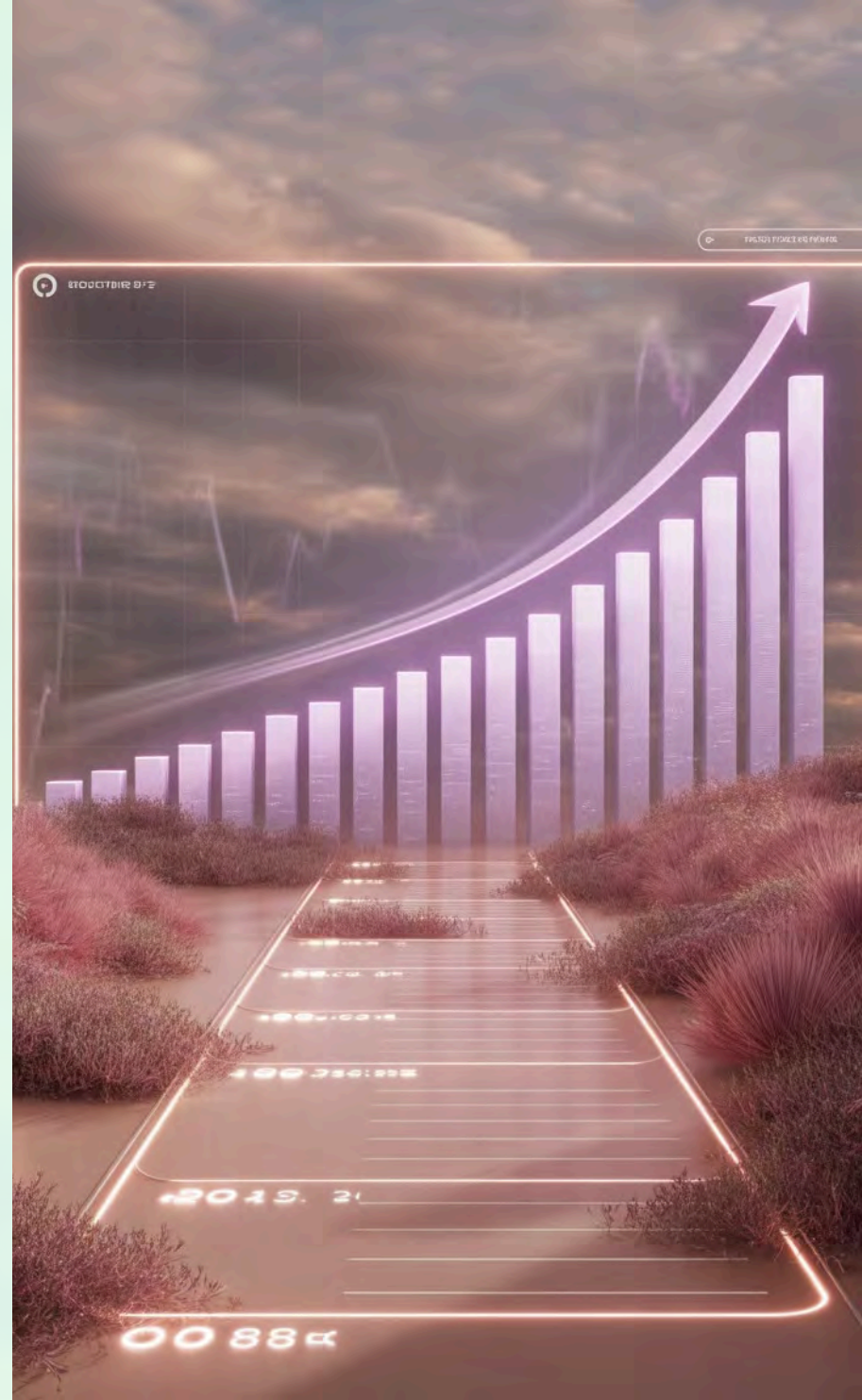
- Первые промышленные поставки
- Сертификация продукции под отраслевые стандарты
- Заключение долгосрочных контрактов

03

2028: Расширение

- Расширение продуктовой линейки (W, WC, композиты)
- Выход на новые сегменты рынка
- Увеличение доли рынка

📌 Ключевые KPI: объем выпуска 500+ кг/мес, 5+ пилотных проектов, выручка от индустриальных заказчиков >50%





Запрос и предложение

Что нам нужно

- Партнёры-заказчики для пилотных проектов в нефтехимии и нефтегазе
- Инвестиции на масштабирование производства
- Гранты на R&D и сертификацию продукции
- Доступ к испытательным площадкам промышленных партнеров

Структура бюджета: оборудование (40%), сертификация и испытания (30%), R&D и персонал (30%)

Что получает партнер/инвестор

- Доля в проекте или совместный продукт
- Эксклюзивные условия поставки для отрасли
- Снижение издержек на смазочные материалы
- Увеличение ресурса оборудования
- Импортозамещение критических материалов

ROI: окупаемость 3-4 года



Контакты

Нанопорошки вольфрама: дешевле импортных, выше ресурс оборудования

Контактное лицо

- Гавриш Владимир Михайлович
- ООО Нанотех ВГ
- Email: vmgavrish@sevsu.ru
- Телефон: +7 (978) 788-58-45

📄 Готовы к пилотным проектам, совместным НИОКР и встречам с потенциальными партнерами. Свяжитесь с нами после экспертной сессии!

Преимущества дисульфида вольфрама

Дисульфид вольфрама (WS_2) – неорганическое соединение с формулой WS_2 , представляющее собой следующий шаг в улучшении смазочных составов. В отличие от сульфида молибдена, он демонстрирует превосходные характеристики.

Стойкость к окислению

Дольше сохраняет свои свойства при контакте с кислородом

Водостойкость

Более стоек к контакту с водой и влажной средой

Температурная стабильность

Лучшие свойства при повышенных температурах

Низкое трение

Обладает более низким коэффициентом трения





Применение и экономический эффект

Основные направления

- Твердая смазка для промышленного оборудования
- Катализатор крекинга нефти
- Присадка к смазочным материалам

Размер частиц имеет значение

Чем меньше размер порошков, тем выше смазочные и каталитические свойства продукта. На данный момент в основном используются микронные порошки.

Экономические преимущества

Использование дисульфида вольфрама в качестве присадки к смазке неоднократно доказано увеличивает экономический эффект:

- Удлинение сроков годности масла
- Снижение расхода топлива
- Снижение износа трущихся поверхностей
- Повышение эффективности оборудования

Потенциальные эффекты применения

На примере гидравлических масел DIN 51524-3 HVLP

01

Улучшение защитных свойств

Покрытие рабочей поверхности нанопластинами обеспечивает дополнительную защиту

02

Повышение нагрузочной способности

Возможность снижения вязкости масла и уменьшения потерь на трение в области гидродинамики

03

Работа в скоростных режимах

Возможность работы в более скоростных элементах оборудования

04

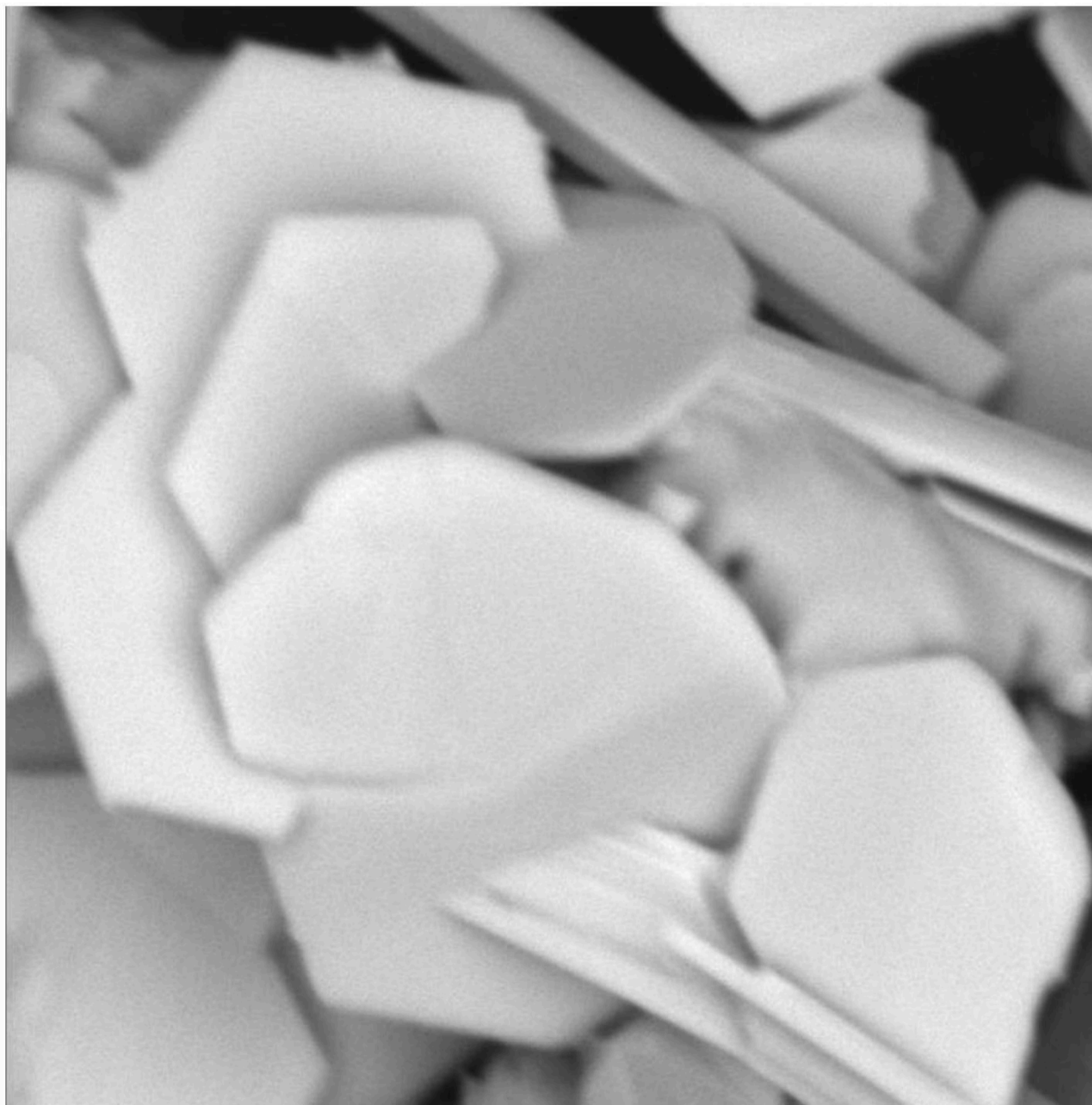
Механическая защита

Дополнительная защита от механических повреждений трущихся поверхностей

05

Термостабильность

Сохранение характеристик присадки при повышенных температурах



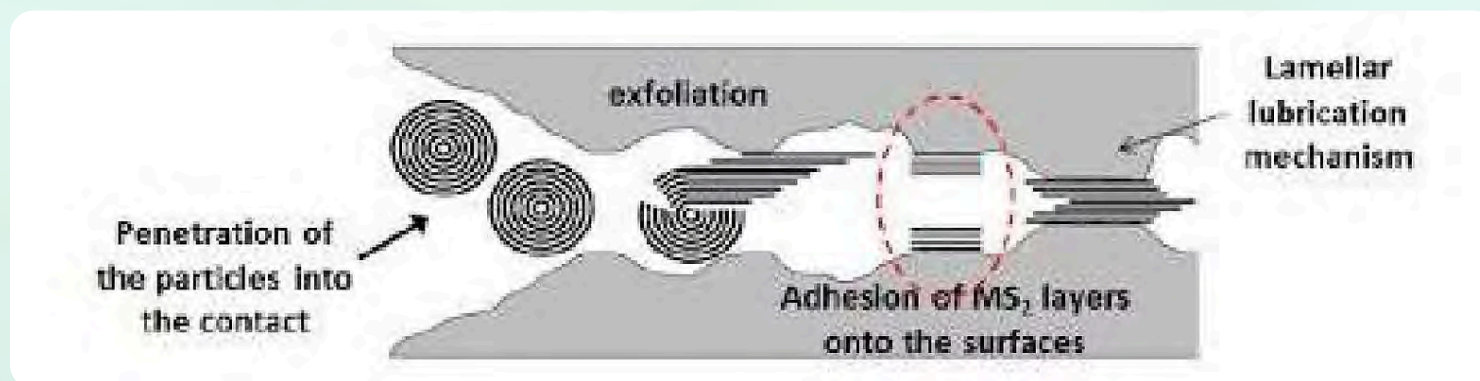
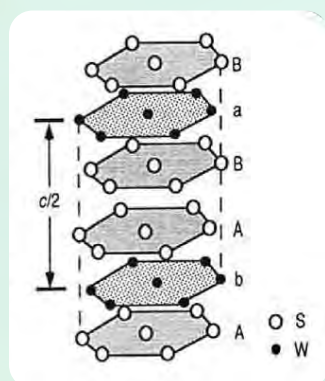
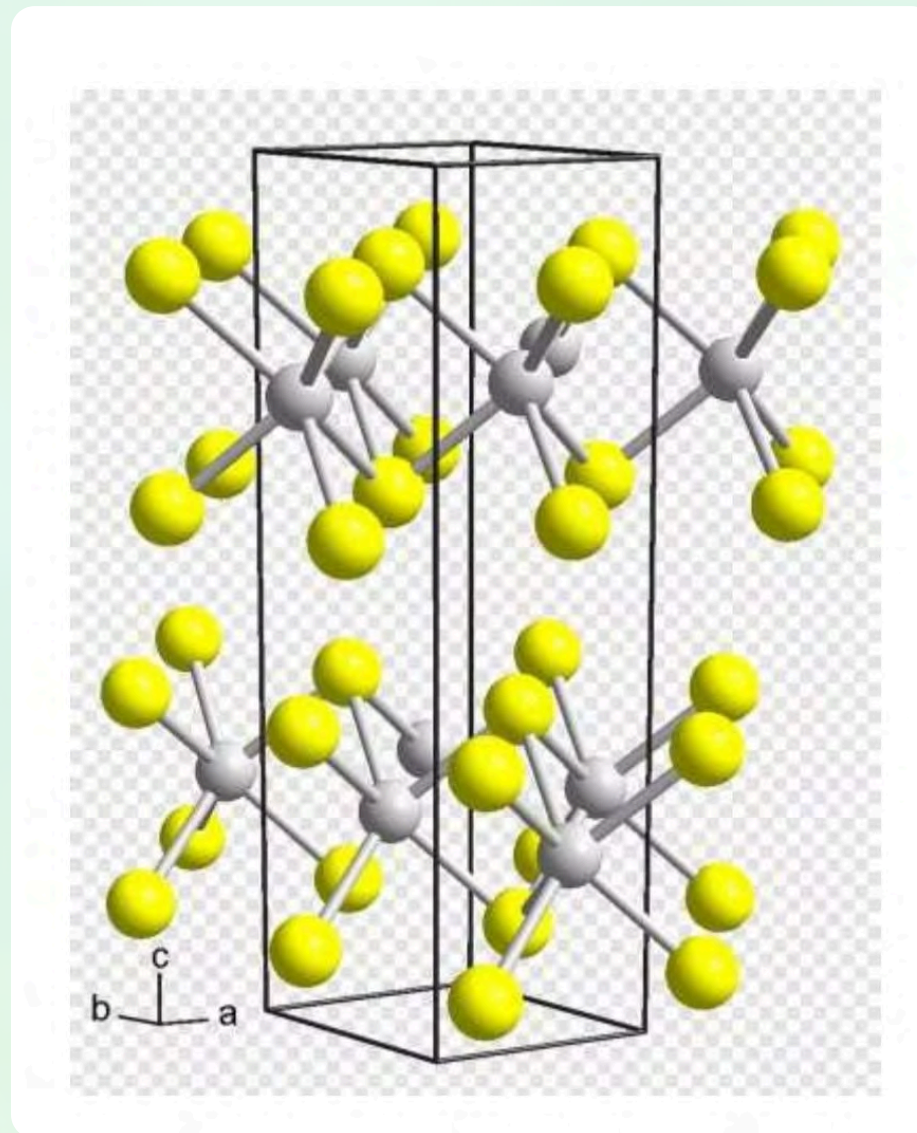
Принцип трибологического действия

Принцип действия слоистых дисульфидов вольфрама и молибдена связан с их уникальной кристаллической структурой. Атомы металла расположены в параллельных плоскостях с атомами серы в вершинах правильных шестиугольников.

Силы взаимного притяжения между слоями значительно меньше, чем внутри слоев. Это позволяет дисульфиду при трении легко смещаться вдоль слоев, разделяя трущиеся поверхности.

Слоистый материал заполняет и сглаживает микронеровности поверхностей трения, что значительно снижает коэффициент трения и износ.

Наноразмерные порошки обеспечивают максимально сглаженные поверхности.



Существующие технологии производства

Традиционные методы получения наноразмерного WS_2 имеют существенные недостатки

СВС

Самораспространяющийся высокотемпературный синтез

CVD

Химическое осаждение из газовой фазы

Газофазный синтез

Синтез в газовой среде

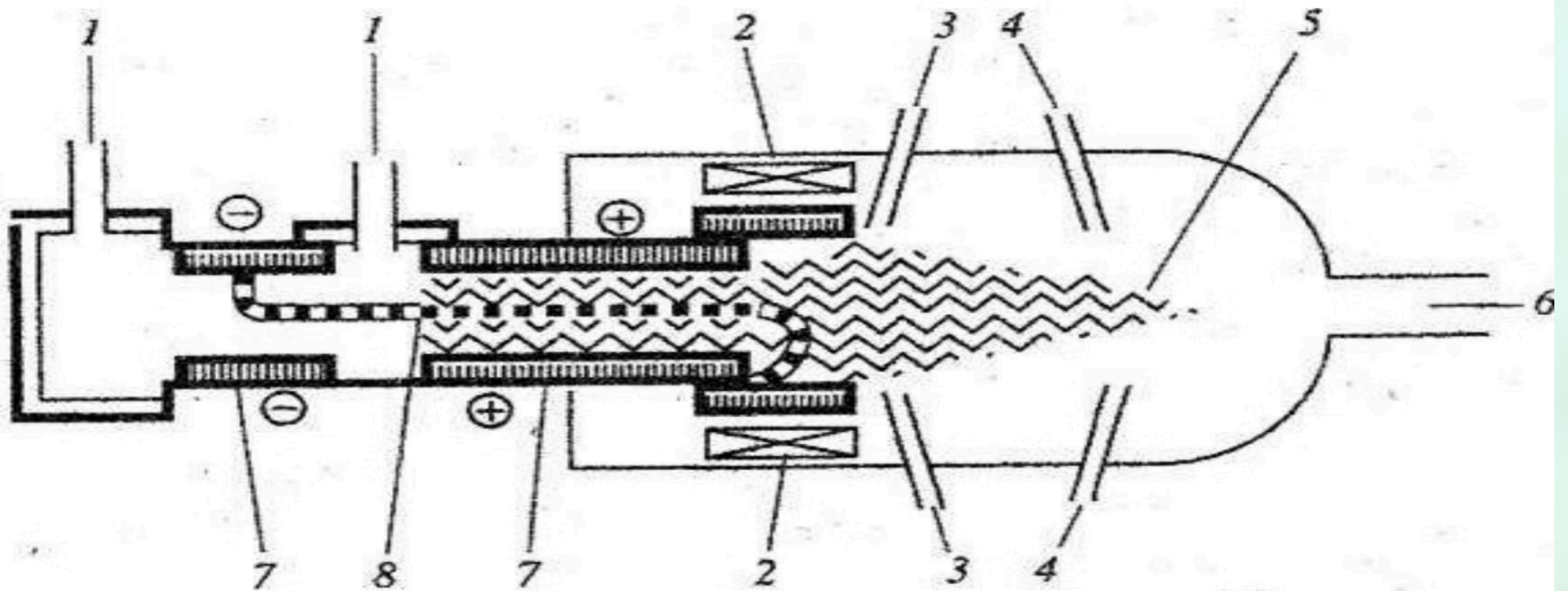
Сульфидирование оксидов

Обработка оксидов серой

Механометрический метод

Механическая обработка

- ❑ **Основные недостатки существующих технологий:** очень высокая себестоимость продуктов, обусловленная малой производительностью, высокими энергетическими затратами, большим количеством дорогостоящего оборудования и множеством технологических операций по подготовке сырья.



Инновационная технология Нанотех ВГ

Апробирована и внедрена технология опытно-промышленного производства нанопорошков вольфрама W и оксида вольфрама WO₃ с производительностью до 100 кг/месяц и возможностью масштабирования.



Низкая себестоимость

Минимальные энергетические затраты



Использование отходов

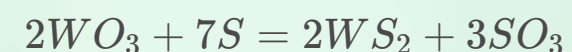
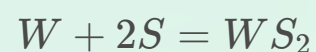
Сырье из отходов твердосплавных изделий



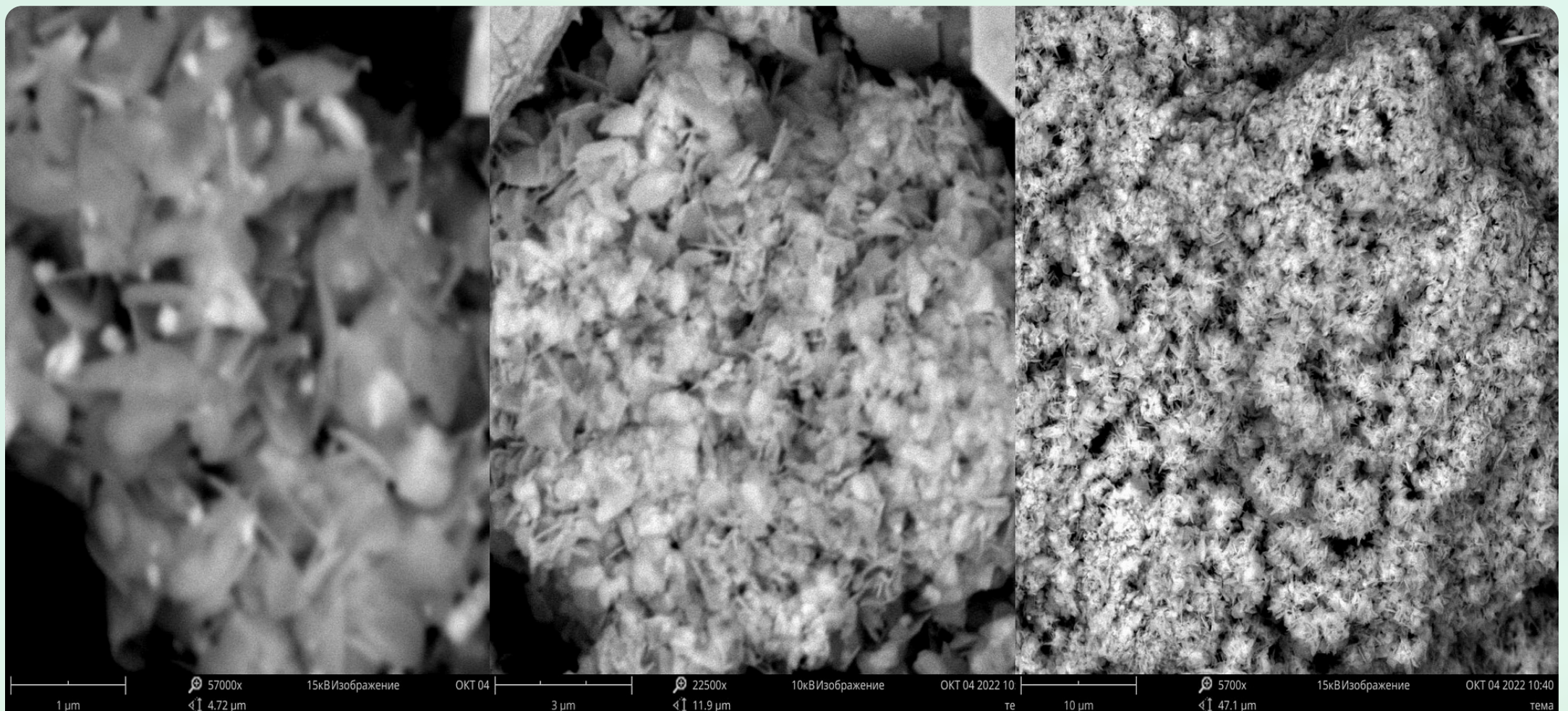
Масштабируемость

Возможность увеличения производства

Химические реакции получения WS₂



Данный подход позволит получать наноразмерные порошки дисульфида вольфрама методами различного спекания и существенно снизить себестоимость по сравнению с аналогами.



Результаты исследований

Микроструктура частиц

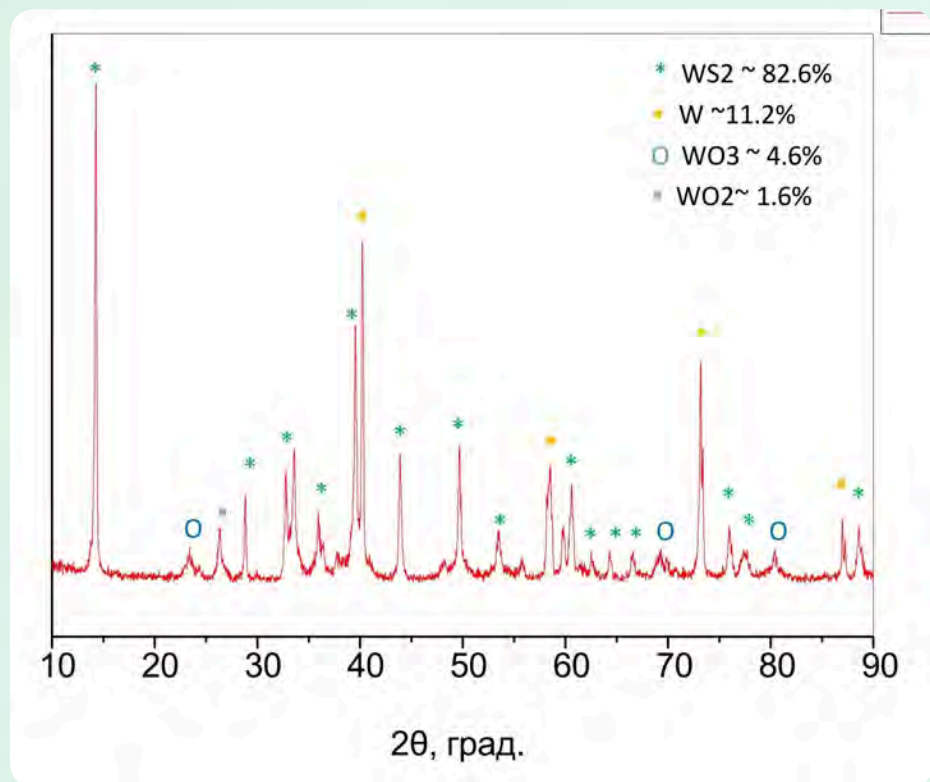
Микрофотографии частиц дисульфида вольфрама, полученных в лаборатории НОЦ на микроскопе Phenom. Пластины дисульфида вольфрама толщиной **10–40 нм**.

Рентгенофазовый анализ

Анализ выполнен на рентгеновском дифрактометре Shimadzu XRD 7000s (Япония) с использованием $\text{CuK}\alpha$ -излучения ($\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$).

Состав синтезированного порошка:

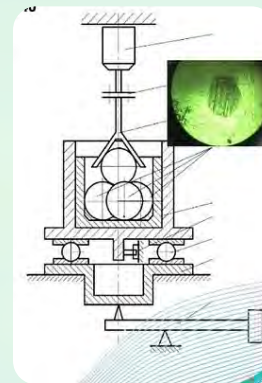
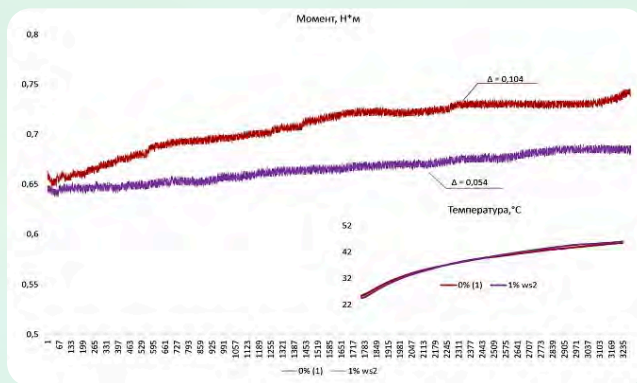
- **WS_2 – 82,6%** (гексагональный дисульфид вольфрама)
- W – 11,2% (кубический вольфрам)
- WO_3 – 4,6% (оксид вольфрама)
- WO_2 – 1,6% (оксид вольфрама)



Испытания: впечатляющие результаты

Испытание 1% добавки дисульфида вольфрама в масло 5W40 по ГОСТ 9490-75 на четырехшариковой машине. Частота оборотов 1470 об/мин, нагрузка – 519 Н (52,9 кгс).

Снижение момента трения в 2 раза!



Команда проекта



Гавриш Владимир Михайлович

Руководитель проекта, к.т.н., директор НОЦ «Перспективные технологии и материалы» СевГУ. Компетенции: материаловедение, нанотехнологии



Шагова Юлия Олеговна

Аспирант, старший преподаватель СевГУ. Компетенции: естественные науки, исполнительские задачи



Дербасова Надежда Михайловна

К.т.н., доцент кафедры радиозэкологии СевГУ. Компетенции: радиозэкология, экологическая безопасность, научная экспертиза



Паничкин Тихон Александрович

Аспирант по направлению технология физической обработки материалов. Победитель гранта «Умник» 2023/2024. Компетенции: инженерия, нанотехнологии



Летягин Евгений Олегович

Руководитель центра сертификации «СЦ №1 г. Севастополь». Компетенции: бизнес, сертификация



Дуйсиналиев Нурбулат Амангельдиевич

Технологический предприниматель. Компетенции: поиск инвестиций, упаковка проектов, нефтегаз, нефтехимия, водородная энергетика



Чайка Татьяна Валерьевна

Научный сотрудник НОЦ СевГУ (научная часть).

