Технология СТДУ Инновационная защита от коррозии

Мобильное решение для промышленной очистки и металлизации



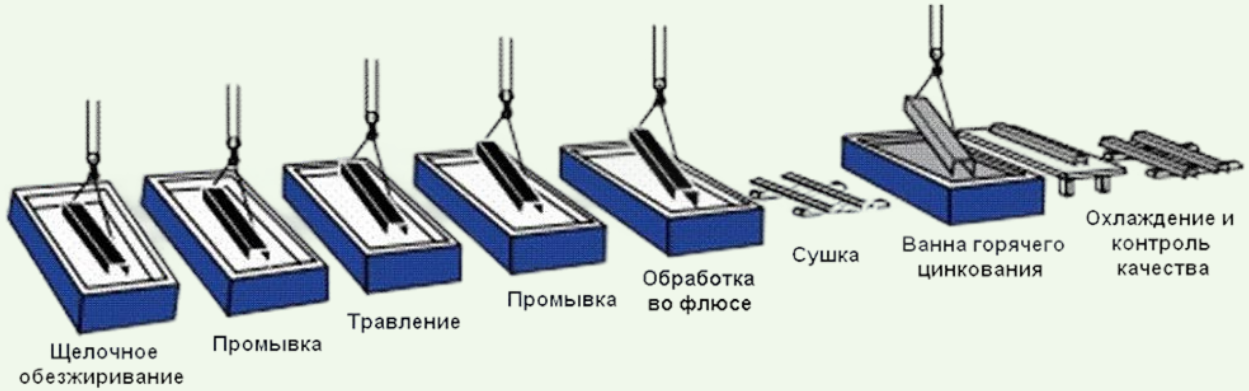
Проблема коррозии и неэффективность традиционных методов

- Годовые потери от коррозии в промышленности — миллиарды рублей.
- Ограничения существующих методов:
  - Горячее цинкование: не подходит для крупных конструкций, рыхлый слой.
  - Гальваника: тонкий слой, требует идеальной поверхности.
  - Холодное цинкование: низкая адгезия (3-5 МПа), риск отслоения.

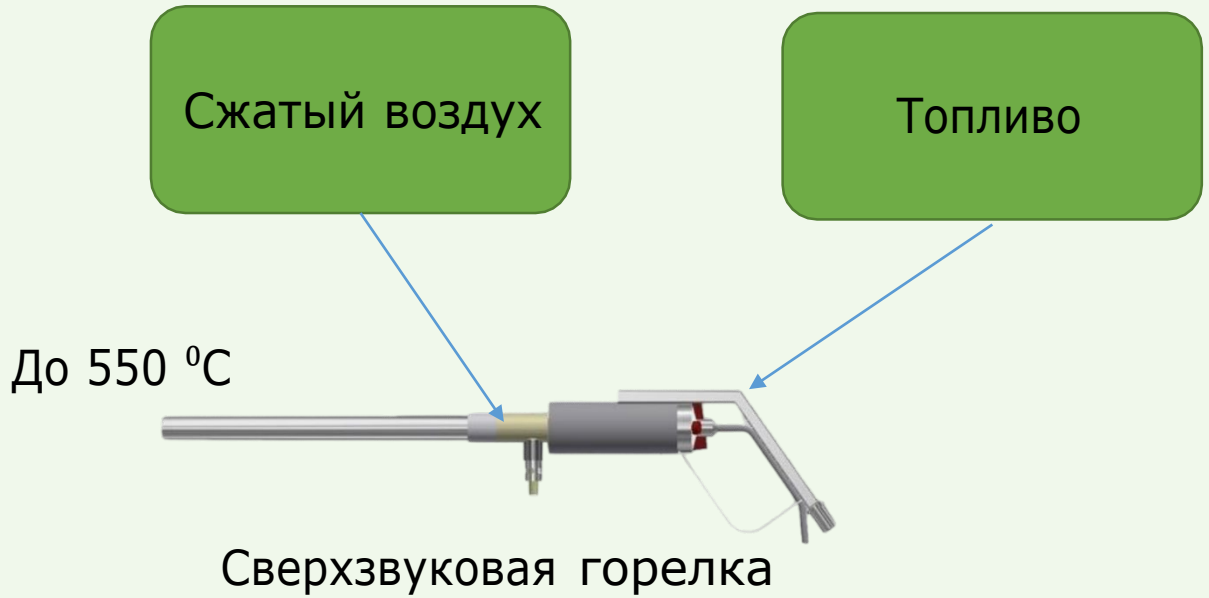


Обычные виды цинкования

подразумевают опускание в несколько последовательных ванн..



Принцип работы СТДУ





Реактивная струя

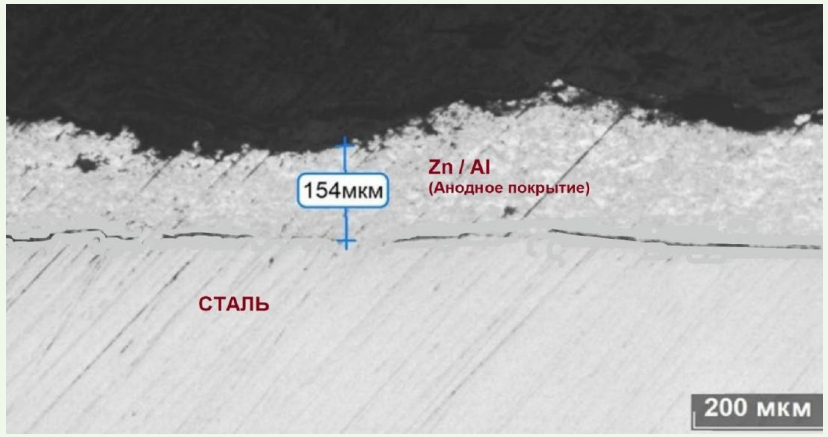
Очистка и напыление

Технология:

Интегрированный процесс: Очистка (купершлаком) + фосфатирование + металлизация за 1 этап.

Физика процесса: Сверхзвуковая струя (до 550°C) "вплющивает" частицы Zn/Al в сталь, создавая диффузионный слой.

Защита: Анодный механизм (Zn/Al – сталь) + микроякорный эффект (адгезия 15-20 МПа).



Технические параметры СТДУ

- **Скорость:** 3 мин/м² (очистка) + 1.5 мин/м² (металлизация).
- **Толщина покрытия:** 150-200 мкм.
- **Рабочие условия:** -30°C...+50°C, влажность до 95%, дождь/снег.
- **Ресурсы:** Расход порошка — 0.5 кг/м²,



Для работы требуется питание 220 В (или 12В), дизельное топливо и компрессор
* Компрессор может поставляться в комплекте с оборудованием

Результаты испытаний

Данные (НИТУ «МИСиС»):

- 720 часов в соляном тумане (ГОСТ 9.311-2021) = 10-15 лет эксплуатации.
- Коррозия анодного слоя <5%, сохранение защитных свойств.



До исследований	Через 30 дней (720 ч) исследований

Заключение экспертов:
«Покрытие демонстрирует нулевую коррозию основы при механических повреждениях за счет эффекта катодной защиты».

Сравнение СТДУ с Газотермическим напылением ТСЗП

Аспект	ООО «ТСЗП» (ГТН)	СТДУ
Принцип действия	Газотермическое напыление (ГТН): нагрев материала до пластичного состояния + кинетический перенос частиц газовым потоком. Формирует слоистую структуру с пористостью 5-15%.	Сверхзвуковая термодинамическая струя (до 550°C): совмещает абразивную очистку и термодиффузионное напыление. Частицы металла «вплющиваются» в подложку, создавая диффузионный слой.
Электрохимическая защита	Анодная (Al/Zn/Mg покрытия) + барьерная. Самозалечивание трещин за счет гальванического эффекта.	Анодная (Zn/Al). Защита за счет гальванической пары. Диффузионное проникновение усиливает адгезию.
Подтверждение эффективности	30+ лет исследований (NACE, JACC, Statoil), испытания в морской воде, соляном тумане, арктических условиях.	Лабораторные испытания НИТУ «МИСиС»: 720 часов в соляном тумане ≈ 10-15 лет эксплуатации.
Слабые стороны	Риск пористости при толщине <150 мкм; требует пропитки для герметизации.	

Выбор ТСЗП С описанием и работающим оборудованием ознакомится нет возможности (отсутствуют сведения).

Выбор СТДУ оптимален для ремонта, локальной защиты и объектов с ограниченным бюджетом (CAPEX в 3-4 раза ниже). Технология революционна за счет интеграции процессов в один аппарат и работы в любых погодных условиях.

Сравнение СТДУ с ультразвуком, лазером и холодным цинкованием

Параметр	СТДУ	Лазер/Ультразвук + Холодный Zn
Технологический процесс	Интегрированный: - Очистка + металлизация за 1 этап - Нет перерывов между операциями.	Раздельный: - Очистка → подготовка поверхности → нанесение Zn - Риск окисления/загрязнения между этапами.
Скорость обработки	4–5 мин/м² (очистка + покрытие) Пример: 400 м² за 30–35 ч	1–2 ч/м² (лазер) + 0.5 ч/м² (Zn) Пример: 400 м² за 600–1000 ч
Адгезия покрытия	Диффузионная связь: - Zn/Al вплавляется в сталь - Прочность сцепления 15–20 МПа.	Механическая связь: - Зависит от связующего в краске - Прочность 3–5 МПа (риск отслоения).
Долговечность защиты	10–15 лет (подтверждено солевыми тестами ГОСТ)	3–7 лет (требует частого ремонта)
Мобильность	Высокая: - Установки на колёсах - Работа на месте без демонтажа.	Низкая: - Лазерные установки громоздкие - УЗ требует ванн - Требуется чистая зона для покраски.
Работа в сложных условиях	Да: - Дождь, ветер, -30°C до +50°C - Влажность до 95%.	Нет: - Лазер боится влаги - Холодный Zn требует сухой поверхности (+15°C).
Экологичность	Без химикатов: - Отходы — только отработанный купершлак.	Опасные отходы: - Пыль от лазерной очистки (требует утилизации) - Растворители в холодном Zn.
Универсальность	3 функции в 1: - Зачистка, фосфатирование, металлизация.	Ограничена: - Лазер/УЗ — только очистка - Холодный Zn — только покрытие.
Эксплуатационные затраты	Низкие: - Zn порошок: 1500/кг - Расход: 0.5 кг/м².	Высокие: - Энергопотребление лазера: 5–10 кВт/ч - Холодный Zn: 5000-10000/кг - Расход: 0.3 кг/м².
Требования к персоналу	1 оператор (обучение 1–2 недели)	2–3 специалиста: - Инженер по лазеру - Маляр для холодного Zn.

СТДУ —решение для **мобильной, всепогодной очистки и нанесения покрытия** в одном аппарате.

Комбинация **Лазер + Холодный Zn** нежизнеспособна: лазер не работает на влажных поверхностях, а холодный Zn отслаивается на морозе.

Технологическое превосходство СТДУ:

Микроякорный эффект: Зазубрины от купершлака увеличивают площадь контакта Zn со сталью в 7 раз.

Термодиффузия: Нагрев струи (550°C) создаёт сплав Fe-Zn на границе покрытия.

Экологичность: Нет токсичных растворителей (vs. холодный Zn).

Применение СТДУ

Нефтегаз: Газпром-Инжиниринг, Газпром-нефть снабжение, РН-Стандарт, Лукойл-Инжиниринг, Татнефть-Сервис, Ямал СПГ, Арктик СПГ2

Очистка и цинкование опор буровых вышек, резервуарных лестниц, эстакад на НПЗ; омеднение сварных швов трубопроводов при ремонте.

Энергетика: Россети и МРСК

Очистка опор ЛЭП перед ремонтом, термодиффузионное цинкование болтовых соединений, восстановление фундаментов ВЭУ.

Сервисные бригады Интер РАО и Росатома

Цинкование каркасов турбин на ТЭЦ/АЭС, омеднение для катодной защиты оборудования; для АЭС — обязательны спецдопуски Ростехнадзора.

Инфраструктура: Мостотрест, УСК «Мост»

Стройтрансгаз

Очистка пролётных строений мостов перед нанесением защитных покрытий, цинкование элементов ограждений.

РЖД строй, Морские порты, Аэропорты, метрополитен

ремонт ж/д мостов, вокзалов, защита портальных кранов от солёно воды, Восстановление арматуры стен тоннелей метро после гидроабразивной очистки



Применение СТДУ

Транспорт: Судоремонтные заводы ОСК (Адмиралтейские верфи, Звёздочка)

Очистка корпусов танкеров в доках, цинкование надстроек, омеднение для катодной защиты.

Депо РЖД (тяговые части ТЧ – локомотивы, электропоезда, Вагонные части ВЧД – вагоны), Депо метрополитенов

Гальваническое цинкование рам вагонов/локомотивов после очистки от коррозии

Эксплуатирующие организации грузовых вагонов:

Газпромтранс, ЛУКОЙЛ-Транс, Мечел-транс, Грузовая компания, БалтТрансСервис, Модум транс, Национальная транспортная компания, ГК «Дело».

