

Экологически толерантные ингибиторы коррозии и солеотложений на основе фосфонатов лёгких металлов для машиностроения, металлургии, энергетики, ЖКХ

Чаусов Фёдор Фёдорович, канд. хим. наук,
заведующий Инженерно-химической лабораторией
УдГУ



Актуальность проблемы

Ежегодные потери металла от коррозии — **15%** располагаемого металлофонда. Каждый седьмой металлургический комбинат работает только для того, чтобы кормить ненасытную коррозию.

Снижение интенсивности коррозии равнозначно строительству новых металлургических и машиностроительных производств, позволяет продлить срок эксплуатации металлоконструкций, сооружений, трубопроводов. Борьба с коррозией предотвращает аварии и загрязнение окружающей среды.

Основные показатели:

— коэффициент ингибирования коррозии $\gamma = w_0/w$ — отношение скорости коррозии в присутствии ингибитора к скорости коррозии без ингибитора;

— степень защиты металла $Z = (w_0 - w)/w_0 * 100\%$ — процентное снижение скорости коррозии в присутствии ингибитора по сравнению с коррозией без ингибитора.

Основные сферы применения ингибиторов коррозии

Металлургия

- предотвращение коррозии заготовок при кислотном травлении;
- консервация продукции для складского хранения и транспортирования.

Машиностроение

- консервация заготовок и продукции для межоперационного, складского хранения и транспортирования.

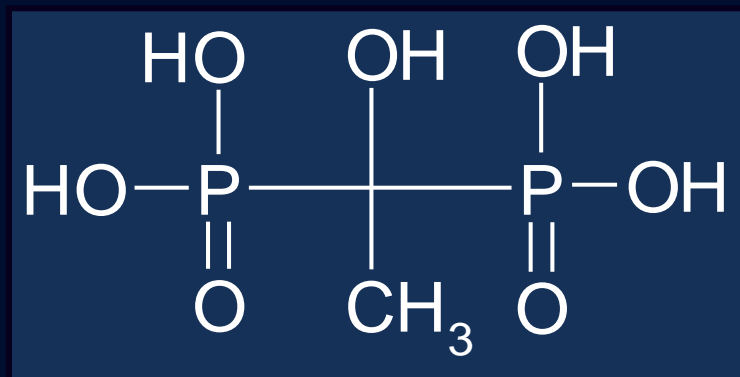
Энергетика

- противокоррозионная и противонакипная обработка водных сред для паровых, водогрейных котлов и тепловых сетей;
- межсезонная консервация котельных установок и трубопроводов.

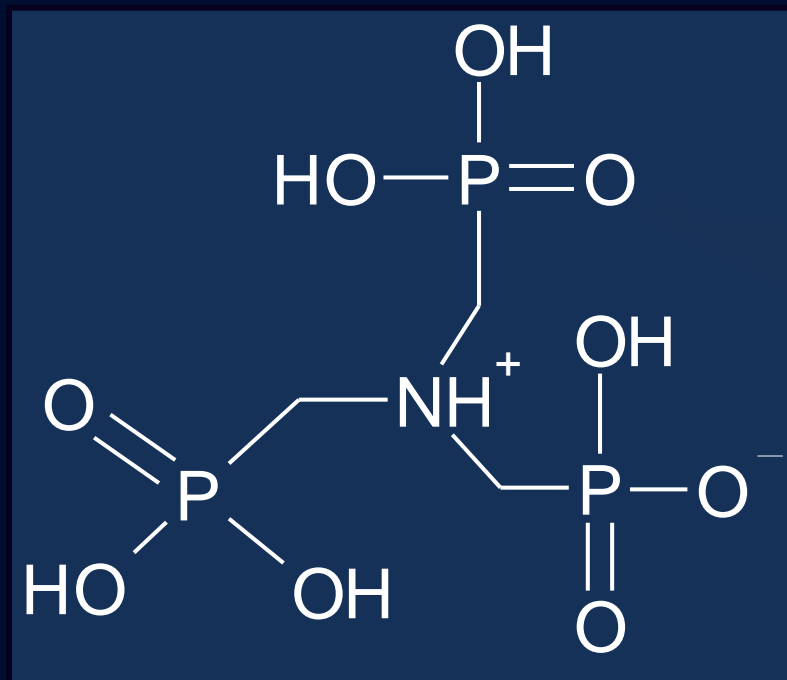
ЖКХ

- противокоррозионная и противонакипная обработка воды для защиты котельных установок, тепловых пунктов, теплопроводов отопления и ГВС и приборов потребителей.

Органополифосфоновые кислоты — основа современных ингибиторов коррозии и солеотложений



1-гидроксиэтилиден-
дифосфоновая кислота



Нитрило-*трис*-метиле
нфосфоновая
кислота

Ингибиторы коррозии и солеотложений первого поколения — «комплексоны»

Состав — органополифосфоновые кислоты различного состава, чаще всего в смеси, или их соли.

Преимущества — достаточно эффективная защита металлического оборудования от солеотложений; способность к отмывке солеотложений без вывода оборудования из эксплуатации

Недостатки — узкая область эффективности (по составу водных сред, дозировке ингибитора, условиям применения);

— способность при неправильном применении катализировать коррозию и солеотложения;

— очень часто стимулируют порывы тепловых сетей.



Решение проблемы эффективного применения фосфонатных ингибиторов — Ижевск, УдГУ, 2005

Условие эффективности
ингибирующего действия
фосфонатов — потенциальная
энергия кристаллообразования
меньше потенциального барьера,
создаваемого ингибитором

$$\ln \left(\frac{C^i + C^j}{P_0} \right) < \frac{\sigma (2ab \sin \gamma + 2ac \sin \beta + bc \sin \alpha)}{kTn}$$



Ингибиторы коррозии и солеотложений второго поколения — «фосфонатоцинкаты»

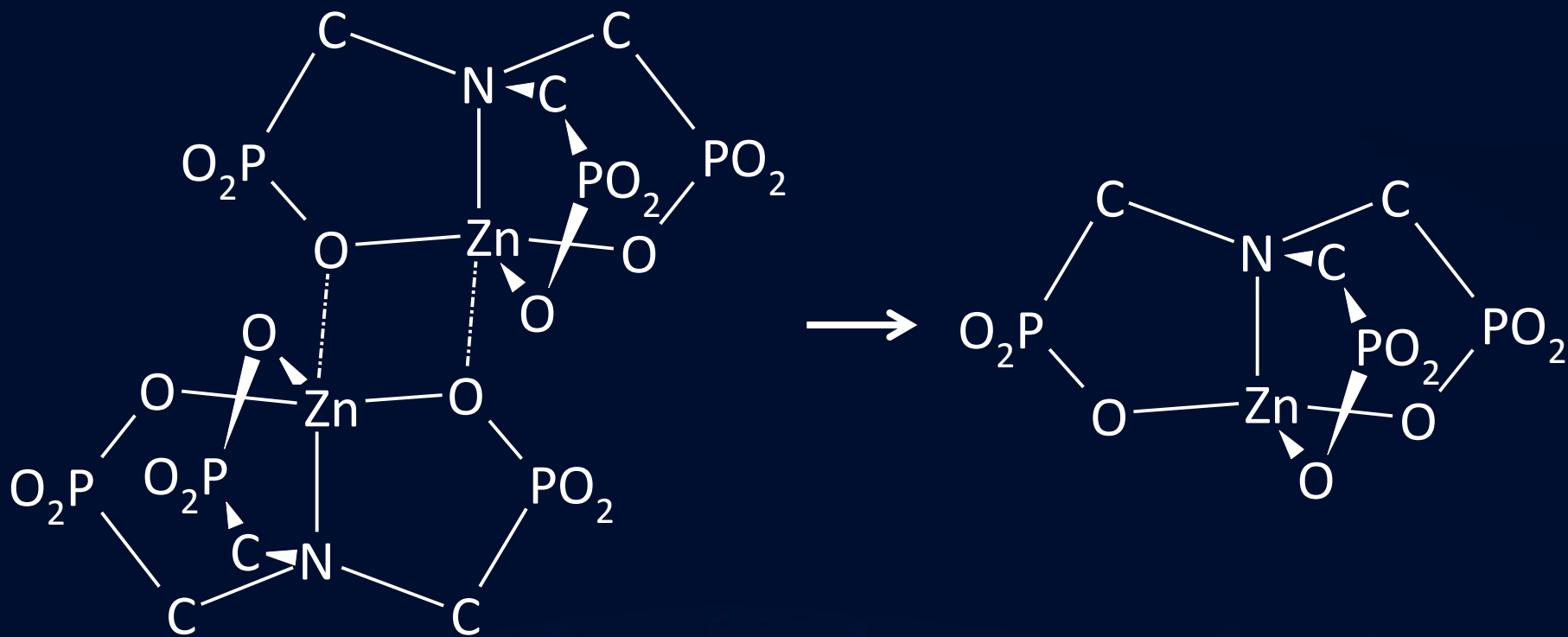
Состав — продукты комплексообразования органополифосфоновых кислот с цинком в щелочной среде.

Преимущества — высокоэффективная защита металлического оборудования от коррозии и солеотложений; обеспечение сохранности тепловых сетей, предотвращение порывов; широкий диапазон условий работы и дозировки ингибитора без снижения эффективности.

Недостатки — недостаточно высокая стабильность при хранении и транспортировании;
— содержание тяжёлого металла — цинка, способного нанести вред окружающей среде.

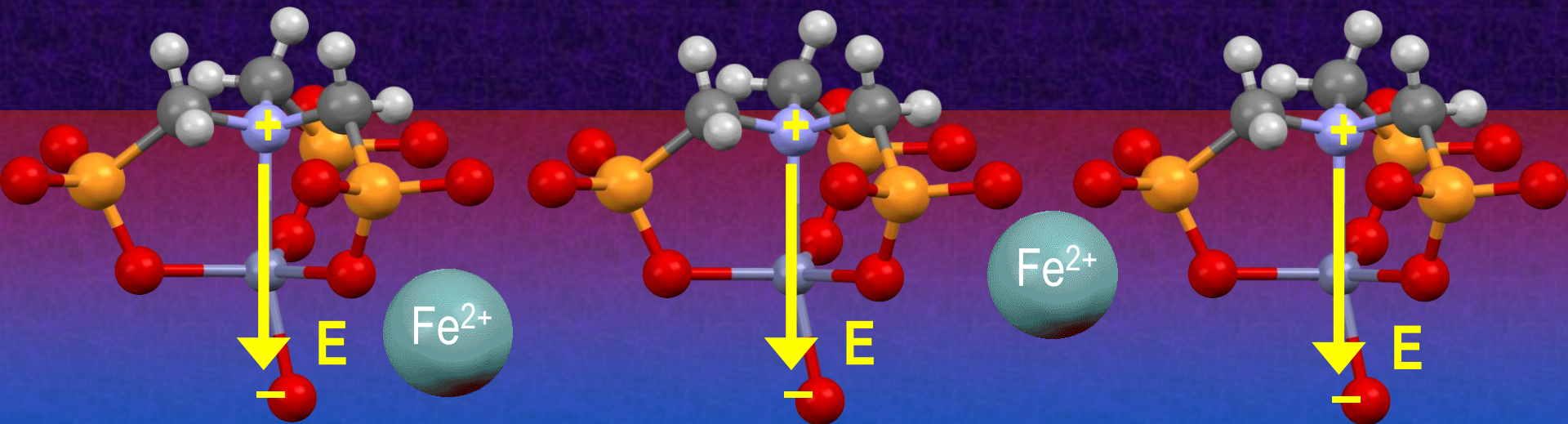


Создание наиболее эффективных фосфонатоцинкатных ингибиторов — Ижевск, УдГУ, 2014



Формирование защитного фосфатоцинкатного слоя на поверхности стали

Коррозионная среда

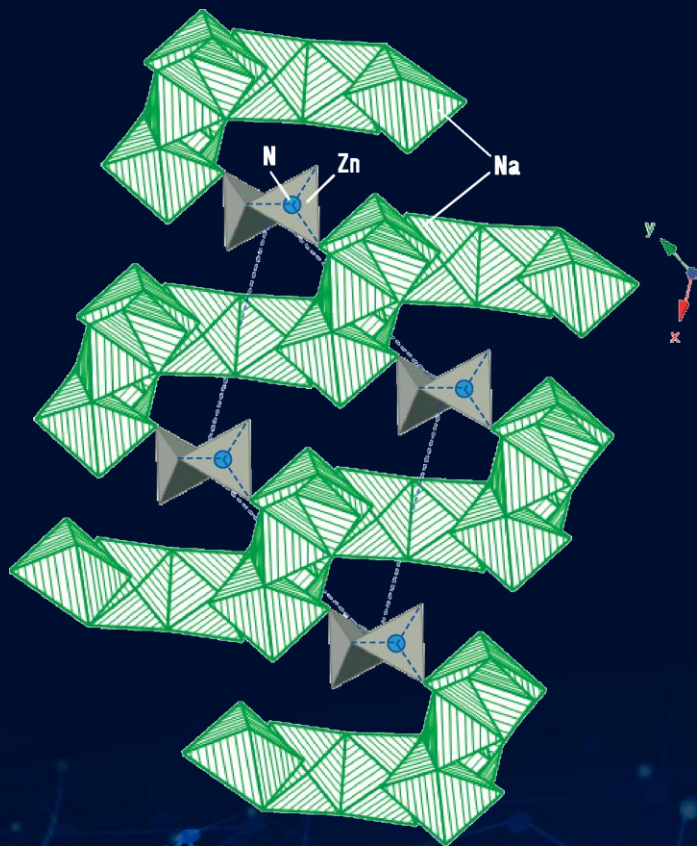


Fe

Полученный
высокоэффективный
ингибитор коррозии
и солеотложений
защищён патентом



Создана кристаллическая структура нитрило-трис-метилен-фосфонатоцинката, оптимальная для длительного хранения и транспортирования



Ингибиторы коррозии и солеотложений третьего поколения — фосфонатные комплексы лёгких металлов

Состав — продукты комплексообразования
органополифосфоновых кислот с алюминием, кальцием,
магнием.

Преимущества — высокая эффективность защиты
металлического оборудования от коррозии и солеотложений;
— экологическая толерантность к человеку и окружающей
среде, что обеспечит неограниченный диапазон условий
применения;
— низкая себестоимость производства.



Первый ингибитор третьего поколения — нитрило-трис-метиленфосфонатоалюминат — Ижевск, УдГУ, 2015

Разработан состав и технология
производства, эффективность
подтверждена лабораторными
испытаниями.

Разработка защищена патентом.



Сравнение эксплуатационно-технологических показателей ингибиторов 2-го и 3-го поколения

Наименование показателей	Значения для ингибиторов	
	2-го поколения	3-го поколения
Эффективность ингибирования коррозии Z, %	92—98	92—98
Себестоимость, руб./кг (на основное вещество)	280—300	240—250
Содержание тяжёлых металлов, % (масс.)	18—23	0

Предложение по созданию в Удмуртии первого в России производства экологически толерантного ингибитора коррозии

1. Себестоимость изготовления продукции: **250 руб./кг**
2. Потенциальный рынок, потребители: энергетика, ЖКХ, транспорт, металлургия, машиностроение.
3. Необходимый объем инвестиций: **5—25 млн. руб.**
4. Требования к помещению, оборудованию: **150 м², высота 6 м, электроэнергия, горячая вода/пар, вытяжная/приточная вентиляция, канализация.**
5. Расчетный срок окупаемости проекта: **2,5 года**
6. Требуемые трудовые ресурсы **15 шт. ед. (инженеры, аппаратчики, разнорабочие).**

Продукция и услуги Инженерно-химической лаборатории УдГУ для народного хозяйства России

Дозирующие устройства «Комплексон-7» для правильного дозирования ингибиторов коррозии и солеотложений в водные среды

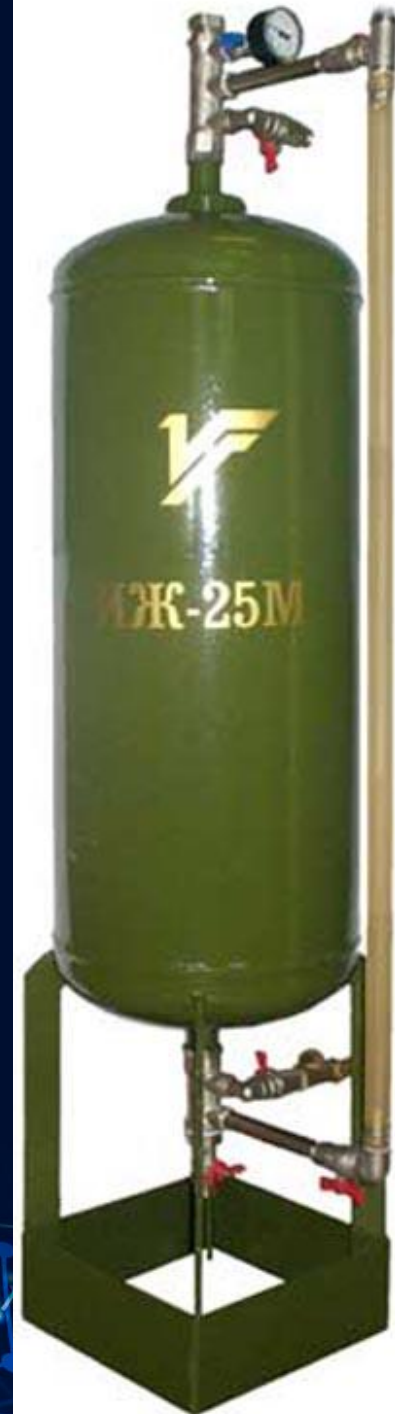
Цена от 29500 руб.



Продукция и услуги Инженерно-химической лаборатории УдГУ для народного хозяйства России

Дозирующие устройства «Иж-25М» для правильного дозирования ингибиторов коррозии и солеотложений в водные среды

Цена от 56000 руб.




Продукция и услуги Инженерно-химической лаборатории УдГУ для народного хозяйства России



Индикаторы внутренней коррозии трубопроводов
Цена от 10300 руб.

Желательные формы сотрудничества УдГУ с заинтересованными предприятиями

- Изготовление и поставка оборудования для противонакипной и противокоррозионной обработки воды по договорам поставки**
 - Разработка нестандартного оборудования, технологических процессов, реагентов для противонакипной и противокоррозионной обработки воды по договорам на выполнение НИР и ОКР.**
 - Разработка новых ингибиторов коррозии для смазок, консервационных и лакокрасочных покрытий по договорам на выполнение НИР и ОКР.**
 - Испытания, контроль качества, экспертиза эффективности ингибиторов коррозии для обработки водных сред, смазок, лакокрасочных покрытий по договорам на выполнение НИР и ОКР.**
- 

Желательные формы сотрудничества УдГУ с заинтересованными предприятиями

- Разработка и внедрение технологических процессов производства новых ингибиторов коррозии на основании договоров на выполнение НИОКР, договоров о совместной производственной деятельности, лицензионных договоров.**
- Создание совместных инновационных предприятий по производству новых ингибиторов коррозии с использованием новых технологий производства и высокотехнологических методов контроля на оборудовании, располагаемом УдГУ и организациями партнёрами по сотрудничеству (УдмФИЦ УрО РАН и др.)**



Спасибо за внимание!

8 (3412) 91-62-65

chaus@udsu.ru

isk@udsu.ru

