

Федеральная целевая программа
«Исследования и разработки по приоритетным
направлениям развития научно-технологического
комплекса России на 2014—2020 годы»

Соглашение
№ 14.582.21.0007 от 01.12.2014

на период 2014 - 2016 гг.

Тема: «Разработка и исследование новых комплексных реагентов, ингибирующих процессы коррозии, солеотложения и биообрастания в теплообменных системах с целью повышения эффективности использования тепловой энергии на предприятиях нефтехимической, металлургической, химической промышленности и ЖКХ»

Руководитель проекта: заведующий лабораторией
д.х.н., профессор Попов Константин Иванович

Получатель субсидии: ПАО Научный центр «Малотоннажная химия»

Направления деятельности – Исследования и разработки в области малотоннажной химии

• Аналогичные проекты:

➤ Проект РФФИ 13-08-00289:

- Модификация ионных жидкостей хелатообразующими соединениями для повышения эффективности и селективности процессов экстракции и разделения катионов металлов.

➤ Госконтракты Минпромторг РФ:

- «Разработка технологий получения опытных партий сложных эфиров пентаэритрита и СЖК С5-С9», шифр «Пентаэритрит»;
- «Разработка принципиальной технологической схемы и технологического регламента (литера О) очистки углеводородного сырья для получения экстрагентов растительных масел».

➤ ООО «НИАРМЕДИК ПЛЮС»:

- ✓ «Разработка технической документации на полупродукт диальдегид карбоксиметилцеллозы»;
- ✓ «Отработка технологии получения и выпуск опытных партий полупродукта – госсиполята карбоксиметилцеллюлозы»;
- ✓ «Разработка технической документации на полупродукт диальдегид карбоксиметилцеллозы».



НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
МАЛОТОННАЖНАЯ
ХИМИЯ



Индустриальный партнёр

ЗАО «ЭКРОС-ИНЖИНИРИНГ»



•Сфера деятельности - **Создание технологических установок мало- и среднетоннажного синтеза.**

Внебюджетное финансирование – 47,2 млн. руб.

2014 год

2,9 млн. руб.

Title in here
2015 год

25,5 млн. руб.

2016 год

18,8 млн. руб.



Соглашение № <номер>

ФЦП ИР
2014-2020

2015

3

Соисполнители работ по проекту



Цели и задачи проекта

Цели проекта:

1. Разработка составов новых отечественных комплексных реагентов, обеспечивающих снижение скоростей коррозии, солеотложения и биообрастания в теплообменных системах.
2. Разработка технологий получения и применения реагентов для предприятий нефтехимической, металлургической, химической промышленности и ЖКХ.
3. Развитие теоретических представлений о механизмах действия ингибиторов карбонатных и сульфатных солеотложений на основе комплексного подхода, включающего компьютерное моделирование равновесий и параллельное экспериментальное исследование процессов в водной и твёрдой фазах.

Актуальность разработки подтверждена интенсивными исследованиями в данном направлении за рубежом; общемировой тенденцией на сокращение применения фосфорсодержащих ингибиторов; необходимостью снижения эвтрофикации водоемов и повышения эффективности теплообменных систем.

Научная новизна выполняемой исследовательской работы связана с отсутствием достоверных данных о процессах зародышеобразования, происходящих в водной фазе, выделяющей осадки, и с общепризнанными существенными пробелами в теории действия ингибиторов

Ожидаемые результаты проекта

- Создание** первых отечественных экологичных ингибиторов солеотложений, коррозии и биообрастания с пониженным содержанием фосфора для водооборотных систем и систем обратного осмоса, соответствующих по эффективности лучшим зарубежным коммерческим образцам;
- Создание** предпосылок для организации Индустриальным партнёром промышленного производства экологичных ингибиторов;
- Внедрение** новых ингибиторов на отечественных предприятиях нефтехимической, металлургической, химической промышленности и ЖКХ;
- Развитие** теории действия фосфорсодержащих и полимерных ингибиторов карбонатных и сульфатных солеотложений на основе комплексного применения современных методов компьютерного моделирования, электронной микроскопии, лазерного динамического светорассеяния и рентгенофазового анализа в сочетании с классическими химическими методами и публикация результатов в ведущих международных журналах.



Перспективы практического использования

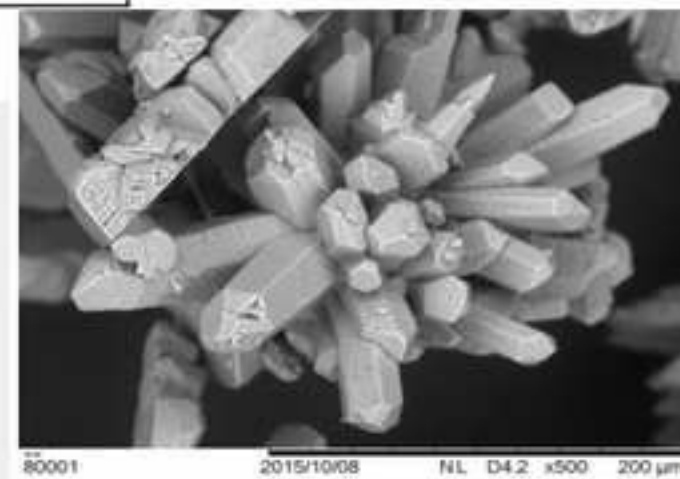
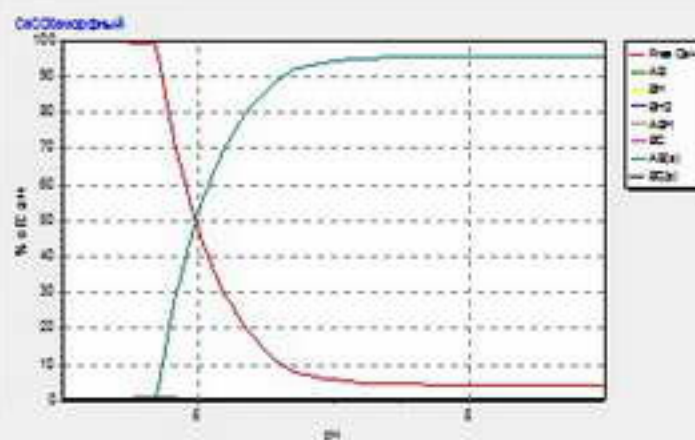
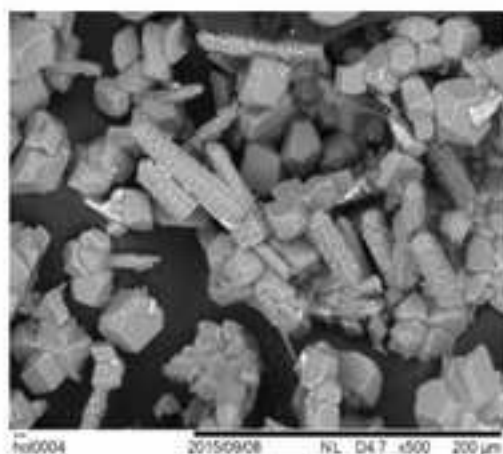
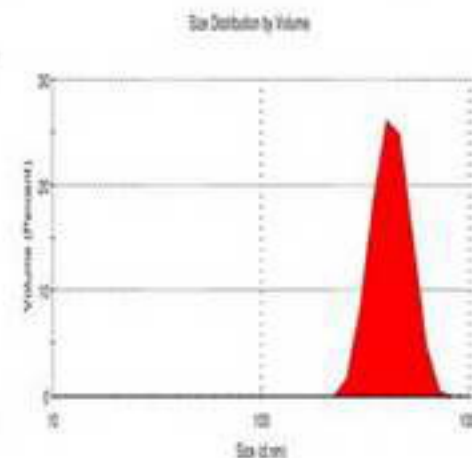
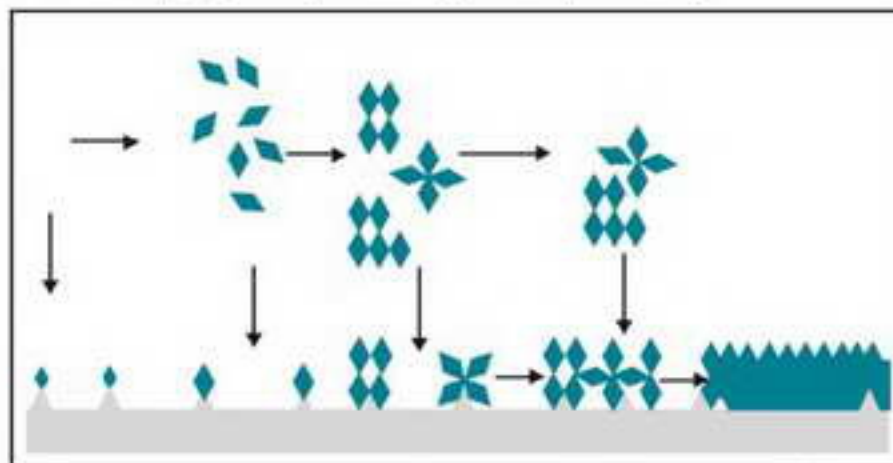
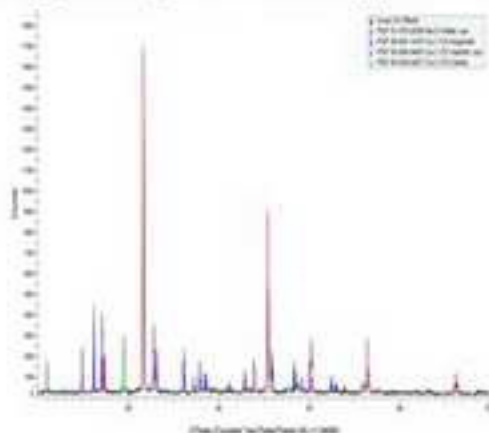
Потенциальные потребители результатов проекта: предприятия нефтехимической, металлургической, химической, пищевой промышленности, теплоэнергетики и ЖКХ, эксплуатирующие водооборотные системы охлаждения, испарительные установки, установки обратного осмоса.

Практическое использование результатов проекта предполагает: организацию производства ингибиторов объемом 1000 т/год; организацию обеспечения отечественных предприятий реагентами (организацию сбыта ингибиторов и сервисного обслуживания потребителей, включающего технологии применения реагентов для конкретных условий потребителя).

Ожидаемый народно-хозяйственный и социально-экономический эффекты внедрения результатов исследовательской работы: замещение импорта; снижение эвтрофикации водоемов; повышение эффективности работы водооборотных систем охлаждения, испарительных установок, установок обратного осмоса.

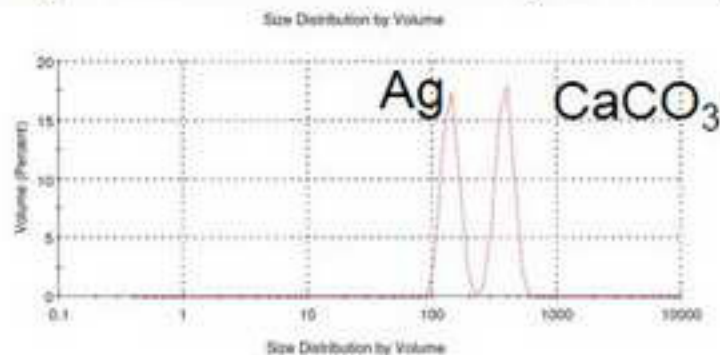
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Впервые в мировой практике в рамках протокола NACE комплексно исследован процесс формирования карбонатных отложений в присутствии полимерных и фосфонатных ингибиторов как в водной (DLS, компьютерное моделирование), так и в твёрдой фазе (SEM, XRD).

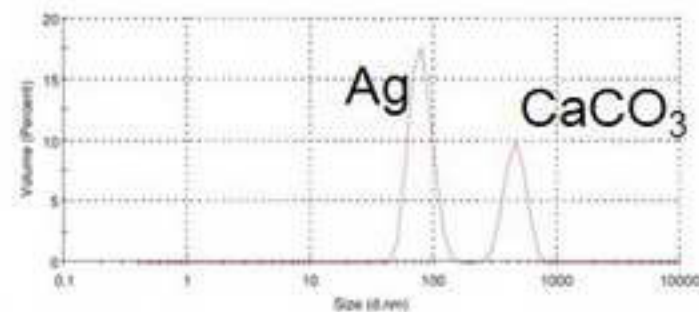


Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Впервые в мировой практике удалось применить метку **наносербра** для количественной оценки числа зародышей кристаллов карбоната кальция методом DLS в отсутствие, и в присутствии ингибитора в пересыщенном растворе.



Без ингибитора



*В присутствии 10 мг·дм⁻³
ингибитора PESA*

Впервые показано, что ингибитор влияет на число формирующихся зародышей кальцита, но не на дзета-потенциал, и не на размеры частиц дисперсии твердой фазы.

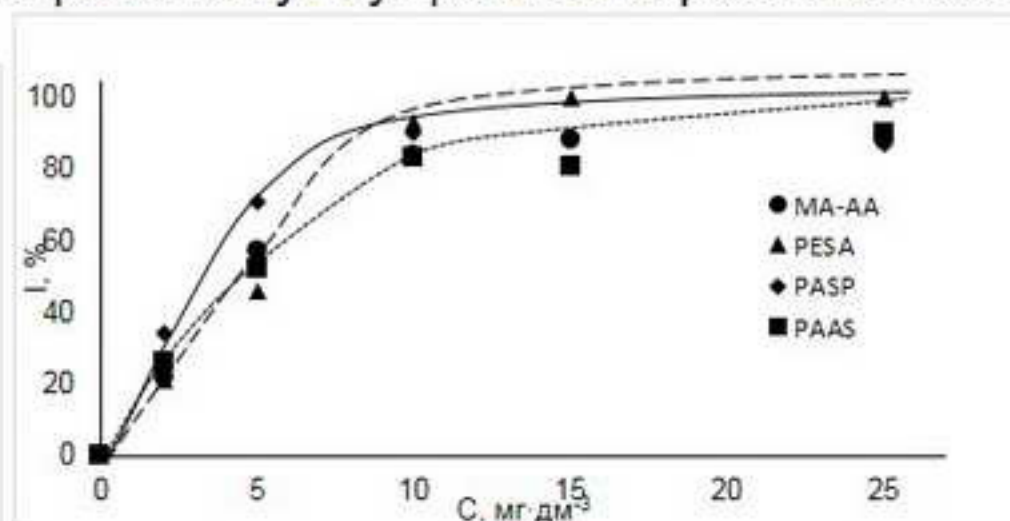
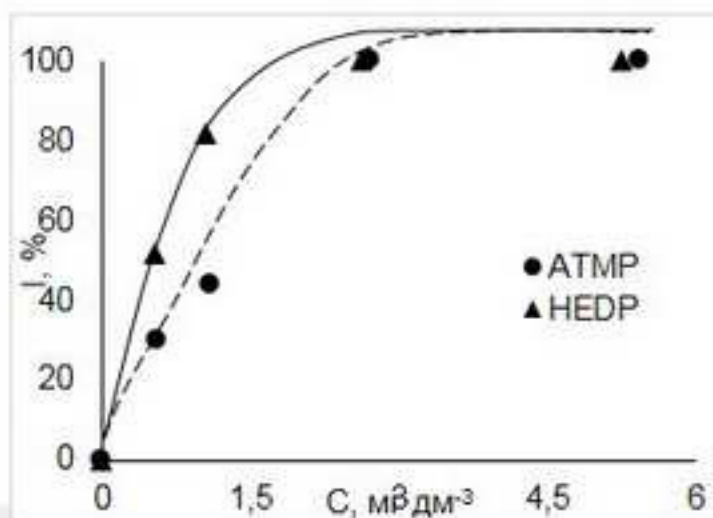
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Впервые в мировой практике проведено ранжирование традиционных ингибиторов в рамках нескольких протоколов на эффективность ингибирования карбонатных отложений:

ATMP > HEDP > DTPH > PBTC > EDTPH > PESA (400 ÷ 1500 Da) ~ PASP (1000 ÷ 5000 Da) > PAAS (3000÷5000 Da) ~ MA-AA; (NACE Protocol)

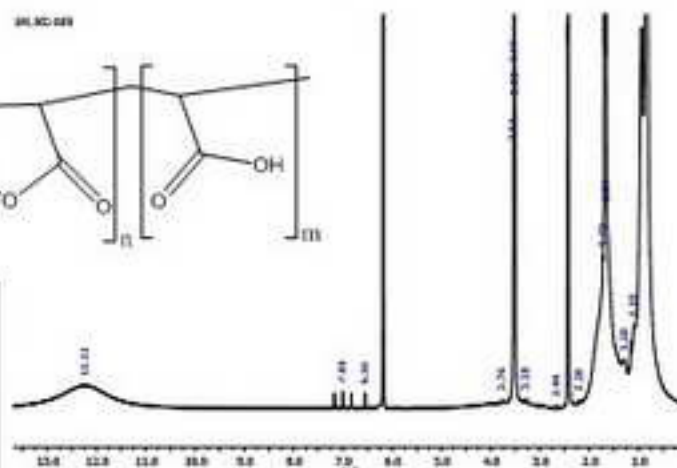
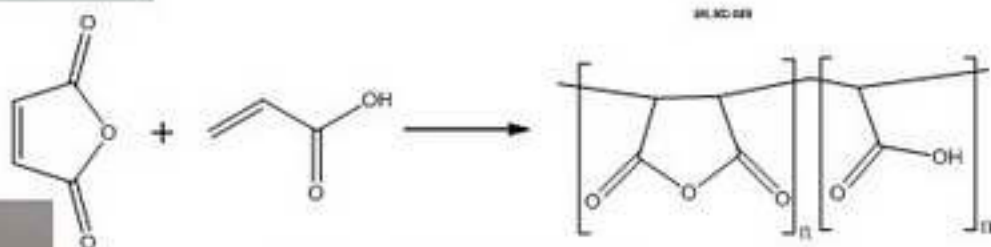
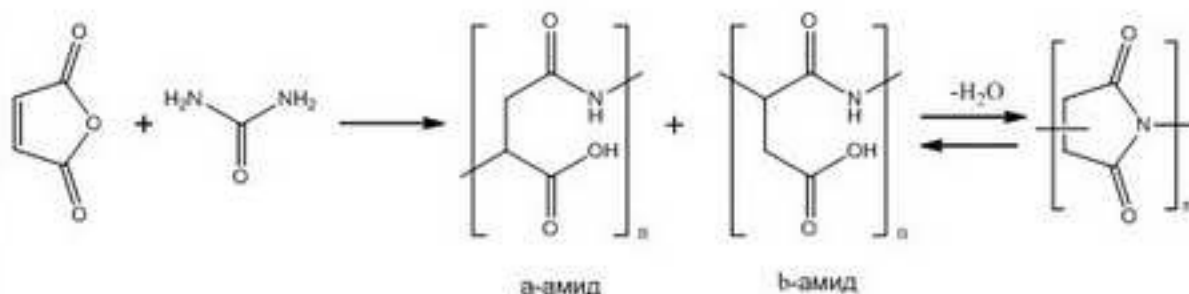
PESA (70мин) > NTPH (60 минут) > MA/AA (50мин) > PASP (30мин) ~ HEDP (25 минут) > PAAS (15мин); вода Каспийского моря, **Методика МЭИ;** ранжирование по индукционному периоду;

Впервые показано, что оценки могут существенно различаться.



Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Проведён цикл работ по синтезу, наработке и исследованию свойств новых отечественных, не содержащих фосфор, ингибиторов на основе полиакрилатов, полималеатов и полиаспартатов.



Соглашение № <номер>

ФЦП ИР
2014-2020

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Получены ингибиторы солеотложений, превосходящие или соответствующие лучшим зарубежным аналогам:

Ингибитор	Дозировка, мг/л	% ингибирования CaCO_3	Производитель
ПАА	10	92±1	Данный проект
МА-АА	10	77±1	TaiHe Water Treatment Co. Ltd
РААС	10	49±1	TaiHe Water Treatment Co. Ltd

Ингибитор	Дозировка, мг/л	% ингибирования CaSO_4	Производитель
КС-271	5	92±2	Данный проект
PBTC	3	80±2	TaiHe Water Treatment Co. Ltd
РААС	5	92±1	TaiHe Water Treatment Co. Ltd

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Установлено, что полученные ингибиторы солеотложений, превосходят по способности ингибировать коррозию зарубежные аналоги

Ингибитор	Дозировка, мг/л	% ингибирования коррозии	Производитель
РПАК-3	25	47.4±0.5	Данный проект
РПАК-2	25	58.6±0.5	Данный проект
РААС	25	38.6±0.5	TaiHe Water Treatment Co. Ltd



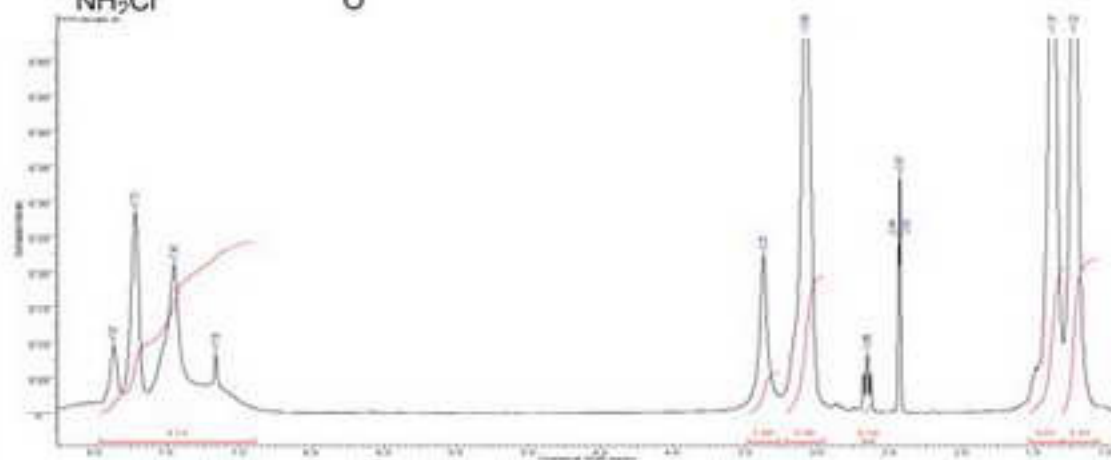
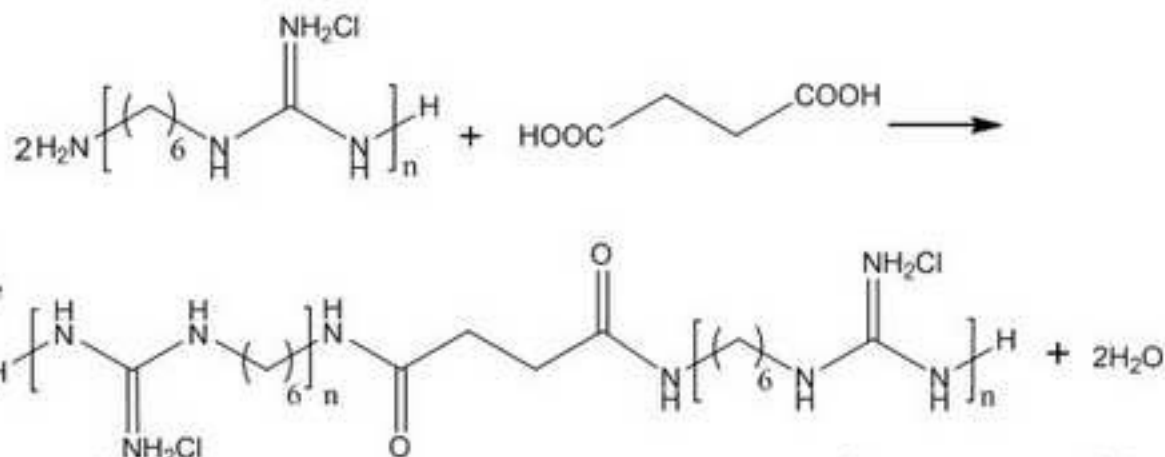
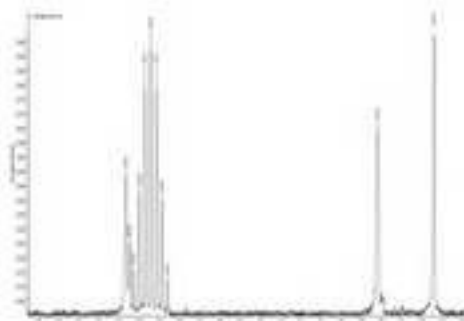
Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Выявлен синергизм противокоррозионного действия ингибиторов солеотложений. Показано, что полученные бленды ингибиторов солеотложений, превосходят по способности ингибировать коррозию российские и зарубежные аналоги при пониженном содержании фосфора

Ингибитор	Дозировка, мг/л	% ингибирования коррозии	Производитель
МААК	25	38 ± 2	Данный проект
НEDP	10	72 ± 2	Monsanto Ltd; ЧПО «Химпром»
Аминат К	10	76 ± 2	НПФ Траверс
МААК+Аминат К (7.5 мг) (2.5 мг)	10	80 ± 2	Данный проект

Результаты исследовательской работы, полученные в 2015 г.

Проведён цикл работ по синтезу, наработке и исследованию свойств новых отечественных биоцидов на основе полигексаметиленгуанидина и янтарной кислоты, показано что новый биоцид эффективнее препарата «Полисепт»



Состояние выполнения запланированных индикаторов на 1 декабря 2015 года

№ п/п	Индикатор	Единица измерения	2015 год	
			план	факт
1	Число публикаций в научных журналах, индексируемых в базе данных Scopus, не менее	единиц	2	2
2	Число патентных заявок, поданных по результатам исследований и разработок, не менее	единиц	1	1
3	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности участников проекта, не менее	процентов	33,4	43,8
4	Объем привлеченных внебюджетных средств, не менее	млн. руб.	25,5	25,5

Публикации по Проекту

K. Popov, G. Rudakova, V. Larchenko, M. Tusheva, E. Afanas'eva, S. Kombarova, N. Kovaleva. A comparative performance ranking of some phosphonates and environmentally friendly polymers on CaCO_3 scaling inhibition by NACE protocol, **Desalination and Water Treatment**, журнал индексируется в системе **SCOPUS**, импакт-фактор 1.17, статья отослана в печать в октябре 2015 г.

Попов К.И., Ковалева Н.Е., Рудакова Г.Я., Комбарова С.П., Ларченко В.Е. Современное состояние разработок биоразлагаемых ингибиторов солеотложений для различных систем водопользования (обзор), **Теплоэнергетика**, 2016, № 2, с XX; Журнал индексируется в системе **SCOPUS**, статья отослана в печать в феврале 2015 г., принята к печати в мае 2015, и будет опубликована во втором номере журнала за 2016 г.

С.Д.Камагуров, Н.Е.Ковалева, М.С.Ощепков, К.И.Попов, Г.Я.Рудакова
Способ получения биоразлагаемого ингибитора солеотложений на основе сополимера моноэфира фумаровой кислоты и /мет/акриловой кислоты.
Заявка на **Патент**, подана в ноябре 2015 г.

Спасибо за внимание!

Докладчик:

Попов Константин Иванович