

УДК: 620.197.3

Б. Н. Дрикер, А. А. Протазанов  
(B. N. Driker, A. A. Protazanov)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИНГИБИТОРОВ  
КОРРОЗИИ И СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ  
НА ОСНОВЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОСФОНАТОВ**  
(COMPARATIVE ASSESSMENT OF CORROSION INHIBITORS  
AND SALT DEPOSITS BASED  
ON ORGANIC PHOSPHONATES)

*Работа посвящена подбору эффективных ингибиторов коррозии и солеотложений для воды, характерной для систем охлаждения и отопления. Исследовались композиции на основе органических фосфонатов со щелочноземельными металлами. Установлено, что исследуемые композиции не уступают по эффективности ингибирования коррозии и солеотложений цинковому комплексонату.*

*The work is devoted to the selection of effective corrosion and scale inhibitors for water typical for cooling and heating systems. Compositions based on organic phosphonates with alkaline earth metals were studied. It was found that the investigated compositions are not inferior to zinc complexonate in the effectiveness of inhibition of corrosion and salt deposits.*

Предприятия различных отраслей промышленности сталкиваются с проблемами образования минеральных отложений и коррозией конструкционной стали. В связи с этим увеличивается энерго- и водопотребление. Основным типом разрушения трубопроводов является внутренняя коррозия, связанная с образованием язв, перерастающих в свищи. В зоне сплавления металла происходит изменение структуры под действием температуры. Это приводит к образованию околосварного шва относительно плотных слоев, состоящих из оксидов железа ( $\text{FeO}$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Часто образование коррозии встречается в сварных неповаренных щелях. Образование минеральных отложений приводит к перерасходу топлива, что связано с ухудшением теплопередачи.

Для борьбы с этими негативными явлениями применяются различные технологии, основной из которых является использование реагентов [1]. Отличительной чертой данного метода является возможность без существенных капитальных затрат замедлить процесс коррозии, сохраняя при этом технологическое оборудование, и предотвратить процесс образования солеотложений.

В качестве таких реагентов используются органофосфонаты (ОФ) и композиции их содержащие. Однако композиции различных производителей отличаются друг от друга химическим составом, агрегатным состоянием и соответственно эксплуатационными качествами. Ингибиторная защита коррозии актуальна для всех видов металлов, начиная с этапа хранения деталей, заканчивая эксплуатацией в агрессивных средах. Имеющийся в настоящее время ассортимент ингибиторов коррозии и солеотложений ежегодно пополняется более безопасными и экологичными композициями. Затраты на реагенты превышает 2 млрд долл., и эта сумма возрастает ежегодно на 10 %.

В течение ряда лет разрабатываются реагенты на базе органофосфонатов различного химического состава и строения и композиционные составы с комплексонатами цинка, меди, кобальта, никеля [2].

Целью данной работы является сокращение затрат на производство реагентов для обработки и снижение экологической нагрузки на водоемы культурно-бытового и рыбохозяйственного назначений за счет замены комплексоната переходного металла на щелочноземельный.

Задачей исследования является возможность использования композиций на основе оксиэтилидендифосфоной (ОЭДФ) и нитрилотриметиленфосфоновой (НТФ) кислот со щелочноземельными металлами (Ca, Mg, Ba, Sr).

Исследования ингибирования коррозии в зависимости от концентрации ингибитора проводили на коррозиметре «Эксперт-004» [3]. Количество отложений карбоната кальция определяли по стандартной комплексонометрической методике.

Результаты ингибирования коррозии и солеотложений щелочноземельными комплексонатами сравнивали с реагентами, которые используются для аналогичных целей.

В качестве модельного раствора использовали воду, соответствующую по своим среднестатистическим параметрам качеству воды в системах охлаждения и отопления. Кальциевая жесткость составляет 4,5–4,7 мг-экв/дм<sup>3</sup>, магниевая жесткость 2 мг-экв/дм<sup>3</sup>, общая жесткость 7,5–7,7 мг-экв/дм<sup>3</sup>. Испытания проведены при комнатной температуре в статических условиях. Время экспозиции 180 минут.

В качестве ингибиторов коррозии и солеотложений нами исследовались композиции на основе ОЭДФК и НТФ со щелочноземельными металлами. Из литературных данных известно, что для эффективного ингибирования коррозии и солеотложений для цинковых комплексонатов является мольное соотношение 2,5:1, поэтому щелочноземельные комплексонаты получены при данном мольном соотношении.

На рис. 1, 2 представлены результаты эффективности ингибирования коррозии щелочноземельными комплексонатами в статических условиях.

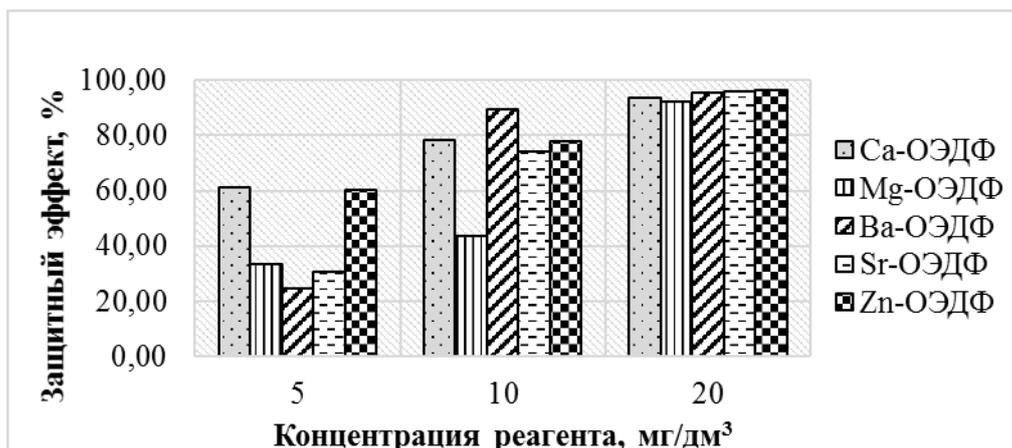


Рис. 1. Зависимость защитного эффекта ингибирования коррозии от концентрации композиции

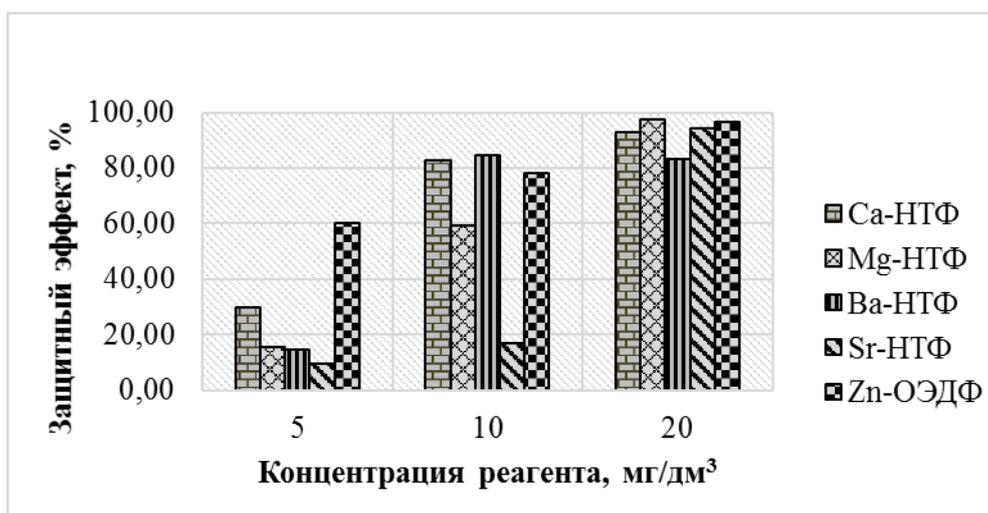


Рис. 2. Зависимость защитного эффекта ингибирования коррозии от концентрации композиции

Из представленных данных видно, что все щелочноземельные комплексоны независимо от щелочноземельного металла при концентрации 20 мг/дм<sup>3</sup> являются эффективными ингибиторами коррозии, не уступая при этом по эффективности ингибирования цинковому аналогу.

На рис. 3, 4 представлены результаты эффективности ингибирования солеотложений. Время экспозиции 2 ч. Температура 95–98 °С.

Как видно на рис. 3–4, данные реагенты не уступают цинковому комплексоному по эффективности ингибирования солеотложений, при этом следует отметить, что низкие концентрации вводимого в раствор реагента позволяют практически полностью подавить процесс отложений. Поэтому для снижения величин коррозии до нормативных величин доза реагента 20 мг/дм<sup>3</sup> при защите от минеральных отложений не представляется лимитирующим фактором.

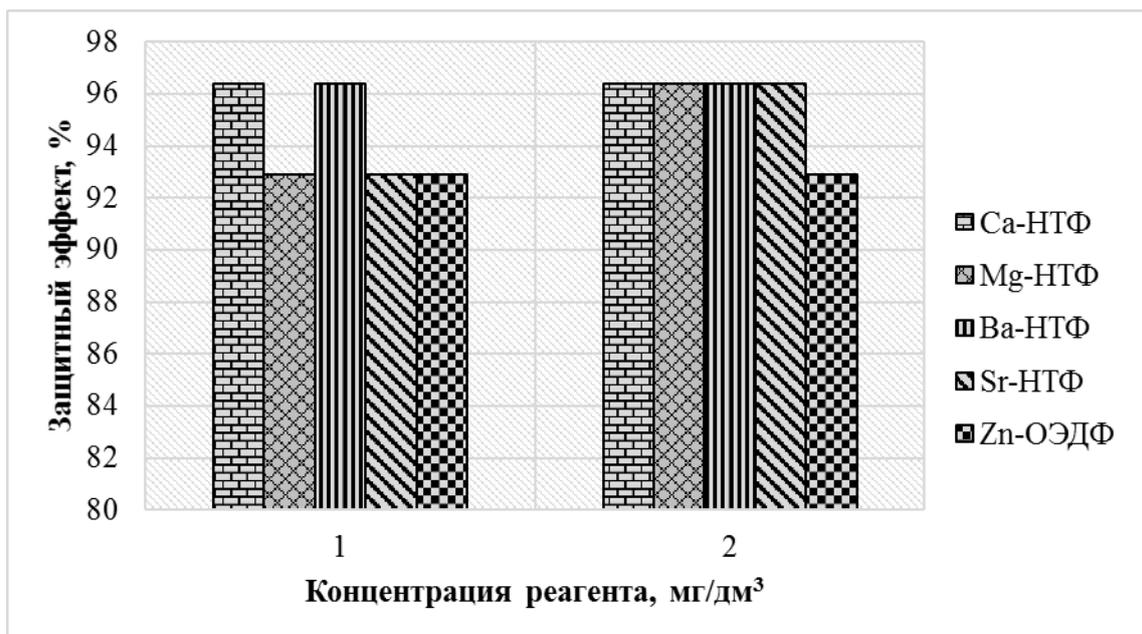


Рис. 3. Зависимость защитного эффекта ингибирования солеотложений от концентрации композиции

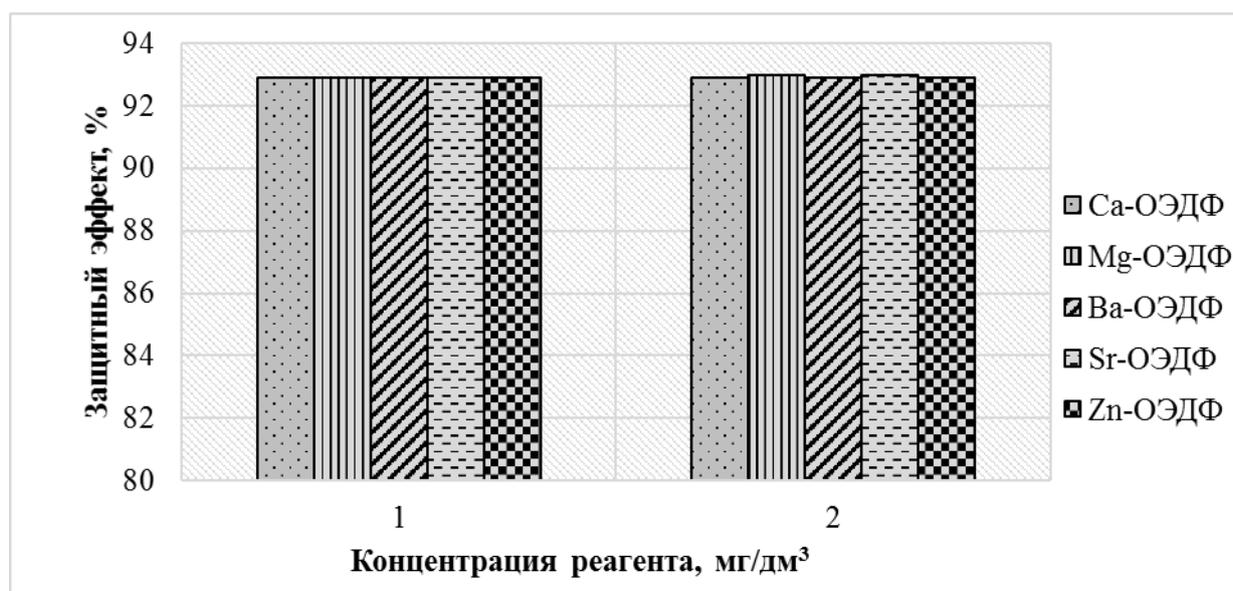


Рис. 4. Зависимость защитного эффекта ингибирования солеотложений от концентрации композиции

Таким образом, для ингибирования коррозии и солеотложений возможно использование композиций на основе оксиэтилидендифосфоной (ОЭДФ) и нитрилотриметиленфосфоновой (НТФ) кислот со щелочноземельными металлами (кальций, магний, барий, стронций). Однако с учетом экологических факторов, следует отдать предпочтение магниевым и кальциевым комплексонатам.

*Библиографический список*

1. Умягчение воды адсорбцией высокодисперсными модифицированными алюмосиликатами / В. В. Юрченко, А. В. Свиридов, А. Ф. Никифоров, В. В. Свиридов // Водочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – М. : Орион. – 2016. – № 3 (99). – С. 16–21.
2. Пат. 2591975. Российская Федерация, МПК С 02 F 5/14, С 23 F 11/167. Способ предотвращения минеральных отложений и коррозии / Б. Н. Дрикер, А. И. Мурашова, А. Г. Тарантаев, Н. В. Цирульникова, Л. С. Молочников; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Уральский государственный лесотехнический университет». – № 2015111445/05 ; заявл. 30.03.15 ; опубл. 20.07.16; Бюл. № 20.
3. Ануфриев Н. Г., Комарова Е. Е., Смирнова Н. Е. Универсальный коррозиметр для научных исследований и производственного контроля коррозии металлов и покрытий // Коррозия: материалы, защита. – 2004. – № 1. – С. 42–47.

УДК 678

П. С. Захаров, Ю. М. Кулаженко, А. Е. Шкуро  
(P. S. Zakharov, U. M. Kulajenko, A. E. Shkuro)  
УГЛТУ, Екатеринбург  
(USFEU, Yekaterinburg)

**ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИТЫ  
С ИЗМЕЛЬЧЕННЫМИ ЛИСТЬЯМИ  
(WOOD-POLYMER COMPOSITES WITH CHOPPED LEAVES)**

*В статье рассмотрены физико-механические свойства древесно-полимерных композитов с измельченными листьями.*

*The article discusses the physical and mechanical properties of wood-polymer composites with crushed leaves.*

Одним из способов утилизации древесных и растительных отходов, таких как древесный опил или шелуха пшеницы, является их использование в качестве наполнителя при производстве древесно-полимерных композитов [1]. Базовым сырьем для производства древесно-полимерных композитов с термопластичной полимерной матрицей (ДПКТ) являются древесная мука (наполнитель), термопластичный полимер (матрица) и специальные добавки, обеспечивающие повышение совместимости компонентов ДПКТ и технологичности процесса получения изделий. Благодаря относительно невысокой стоимости и температуре переработки в качестве поли-