**Предотвращение отложений минеральных солей и коррозии металла в системах водопользования как способ энергосбережения**

**Б.Н. Дрикер1, А.А. Протазанов1, Н.В. Цирульникова2,**

**Ю.И. Кузнецов3**

*1Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Уральский государственный лесотехнический университет*, *620100, РФ, г. Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37.*

*2Федеральное государственное унитарное предприятие «Институт химических реактивов и особо чистых химических веществ Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт – ИРЕА»), 107016, РФ, г. Москва, ул. Богородский Вал, 3.*

*3Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина Российской академии наук, 119071, РФ, Москва, Ленинский просп., 31, корп. 4.*

Образование отложений минеральных солей и коррозия металлов в системах водопользования является одним из основных факторов, препятствующих сокращению водопотребления и, как следствие, энергосбережения. Достаточно указать, что в подобных системах в теплоэнергетике отложения величиной 1-2 мм приводят к перерасходу топлива на 15%, и по причине коррозии ежегодно теряется до четверти, производимой конструкционной стали.

Существенное сокращение влияния этих негативных явлений, как правило, решается с помощью ингибиторов солеотложений и коррозии — химических реагентов на основе органофосфонатов (ОФ), и композиций, содержащих их комплексонаты, как правило, цинковые.

ОФ в качестве ингибиторов солеотложений используются в количествах 1–5 мг/дм3, оказывают влияние на процессы зародышеобразования частиц твердой фазы, препятствуют их росту и образованию и снижают интенсивность отложений в 10-15 раз.

Для снижения величины коррозии до нормативной (менее 100 мкм/год) используют композиционные составы, содержащие ОФ и комплексонаты ОФ, как правило, цинковые [1]. Их эффективность обусловлена созданием защитной пленки на поверхности металла [2]. При этом расход реагента составляет 10-50 мг/дм3.

В данном работе с целью выяснения зависимости строения ОФ на их эффективность в качестве ингибиторов солеотложений на примерах оксиэтилидендифосфоновой (ОЭДФ), нитрилтриметиленфосфоновой (НТФ), диаминопропанолтетраметиленфосфоновой (ДПТФ) кислот изучены кинетические закономерности кристаллизации малорастворимых солей. Рассчитанные по уравнениям Гиббса–Фольмера, Христиансена–Нильсена, Оствальда–Фрейндлиха параметры зародышеобразования (удельная поверхностная энергия, порядок реакции, радиус критического зародыша) позволили определить эффективность ОФ с учетом их строения и количества функциональных групп. В ряду исследованных реагентов их можно расположить в порядке ДПТФ>НТФ>ОЭДФ.

Для предотвращения коррозии конструкционных сталей (Ст.3, Ст.10, Ст.20) изучены композиционные составы на основе тех же ОФ при различных мольных соотношениях ОФ:Ме с цинком и щелочноземельными металлами. Определены мольные соотношения, позволяющие одновременно ингибировать образование отложений и коррозию металла.

Установлено, что ингибирование коррозии обусловлено созданием защитной пленки на поверхности металла, состоящей из соответствующих комплексонатов и гидроксидов металла. По своей эффективности комплексонаты щелочноземельных металлов не уступают цинковым аналогам, что позволяет не только уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду, но и повысить экономическую целесообразность их применения.

**Список литературы**

1. Tsirulnikova N. V. Mg(II) and Zn(II) сomplexonates with a 1,3-diamino-2-propanol phosphorus-containing derivative as corrosion and scaling inhibitors / Tsirulnikova N. V., Driker B. N., Fetisova T. S., Protazanov A. A., Kuznetsov Yu. I. – М.: Из-во Некоммерческое партнерство коррозионистов "Вакор" International journal of corrosion and scale inhibition, 2020. Volume: 9; issue: 1; pages: 362-371.

2. Чиркунов А.А., Чугунов Д.О., Редькина Г.В., Кузнецов Ю.И. О влиянии модификации поверхности стали цинковыми комплексами фосфоновых кислот на эффективность ее пассивации органическими ингибиторами // Электрохимия. – 2019. – Т. 55, № 2. – С. 214-221.