

# ЭКОЛОГИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА

УДК 547:[662.987:697.326](047.2)

## ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ПОЛНОЦЕННОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОДНЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

**Басов С.В., Халецкий В.А., Тур Э.А.**

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Республика Беларусь, ieih@bstu.by

*Corrosion inhibitors in recipes of head-transfer agent based on water-glycol mixtures were tested by the authors. Sodium benzoate exhibits appropriate properties for corrosion prevention. Due to high efficiency and low cost this inhibitor was chosen for recipes.*

### **Введение**

Настоящее исследование было выполнено в рамках работы по разработке экологически полноценного состава теплоносителя для электродных отопительных котлов малой и средней мощности. Исследования проводились на кафедре инженерной экологии и химии БрГТУ, в соответствии с Договором 09/47 на создание (передачу) научно-технической продукции и оказание научно-технических услуг, заказчик – ООО «Белтаймсервис», официальный представитель компании «Галан» в г. Бресте. Результаты исследования внедрены в производство на ООО «Белтаймсервис» (акты внедрения от 10.06.2009 и 17.12.2010 гг.).

Для осуществления теплообмена в отопительном оборудовании в качестве теплоносителя может использоваться вода или низкозамерзающий антифриз. Обзор и анализ научно-технической и патентной литературы [1-4 и др.] и последующие лабораторные испытания позволили разработать рецептуру состава низкозамерзающего экологически полноценного теплоносителя, с учетом специфики эксплуатации электродных котлов малой и средней мощности (до 10 кВт). Также были исследованы изменения состава и свойств теплоносителя при его эксплуатации в реальных системах в течение двух отопительных сезонов [5].

Как известно [5, 7], в электродных котлах нагрев теплоносителя происходит в результате пропуска через него переменного электрического тока. Напряжение, подающееся на электроды котла с частотой электрической сети, не вызывая электролиз, ионизирует молекулы теплоносителя, вызывая его нагрев.

Поскольку электродные котлы применяют в классической двухтрубной отопительной системе открытого типа с верхним розливом, то для обеспечения экологически безопасной, надежной, продолжительной и безаварийной работы вся система должна соответствовать определенным ограничениям и

требованиям. Естественно, что при эксплуатации системы отопления возможно изменение химического состава, электропроводности, коррозионной активности и других свойств теплоносителя.

Очевидно, что в современных системах отопления могут одновременно использоваться различные материалы: стальные, чугунные, алюминиевые радиаторы; пластмассовые, металлопластиковые, стальные и медные трубы; теплообменники котлов из меди, стали или чугуна и др. В результате, при наличии электропроводящей среды – электролита-теплоносителя – идут процессы электрохимической коррозии. Кроме того, теплоноситель может являться коррозионно-активным по отношению и к другим материалам системы: герметикам, уплотнителям, прокладкам и т.п.

Таким образом, в составе теплоносителя необходимо наличие экологически безопасных и эффективных ингибиторов коррозии, наряду с другими присадками – пеногасителями, компонентами, препятствующими образованию накипи и др.

Данное исследование было вызвано необходимостью обоснованного выбора ингибиторов коррозии и отсутствием данных об изменениях состава и свойств, в том числе коррозионной активности, разработанного нами состава теплоносителя для электродных котлов.

#### **Методика исследования**

Для обоснования выбора ингибитора коррозии, входящего в состав теплоносителя для электродных котлов, требуется знание механизма его действия и конкретных условий применения. Необходимо также учитывать, что некоторые типы ингибиторов, добавленные в незначительном количестве, могут не уменьшить, а наоборот увеличить коррозию материалов отопительной системы.

Известно, что ингибиторы подразделяются по механизму действия на катодные, анодные и смешанные; по химической природе – на неорганические и органические и по эффективности своего использования в зависимости от pH среды [2].

Катодные и анодные ингибиторы замедляют соответствующие электрохимические реакции восстановления и окисления, смешанные ингибиторы замедляют скорость обоих процессов. Ингибирующие действие этих веществ, при их адсорбции на поверхности металлов, вызвано способностью образовывать с поверхностью химические связи и формированию защитных слоев.

Способностью замедлять коррозию металлов в агрессивных средах обладают многие органические и неорганические вещества. Катодные ингибиторы коррозии образуют на микроатодах изолирующий защитный слой нерастворимых соединения. Самый известный и дешевый катодный экранирующий ингибитор, применяемый для защиты от коррозии стали в системах водоснабжения это гидрокарбонат кальция  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ , который в слабощелочной среде образует нерастворимые соединения  $\text{CaCO}_3$ , осаждающиеся на поверхности, изолируя ее от электролита.

Анодные ингибиторы коррозии (пассиваторы) образуют на поверхности металла тонкие (порядка 0,01 мкм) пленки, которые тормозят переход металла в раствор. Из анодных ингибиторов, образующих на поверхности металлов адсорбционные пленки наибольшее распространение получили фосфаты в смеси с полифосфатами – растворимыми в воде соединениями метафосфа-

тов общей формулы  $(\text{MePO}_3)_n$ . В водных растворах в присутствии катионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{3+}$  происходит медленный гидролиз полифосфатов с образованием на поверхности образуется непроницаемая защитной пленки соответствующих ортофосфатов.

Из ингибиторов для нейтральных сред также следует отметить так называемые комплексоны – ЭДТА и др. и их фосфорсодержащие аналоги – ОЭДФ, НТФ, ФБТК. Комплексоны хорошо защищают металлы только в жестких водах, где они образуют соединения с катионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Пассиваторы, замедляющие анодную реакцию окисления металла, благодаря образованию на его поверхности оксидной пленки, являются хорошими, но опасными ингибиторами. При неверно выбранной концентрации, особенно в присутствии анионов  $\text{Cl}^-$ , они могут ускорить коррозию металла, вызывая очень опасную точечную коррозию. Смешанные – катодно-анодные ингибиторы (например, силикаты,  $\text{KJ}$ ,  $\text{KBr}$  в растворах кислот и др.) замедляют и анодный и катодный процессы за счет образования на поверхности металла хемосорбционного слоя. Так, например, действие силикатов состоит в нейтрализации растворенного в воде углекислого газа и в образовании защитной пленки на поверхности металла.

#### **Заключение**

Широко применяющиеся ингибиторы коррозии, содержащие хром, цинк, амины и др. [1-3], в большинстве случаев являются токсичными и экологически опасными. Кроме того, их наличие может приводить к растрескиванию в пластиковых и металлопластиковых трубах, фитингах и уплотнителях. В то же время некоторые нетоксичные ингибиторы, в частности силикаты, карбонаты и др., способствуют образованию отложений (накипи) в элементах отопительной системы. Кроме того, большинство таких ингибиторов не эффективны при защите от коррозии металлов, работающих в условиях неполного погружения, а также при наличии на части поверхности остатков влаги, например, после межсезонной промывки системы.

Анализ полученных данных и проведенные лабораторные испытания показали, что при эксплуатации электродных отопительных котлов малой и средней мощности в составе экологически полноценного низкотемпературного теплоносителя на основе пропиленгликоля, наиболее рациональным является применение в качестве ингибитора коррозии бензоата натрия (широко применяемого в пищевой промышленности в качестве консерванта) в сочетании с триполифосфатом натрия. Предполагаемый механизм ингибирующего действия – образование пленки труднорастворимых бензоатов и ортофосфатов, ограничивающей доступ среды к металлическим и другим элементам отопительной системы.

#### **Список цитированных источников**

1. Галкин, М.Л. Ингибиторы коррозии и отложения солей в системах охлаждения литевых форм / М.Л. Галкин, Т.М. Корнеева, Л.С. Генель, В.А. Брагинский // Полимерные материалы. – 2006. – № 4. – С. 79–82.

2. Справочник химика: в 6 т. / редкол. Б.П. Никольский (гл. ред.) [и др.] – Л.: Гос. научн.-техн. изд-во., 1962-1966. – 2-е изд., перераб. и доп. – Т. 5. – С. 862–864.

3. Генель, Л.С. Концентрат противокоррозионных и окрашивающих добавок для теплоносителей на основе пропиленгликоля / Л.С. Генель, М.Л. Галкин, С.С. Сорokin // Полимерные материалы. – 2006. – № 4. – С. 83–85.

4. Электрокотел в системе отопления // Мастерская: Строим дом. – 2011. – № 2. – С. 76–82.

5. Басов, С.В. Исследование изменения состава и свойств при эксплуатации экологически полноценного теплоносителя для электродных отопительных котлов малой и средней мощности / С.В. Басов, В.А. Халецкий, Э.А. Тур // Вестник БрГТУ. – 2011. – № 2(68): Водохозяйственное строительство и теплоэнергетика. – С. 51–53.

6. Мискун, В. Опыт применения электродных котлов / В. Мискун // Аква Терм. – 2004. – № 2. – С. 22–24.

УДК 634.739.3.630\*6

## ОПЫТ ИНТРОДУКЦИИ КЛЮКВЫ КРУПНОПЛОДНОЙ НА ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКАХ БЕЛАРУСИ

**Бордок И.В., Волчков В.Е.**

Государственное научное учреждение «Институт леса НАН Беларуси»,  
г. Гомель, Республика Беларусь, bordok\_forinst@mail.ru

*The paper addresses basic elements of technology for establishment of large-fruited cranberry plantations on cutover peatlands. The functioning of large-fruited cranberry plantations established in the territory of forest experiment stations of the Forest Institute is indicative of their economic efficiency and demonstrates the feasibility to establish berry plantations in the territory of other entities.*

### **Введение**

Одним из перспективных направлений использования выработанных торфяных месторождений в Беларуси является промышленное возделывание на этих землях плантаций ягодных культур и, в частности, клюквы крупноплодной. Площадь земель, нарушенных добычей торфа, составляет в стране около 300 тыс. га, из которых более 76,7 тыс. га (36,6 %) переданы лесному хозяйству [1]. Освоение под плантации клюквы торфяных выработок является многотрудной задачей и требует решения ряда организационно-технических мероприятий.

### **Основная часть**

Выработанные торфяники представляют собой особый тип ландшафта, обладают рядом свойств, не характерных для естественных болот. Они имеют высокий уровень стояния грунтовых вод, крайне бедны элементами минерального питания, характеризуются неблагоприятным температурным и водно-воздушным режимами.

Опыт плантационного выращивания клюквы крупноплодной на объектах, созданных в разные годы на Двинской и Кореневской экспериментальных лесных базах Института леса, позволил предложить лесному хозяйству Беларуси низкозатратные технологии создания плантаций и ухода за ними, обеспечив при этом достаточно высокую рентабельность производства ягодной продукции. Одним из основных и дорогостоящих элементов технологии выращивания клюквы является водоснабжение посадок, предусматривающее создание специальной обводнительно-осушительной системы и оборудование плантаций дождевальными установками.

Влагообеспеченность растений поддерживалась посредством регулирования уровня грунтовых вод на глубине 50-70 см с помощью системы шлюзов.