

ВОДОПОДГОТОВКА И ВОДОПОДГОТОВИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**О ВОЗМОЖНОСТЯХ СОВРЕМЕННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ФОСФОНАТОВ
В КОНТЕКСТЕ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ
ТЕПЛОТЫ**

С.Н. СЕНАТОВ¹, директор по водоподготовке и химической продукции

Е.Н. ДЮ², технически руководитель

¹ТОО «АКВАС», 050046, Казахстан, г. Алматы, ул. Сапиева, 64Г, к.7

²ТОО «Караганда Энергоцентр», Казахстан, г. Караганда, пр-т Бухар-Жырау, 22

Аннотация. В статье утверждается, что уже несколько десятилетий на объектах теплоэнергетики СНГ в качестве водоподготовки для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (температурный график 70-150 °С) продолжается использование недостаточно технологичных фосфонатов (ИОМС-1, ОЭДФ-цинк и другие торговые марки). В результате: потеря мощности основного оборудования составляет 25-60% от установленной мощности, кажущаяся невысокая стоимость водоподготовки оборачивается в контексте выработки тепловой энергии перерасходом ресурсов (топливо, металл, исходная вода), особенно при использовании более жесткой исходной воды. Приводится практика использования смесей фосфонатов с диспергаторами (Гилуфер 422, Акварезалт 1040, АКВА 2020), которые появились за последнее десятилетие. Их высокие технологические параметры позволяют обеспечивать работу основного оборудования на проектных параметрах или близко к ним и не препятствовать выработке установленных объемов тепла. Кроме того, они дают высокий уровень чистоты и защищенности внутренней поверхности металла при производстве, транспорте и потреблении тепла, недоступный при использовании фосфонатов с недостаточными технологическими возможностями (низкие ПДК и рабочая концентрация, создание неустойчивой дисперсной среды). В статье делается вывод о необходимости перехода на реагенты с высокими технологическими возможностями.

Ключевые слова: накипь, коррозия, системы теплоснабжения, комплексоны, водоподготовка, фосфонаты, износ трубопроводов, стоимость тепловой энергии.

В теплоэнергетике СНГ принято, что выбор водоподготовки для централизованных тепловых сетей (температурный график 70-150 °С) с использованием фосфонатов (антинакипинов, комплексонов) осуществляется эксплуатирующей организацией, которая производит или собирается производить тепловую энергию.

Здесь каждая теплогенерирующая организация действует на свое усмотрение: делает выбор сама или привлекает специализированную организацию для испытания требуемого перечня фосфонатов и последующего выбора наиболее подходящего варианта.

То есть окончательный выбор фосфоната, уровня защиты теплосети от коррозии и накипеобразования, затрат на водоподготовку и выработку тепловой энергии делает теплогенерирующая организация.

Замечено, что до сих пор для нового или действующего централизованного тепло-

источника (температурный режим 70-150 °С) в основном, выбираются фосфонаты, которые устарели и ограничивают тепловую мощность источников (иногда на половину [1]), сокращают срок службы трубопроводов, увеличивают себестоимость тепловой энергии.

Устранить указанные выше недостатки можно за счет перехода на проверенные на практике [1] высокотехнологичные фосфонаты, появившиеся после 2000 года.

В соответствии с правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭС) водоподготовка для централизованных тепловых сетей должна обеспечивать их работу без повреждений и снижения экономичности, вызванных коррозией металла, образованием отложений, шлама. Это значит, что не должны быть выше допустимого значения:

- потери тепловой мощности, металла, топлива, электроэнергии, исходной воды, пропускной способности трубопроводов,

- сокращение срока службы трубопроводов из-за внутренней коррозии и отложений по тракту производства, транспорта и потребления тепла и горячей воды,

- присутствие запаха в горячей воде,

- режим передачи тепла за счет увеличения объемов прокачки сетевой воды, а не за счет увеличения ее нагрева в пределах температурного графика.

- ограничение параметров теплосети из-за качества исходной (сетевой) воды или его изменения.

Так же в соответствии с санитарными нормами для питьевой воды и требованиями ПТЭ в качестве водоподготовки должны применяться реагенты с предельно допустимой концентрацией (ПДК) не ограничивающей расчетные параметры теплосети.

Для температурного графика теплосети 70-150 °С всем этим требованиям ПТЭ и ПДК не соответствуют фосфонаты группы 1 (ИОМС-1, ОЭДФК, ОЭДФ-цинк, торговые марки АФОН, АМИНАТ, ОПТИОН и другие, обеспечивающие нагрев воды в бойлерах до 100-130 °С) [1], широко используемые в настоящее время в качестве водоподготовки.

Фосфонаты группы 2 (СК-110, ККФ, обеспечивающие нагрев воды в бойлерах 110-140 °С) [1] имеют более высокие технологические показатели, но также ограничивают мощность теплосетей, имеют ограничения по ПДК и качеству исходной воды.

Полностью соответствуют требованиям фосфонаты группы 3 (АКВА 2020, АКВАРЕ-ЗАЛТ 1040, Гилуфер 422) [1] при нагреве воды на бойлерных установках до 150 °С и почти соответствуют при ее нагреве в водогрейных котлах (140-145 °С на выходе из котла, в котором отсутствуют отложения) при существующем диапазоне качества исходной воды на объектах СНГ.

Несоответствие фосфонатов группы 1 требованиям, их не достаточные технологические возможности по обеспечению работы теплосети без отложений, шлама и коррозии по всему тракту, уровня защиты от коррозии и накипеобразования оборачивается поте-

рями ресурсов, тепловой мощности, срока службы оборудования и приводит к увеличению стоимости тепловой энергии. То есть применение фосфонатов группы 1 - дорого обходится.

Замена фосфонатов группы 1 на группу 3 – это лучший сегодня выбор для восстановления параметров теплосети, ее экономичности, защиты от коррозии и отложений. Кроме того, это позволит значительно увеличить производство тепловой энергии на существующих мощностях за счет увеличения среднегодового уровня нагрева сетевой воды.

«Держаться» за дальнейшее использование фосфонатов группы 1 совершенно не обоснованно для теплосетей, рассчитанных для работы при температурном графике 70-150 °С.

Доля стоимости фосфоната в стоимости тепловой энергии в усредненном значении можно представить в виде диаграммы.



Рис.1. Диаграмма доли стоимости фосфоната в структуре стоимости тепловой энергии.

Из диаграммы видно, что доля затрат на фосфонат (2%) незначительна, а доля затрат на топливо и другие составляющие в разы и десятки раз выше. Отсюда следует, что если технологические возможности фосфоната недостаточны, то из-за отложений и коррозии затраты на соответствующий прирост потерь топлива, металла, электроэнергии могут значительно перекрывать затраты на фосфонат.

На практике проследить связь «возможность фосфоната - минимальные потери ресурсов в теплосети» и соответственное соотношение затрат сложно, особенно по потерям металла. Контроль по образцам за со-

стоянием коррозии, в основном, не проводится. Поэтому, продолжая использовать фосфонаты группы 1 почти «в слепую», теплоэнергетики имеют в теплосетях ограничения и недостаточный уровень защит.

В физическом выражении основные потери представляют собой:

- доля потери тепловой мощности составляет порядка 60% от установленной при снижении температуры нагрева сетевой воды с 150 °С до 100 °С за счет ограничений, вызванных применением фосфоната группы 1 [1], или на объекте производится всего 40% тепла,

- доля повреждаемости от внутренней коррозии составляет 25% (данные по 149 объектам или ~15000 км трубопроводов) [6],

- потери топлива при наличии 1 мм отложений на поверхности нагрева составляют 3-15% [8].

Так, например, за счет замены фосфонатов группы 1 на группу 3 в централизованных системах теплоснабжения Республики Казахстан увеличение производства тепловой энергии может составить порядка 15000 Гкал в год.

Следует понять, что технологические возможности фосфоната, как рычаг, сильно влияют на экономичность и надежность теплосети.

Поэтому не должно быть препятствием незначительное увеличение стоимости водоподготовки с использованием фосфоната группы 3 в 1,5-2,5 раза за счет его возможной разницы в стоимости и потребности по отношению к фосфонату группы 1 при их замене. Эта разница покрывается за счет снижения затрат от потерь топлива, металла и электроэнергии и направлена на восстановление утраченных параметров теплосети.

Единственное кажущееся преимущество фосфонатов группы 1 – некоторые из них дешевле в ~1,5-2 раза фосфонатов группы 3 в некоторых регионах СНГ (в других они и отдельные торговые марки в стоимости не уступают, а, иногда, превышают).

Многие теплоэнергетики считают, что фосфонаты группы 1 и 3 – аналоги. На самом деле по технологическим возможностям

фосфонаты группы 1 не соразмерны и не близки фосфонатам группы 3.

Основные отличия фосфонатов группы 3 следующие:

- соответствуют или почти соответствуют требованиям ПТЭ, ПДК для водоподготовки теплосетей, их температурному графику 70-150 °С,

- работают при карбонатном индексе сетевой воды до 14 (мг-экв/л)² и более за счет возможности регулирования рабочей концентрации фосфоната в широком диапазоне (ПДК до 20, 40 мг/л соответственно для АКВА 2020 и Акварезалт 1040) и величины рН - 9,8, не зависят от качества сетевой воды (рН, железо, сульфаты, хлориды),

- обеспечивают высокую степень чистоты трубопроводов теплосети и застойных зон (деаэраторы, коллектора и т.д.) с мягким самоочищением от продуктов всех видов отложений (твердых частиц) через систему горячего водоснабжения, обеспечивают отсутствие шлама и вторичных отложений,

- обеспечивают защиту от коррозии на уровне 50-80% при существующем качестве исходной (сетевой) воды на объектах СНГ,

- имеют более высокую активность (в 2-3 раза), что дает возможность работать при относительно меньших рабочих концентрациях.

Разница в возможностях фосфонатов настолько велика, что при переходе на фосфонат группы 3, в основном, устраняется разрыв между располагаемой и установленной тепловой мощностью на объекте, появляется возможность в покрытии дефицита тепловой энергии, оптимизируется экономичность и надежность теплосети.

Такие высокие технологические возможности фосфонатов группы 3 достигаются за счет:

- использования химически чистого (не содержат цинк и тяжелые металлы), термостойкого продукта производной фосфоновой кислоты с наличием фосфоновых и карбоксильных групп, что, кроме того, обеспечивает высокие значения ПДК и ингибирования коррозии,

- использования диспергирующей добавки, которая существенно усиливает действие фосфонатов, что позволяет снизить их

рабочую концентрацию, производить постоянную эффективную само очистку теплосети, сделать состав ингибитора более экологически безопасным, так как диспергатор не содержит фосфор и азот.

- обеспечивается стабильность качества товарного продукта (одновременно рабочего раствора в упаковке), дозирование его одним насосом.

Фосфонат считается достаточно эффективным при величине антинакипного действия не менее 95% и величине защитного действия от коррозии не менее 80% [2].

Обычно приоритетом при выборе фосфоната является величина эффективности антинакипного действия и величина рабочей концентрации фосфоната. Хватает ли этой концентрации на все? А именно:

- на предупреждение накипеобразования (карбонатное, сульфатное, магниевое),

- на предупреждение образования отложений твердых частиц (железо окисных, взвешенных веществ и других),

- на очистку от отложений, их транспорт и удаление,

- на создание и поддержание в течение всего года защитного слоя от коррозии на внутренней поверхности трубопроводов,

- на инерционность теплосети,

- на буферный запас (порядка 0,3-0,5 мг/л).

Величина рабочих концентраций фосфонатов группы 1 и 3 в зависимости от качества исходной воды на практике принимается в диапазоне соответственно: 1-5 мг/л и 2-10 мг/л [1].

Достаточность и наглядный общий уровень этих концентраций для рекомендуемой защиты от коррозии (80%) хорошо виден на примере результатов лабораторных испытаний [3] при 70 °С фосфоната группы 1 АФОН 230-23А (содержит цинк) и фосфоната группы 3 АКВАРЕЗАЛТ 1040 изображенных на рис.2 (эти результаты также подтверждаются данными [4,5]).

Из рис.2 видно, что для чистых поверхностей металла:

- рекомендуемая защитная способность от коррозии АКВАРЕЗАЛТ 1040 и цинксодержащего фосфоната достигается при концентрации более 25 мг/л,

- при концентрации 10 мг/л защитная способность от коррозии АКВАРЕЗАЛТ 1040 составляет 48% и значительно превосходит защитную способность цинксодержащего фосфоната, составляющую 14%, но при этом для цинксодержащего фосфоната ПДК превышает в два раза.

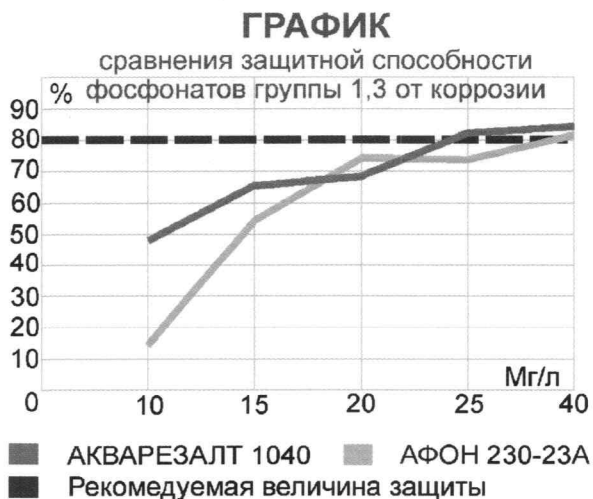


Рис.2. График сравнения защитной способности фосфонатов от коррозии.

Другой фосфонат группы 1 ИОМС-1 при 4 мг/л (ПДК) имеет более высокую защитную способность от коррозии 65% [6]. Но эта концентрация не обеспечивает защиту от накипеобразования при температурном графике 70-150 °С.

В реальных условиях теплосетей имеет большое значение для защиты от коррозии и то, что:

- фосфонаты группы 3 создают благоприятные условия для образования защитного слоя за счет поддержания высокой чистоты внутренней поверхности трубопроводов по всему тракту теплосетей,

- рабочие концентрации фосфоната группы 3 в сетевой воде будут ниже значений лабораторных испытаний из-за кумулятивного эффекта [7].

На практике [1,3] применение фосфонатов группы 3 с рабочей концентрацией 3-15 мг/л обеспечивают чистые поверхности трубопроводов по всему тракту теплосети и защиту от коррозии на уровне не ниже допустимой (менее 0,085 мм/год). Соответственно, при более высоких концентрациях, уровень защиты повышается. То есть фосфона-

ты группы 3 обеспечивают рекомендуемый уровень защиты от накипеобразования и допустимый и выше уровень защиты от коррозии при температурном графике использования теплосети 70-150 °С. Для фосфонатов группы 1 эти возможности недостижимы.

Следует особенно отметить продолжающееся использование фосфоната группы 1 ИОМС-1 с низкой концентрацией 1-1,2 мг/л на некоторых объектах теплоэнергетики (Караганда [8], Алматы [9] и другие) и с карбонатным индексом в исходной воде более 10 (мг-экв/кг)². Это явно не соответствует расчетным параметрам этих объектов [8,9] и не обеспечивает необходимую защиту теплосетей от коррозии [3-5,8,9].

Выбор фосфоната и его рабочей концентрации по принципу: главное обеспечить защиту от накипеобразования, а уж защита от коррозии будет такая какая получится, нежелателен так, как экономия на водоподготовке оборачивается значительно большими затратами от потерь металла и частоты замены трубопроводов.

Фосфонаты группы 3 очень близки (где-то равны) по показателям физико-химических характеристик, по составу основных компонентов (производная солей фосфоновой кислоты, диспергатор), по упаковке и могут заменять друг друга на объектах теплоэнергетики.

Дозирование, химический контроль и методика определения фосфоната остаются прежними.

Различие – в производителях, ПДК и стоимости.

Поскольку активность фосфонатов группы 3 может незначительно отличаться, то будет отличаться и его необходимая на конкретном объекте рабочая концентрация. При необходимости рабочую концентрацию выбранного для использования фосфоната можно подкорректировать в процессе его эксплуатации.

Выводы:

1. Технология водоподготовки для теплосетей с использованием фосфонатов при их выборе должна максимально соответствовать требованиям ПТЭ, ПДК и всем проектным параметрам, обеспечивать работу теп-

лосетей без потерь мощности, ресурсов и срока службы. Экономия за счет выбора недостаточно технологичного фосфоната несравнима с затратами, вызванными его применением.

2. Технология водоподготовки с использованием фосфонатов группы 1 для централизованных теплосетей с проектным температурным графиком 70-150 °С приводит к существенному ограничению их тепловой мощности и не обеспечивает их экономичную и надежную работу в том интервале ограниченной тепловой мощности, при котором они способны работать, особенно при карбонатном индексе сетевой воды более 8-10 (мг-экв/л)².

3. Замена фосфонатов группы 1 на фосфонаты группы 3 с точки зрения технологических возможностей позволяет: обеспечить работу теплосетей с проектным температурным графиком 70-150 °С для бойлерной установки (для водогрейных котлов 70-145 °С), увеличить выработку тепла за счет повышения среднегодового уровня нагрева сетевой воды, сократить потери металла, топлива, электроэнергии, износ трубопроводов, оптимизировать стоимость тепловой энергии, соответствовать требованиям ПТЭ, ПДК.

При замене затраты на фосфонат группы 3 могут возрасти в 1,5-2,5 раза и эти затраты покрываются за счет соответствующей оптимизации работы теплосети.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Сенатов С.Н. Современные органические фосфонаты – современный выбор водоподготовки тепловых сетей, возможность увеличения отпуска тепловой энергии // Энергетика. 2014. №3(50).

2. Методические рекомендации по применению антинакипинов и ингибиторов коррозии ОЭДФК, АФОН 200-50А, АФОН 230-23А, ПАФ-13А, ИОМС-1 и их аналогов, проверенных и сертифицированных в РАО «ЕЭС России», на энергопредприятиях, СО 34.37.536-2004. - М.: 2004.

3. Ячин О.В., Игнарина Л.М., Молгачева И.В., Ганина Л.В. Анализ рынка ингибиторов отложений и оценка их эффективности. Отчет ООО ИЦ «Энергопрогресс». – Казань: 2013.

4. Викторов С.Н., Новоселова Л.А. Программа испытаний антикоррозионных свойств препарата «АКВА 2020». – Караганда: ТОО «Теплотранзит Караганда», 2012.

5. Дрикер Б.Н., Сикорский И.П., Цирульникова Н.В. Изучение возможности использования цинковых комплексонов ИОМС для ингибирования коррозии конструкционных сталей // Энергосбережение и водоподготовка. 2006. №2(40).

6. Балабан-Ирменин Ю.В., Фокина Н.Г. Применение ингибиторов для предотвращения внутренней коррозии трубопроводов систем теплоснабжения при высоком содержании кислорода в сетевой воде // Новости теплоснабжения. 2007. №9(85).

7. Заключение ОАО «ВТИ» по результатам испытаний антикоррозионных свойств реагентов Акварезалт. -М.: 2009.

8. Сенатов С.Н. Переход с существующей водо-подготовки для подпитки теплосети «ТЭЦ-1 – ТЭЦ-3» на стабилизатор жесткости и диспергатор АКВА 2020 в ТОО «Караганда Энергоцентр». ТЭО. – Алматы: ТОО «АКВАС», 2012.

9. Сенатов С.Н. Переход с существующей водо-подготовки для подпитки теплосети «ТЭЦ-1 – ТЭЦ-2 – ЗТК» на стабилизатор жесткости и диспергатор Гилуфер 422 в АО «АлЭС». ТЭО. - Алматы, ТОО «АКВАС», 2010.

THE POSSIBILITIES OF ORGANIC PHOSPHONATES IN THE CONTEXT OF CENTRALIZED PRODUCTION AND CONSUMPTION OF HEAT

S.N. SENATOV¹, Eng.

E.N. DYU², Eng.

¹ТОО «АКВАС», 64G Build.7, Satpaeva Str., Almaty, 050046, Kazakhstan

²ТОО «Karaganda-Energocenter», 22, Bukhar-Zhurau Ave., Karaganda, Kazakhstan

Abstract. The article argues that for decades on heat supply facilities of the Commonwealth of independent States (CIS) as a water treatment for heating systems and hot water (temperature 70-150 °C) continued use of not enough technological phosphonates (IOMS-1, OEDF-zinc and other trademarks). As a result: loss of power of the main machinery consists of 25-60% of installed capacity, the apparent low cost of water treatment is wrapped in the context of the generation of heat by the overuse of resources (fuel, metals, water source), especially when using more stringent source water. Provides practice of the use of mixtures of the phosphonates with the dispersant (Grouper 422, Aquareal 1040, AQUA 2020) that have emerged over the last decade. Their high technological parameters allow for the operation of the main equipment at the project settings or close to them and not to hinder the development of established amounts of heat. In addition, they give a high level of cleanliness and protection of the inner surface of the metal during production, transport and consumption of heat, not available when using phosphonates with insufficient technological capabilities (low MPC and the working concentration, creating a volatile dispersion medium). In the article the conclusion about the need for reagents with high technological capabilities.

Key words: scale, corrosion, heat supply systems, chelating agents, water treatment, phosphonates, the wear of pipelines, the cost of thermal energy.

REFERENCES.

1. Senatov S.N. Sovremennye organicheskie fosfonaty – sovremenniy vybor vodopodgotovki teplovykh setei, vozmozhnost' uvelicheniya otpuska teplovoi energii // Energetika, 2014, No.3(50).

2. Metodicheskie rekomendatsii po primeneniyu antinakupinov i ingibitorov korrozii OEDFK, AFON 200-50A, AFON 230-23A, PAF-13A, IOMS-1 i ikh analogov, proverennykh i sertifitsirovannykh v RAO «EES Rossii», na energopredpriyatiyakh, SO 34.37.536-2004. – Moscow, 2004.

3. Yachin O.V., Ignarina L.M., Molgacheva I.V., Ganina L.V. Analiz rynka ingibitorov otlozhenii i otsenka ikh effektivnosti. Otchet OOO ITs «EnergoProgress». – Kazan', 2013.

4. Viktorov S.N., Novoselova L.A. Programma ispytaniy antikorrozionnykh svoystv preparata «AKVA 2020». – Karaganda, ТОО «Теплотранзит Karaganda», 2012.

5. Дрикер Б.Н., Сикорский И.П., Цирульникова Н.В. Изучение возможности использования цинковых комплексонов ИОМС для ингибирования коррозии конструкционных сталей // Энергосбережение и водоподготовка, 2006, No.2(40).

6. Балабан-Ирменин Ю.В., Фокина Н.Г. Применение ингибиторов для предотвращения внутренней коррозии трубопроводов систем теплоснабжения при высоком содержании кислорода в сетевой воде // Новости теплоснабжения, 2007, No.9(85).

7. Заключение ОАО «ВТИ» по результатам испытаний антикоррозионных свойств реагентов Акварезалт. – Moscow, 2009.

8. Senatov S.N. Perekhod s sushchestvuyushchei vodopodgotovki dlya podpitki teploseti «TETS-1 – TETS-3» na stabilizator zhestkosti i dispergator AKVA 2020 v ТОО «Karaganda EnergoTsentr». ТЭО. – Almaty, ТОО «АКВАС», 2012.

9. Senatov S.N. Perekhod s sushchestvuyushchei vodopodgotovki dlya podpitki teploseti «TETS-1 – TETS-2 – ZTK» na stabilizator zhestkosti i dispergator Gilufer 422 v АО «АЛЭС». ТЭО. - Almaty, ТОО «АКВАС», 2010.