



## О концепции водоподготовки, обеспечивающей реализацию внутреннего резерва мощности, защиты и снижения издержек в тепловых сетях

Сергей СЕНАТОВ,  
директор ТОО «АКВАС», г. Алматы

*В системах теплоснабжения стран СНГ допускается работа без необходимой защиты от внутренней коррозии и отсутствия необходимого контроля над интенсивностью коррозии.*

*Также допускается их работа на большинстве объектов, использующих фосфонаты ИОМС-1, ОЭДФ-цинк, с ограничением тепловой мощности на 25–60 %.*

### Соответствие водоподготовки

Концепция водоподготовки (ВП) для систем теплоснабжения и горячего водоснабжения (ТС) стран СНГ изложена в принятых в этих странах Правилах технической эксплуатации электрических станций и сетей (ПТЭ). Одновременно эта концепция является и требованием к проектным и эксплуатирующим организациям выполнять её, так как она основана на длительном опыте эксплуатации систем ТС. В таблице 1 приводится концепция ВП по ПТЭ и реализуемая концепция на большинстве существующих объектов ТС [1].

То есть на практике принимается, в основном, несоответствующая ПТЭ концепция ВП, которая приводит в большинстве ТС:

- к существенному ограничению тепловой мощности,
- к преждевременному износу оборудования из-за недостаточной защиты от коррозии,
- к существенным издержкам производства тепловой энергии,
- к отступлению от базовых принципов экономии (работа нагревательного оборудования на более низком коэффициенте полезного действия [КПД], несоответствие элементов ТС, передачи тепла с максимальным объёмом теплоносителя при его минимальной температуре).

*Отсутствует учёт соотношения затрат на водоподготовку и наличие издержек в системе теплоснабжения от неё и её соответствие системе не определяется.*

*Предлагается состояние водоподготовки поднять на более высокий уровень за счёт перехода на универсальную водоподготовку, обеспечивающую необходимую защиту систем теплоснабжения, их экономичную и надёжную работу.*

Технологическое несоответствие ВП в реальной системе ТС (металл, теплоноситель) – это одна из основных, если не главная причина высокой степени неэффективной, ненадёжной работы ТС с высокой себестоимостью тепловой энергии.

### Основные причины такого несоответствия:

- поверхностное отношение к выбору и состоянию ВП (технические решения принимает теплоисточник, который, в большинстве случаев, не может отвечать и оплачивать расходы на ВП за всю ТС);
- недооценка уровня влияния ВП на состояние и основные показатели работы ТС;
- поверхностное отношение к установлению и значимости контроля внутренней коррозии оборудования ТС, её интенсивности;
- отсутствие прямого связанного учёта: затраты на ВП – сумма затрат на ремонт, электроэнергию, работу водогрейного оборудования при низкой мощности и

КПД по причине коррозии, накипеобразования, отступления от базовых принципов экономии;

- раздробленность реальной ТС на зоны межведомственного и внутриведомственного управления с различной формой собственности и отсутствие единого управления ТС в целом;

- наличие специалиста по ВП, в основном, на низшем уровне управления ТС (теплоисточник) и невозможность его «достучаться» до высшего уровня внутриведомственного управления, тем более до другого ведомства;

- отсутствие интереса к новым и проверенным на практике технологически более совершенным способам ВП (ингибиторы отложений и коррозии, и др.), если их стоимость выше существующих ВП.

Таблица 1

№	ПТЭ	На практике
1.	Обеспечивать работу ТС на установленных параметрах	+ / -
2.	Обеспечивать защиту от накипеобразования	+ / -
3.	Обеспечивать защиту от внутренней коррозии (коррозии)	-
4.	Обеспечивать надёжную и экономичную работу ТС	-

+ - обеспечивается, - - не обеспечивается

Верным признаком недооценки значимости ВП и соответственно качественного уровня эксплуатации ТС служит повсеместная «экономия» на ВП (особенно в отношении ингибиторов коррозии и отложений) в ущерб её технологическому соответствию ТС и базовым принципам экономии.

Поскольку в схемы теплоснабжения заложена возможность работы водонагревательного оборудования на экономичных режимах и расчётной тепловой мощности, то вложения в ВП (столько сколько надо) позволят кардинально уменьшить издержки, износ и восстановить мощность ТС. Это видно из опыта работы ТС западных стран [2] и некоторых объектов стран СНГ [3,4].

В анализах состояния ТС и в схемах развития теплоснабжения [5] не учитывается базовый принцип: какая водоподготовка – такая и ТС. В них говорится: о высокой степени износа тепловых сетей, о значительном разрыве установленной и располагаемой мощности, в то же время технические решения по ВП принимаются несоответствующими концепции ПТЭ, как будто бы соответствующих ВП не существует.

В Республике Казахстан уже несколько лет разрабатывается Закон «О теплоснабжении» [6] где предполагается учесть необходимость единого управления ТС и первостепенного выделения средств на развитие и поддержание ТС. В Российской Федерации такой закон уже действует, однако живого интереса к установлению соответствия ВП-ТС не наблюдается, по-прежнему продолжается «экономия» на ВП, приводящая ТС к ограничениям и издержкам.

С технической точки зрения появилась ВП, которая по сравнению с другими ВП обладает универсальными свойствами во всем диапазоне условий ТС и соответствует концепции ПТЭ и ТС. Переход на неё где-то потребует незначительное увеличение текущих затрат на ВП, где-то они будут меньше существующих затрат.

Сегодня такой ВП с универсальными свойствами является использование фосфонатов группы 3 [3, 4] АКВАРЕЗАЛТ 1040, АКВА 2020, которые успешно работают уже на некоторых объектах ТС в странах СНГ.

Издержки всегда в несколько раз или на несколько порядков раз выше текущих затрат на ВП (исключая затраты на воду), особенно там, где степень износа ТС высока. Поэтому важно иметь представление об этом соотношении на каждом объекте.

По сравнению с установленными там режимами защиту от коррозии можно ещё более усилить за счёт увеличения концентрации ингибитора.

Универсальность, стабильность фосфонатов группы 3 заключаются в наличии двухкомпонентной системы их состава, когда каждый компонент усиливает действие другого компонента и прикрывает слабые стороны. Поэтому достигается равномерное ингибирование накипеобразования и коррозии во всех условиях ТС. Учитывая свойства этих компонентов достигается:

- термостабильность до 250 °С [12],
- нагрев воды 95 °С, 115 °С и 150 °С в водогрейных котлах и подогревателях при существующем качестве воды на объектах ТС,
- одновременная защита от коррозии и накипеобразования, при этом защита от коррозии равномерно регулируется концентрацией ингибитора,
- защита от коррозии при нормативном содержании кислорода и при бездеаэрационной схеме регулируется концентрацией ингибитора,
- отсутствие снижения скорости кристаллизации (пороговый эффект) до 15 мг/л концентрации ингибитора [9, 10, 11] и более (следует подтверждать),
- увеличение концентрации до предельно допустимых концентраций (ПДК) до 20 – 40 мг/л, что вполне устраивает в технологическом плане.

Необходимо отметить, что фосфонат группы 1 ИОМС-1 [4] тоже может иногда обеспечивать даже более высокую защиту систем ТС от коррозии, чем фосфонаты группы 3. Но не может её обеспечить на большинстве объектов, тем более с одновременным обеспечением ингибирования накипеобразования при 150 °С в силу существующих для него ограничений по ПДК и особенностям фосфоната. Для другого фосфоната группы 1 ОЭДФ-цинк в соответствии с гигиеническими нормативами [7] установлен ПДК – 0,6 мг/л (старое значение – 5,0 мг/л)

и дальнейшее их использование пока не определено.

В целом же фосфонаты группы 3 обладают технологической универсальностью и стабильностью работы в широком диапазоне их концентраций и в различных условиях работы ТС, фосфонаты группы 1 этим качеством не располагают.

## О новом режиме защиты от коррозии

В соответствии с нормативными и руководящими документами [8,13]:

- скорость внутренней коррозии не нормируется. Для теплопроводов давлением менее 1,6 МПа допускается скорость внутренней коррозии 0,085 мм/год и соответствующее утолщение его стенки на 2,5 мм при сроке службы теплопровода 30 лет.

- При определении расчётного ресурса эксплуатации трубопровода и при наличии технической возможности уменьшения скорости внутренней коррозии – допускается принимать иные значения, но не менее 0,03 мм/год.

В соответствии с этими документами интенсивность коррозии оценивается в таблице 2.

На практике при нормативном значении кислорода в воде и использовании ВП (методы осаждения, обмена, ионного обмена) для подпитки ТС скорость коррозии составляет  $\geq 0,1$  мм/год.

Фосфонаты группы 1, 3 вместе с деаэрацией обеспечивают дополнительную защиту углеродистых сталей от коррозии, и степень этой защиты зависит от режимов эксплуатации ТС (лето/зима), качества деаэрации и концентрации фосфоната. При не налаженной деаэрации или её отсутствии они обеспечивают основную защиту от коррозии.

При использовании фосфонатов группы 3, в среднем, интенсивность коррозии находится на «допустимом» уровне, учитывая, что их концентрация ориентирована на защиту от накипеобразования, а не коррозии.

Скорость коррозии, мм/год	Агрессивность сетевой воды
0–0,03	Низкая
0,031–0,085	Допустимая
0,0851–0,2	Высокая
Более 0,2	Аварийная

Таблица 3

№	Фосфонат, режим обработки воды: лето/зима, мг/л	Усредненная доля затрат на фосфонат, %	Ограничение мощности, %	Защита от коррозии, мм/год	Защита от отложений
1.	Фосфонат группы 1 (1/4)	1,0	25–60	0,05–0,2	+
2.	Натрийкатионирование	3,1 [9]	0	≥ 0,1	+
3.	Фосфонат группы 3 (2/5)	2,1	0	0,085	+
4.	Фосфонат группы 3 (2/15)	5,1	0	0,07	+
5.	Фосфонат группы 3 (15/15)	9,0	0	0,05	+

Снижение интенсивности внутренней коррозии трубопроводов до уровня «низкая – допустимая» имеет большое значение для уменьшения издержек и износа, прибавки к толщине стенки трубопроводов, капитальных и текущих затрат в системах ТС.

При использовании фосфонатов группы 1 скорость коррозии может сильно отличаться по объектам в силу особенностей этих фосфонатов и соответствует «допустимой – высокой».

Предлагается использовать для достижения «низкого» уровня коррозии (60–70 %), рекомендуемого уровня накипеобразования (более 95 %) и соответствия расчётной мощности ТС режимы обработки воды № 3, 4, 5 (таблица 3).

Из таблицы видно, что доля затрат на фосфонаты растёт с усилением защиты от коррозии в отношении режима № 1 в 9 раз, режима № 2 – в 4,3 раза и режима № 3 – в 2,9 раза. В балансе себестоимости тепловой энергии их доля будет компенсироваться снижением доли издержек от коррозии. В конечном счёте, себестоимость тепловой энергии зависит от степени износа оборудования, его замены в каждой ТС и определяется индивидуально. В настоящее время из всех существующих для ТС способов ВП только предлагаемая универсальная ВП обладает способностью максимально защитить ТС в странах СНГ от коррозии.

### Выводы

1. Внутренняя коррозия ТС идет навстречу наружной коррозии и, в целом, это приводит к возрастающим объемам ремонта и незначительные вложения для перехода на предлагаемую универсальную водоподготовку позволят уменьшить объем ремонта

за счет сокращения скорости износа ТС в 1–3 раза, получить выгоду: экономическую, социальную, экологическую, окупаемость за год.

2. Фосфонаты группы 3 (АКВАРЕ-ЗАЛТ 1040, АКВА 2020) – технологически универсальны, стабильны, экономичны и просты в использовании. Они способны обеспечить одновременно защиту систем теплоснабжения и горячего водоснабжения от коррозии на уровне «допустимая – низкая» и накипеобразования. Они также способны обеспечить восстановление тепловой мощности водонагревательного оборудования, его экономичную работу с соблюдением санитарных норм, регулирование температурного графика в диапазоне проектных значений.

3. С целью дополнительной мотивации значимости водоподготовки в системе теплоснабжения необходимо установить периодический учет соотношения: затраты на водоподготовку – издержки от результатов ее работы и определения ее соответствия.

4. В схемах теплоснабжения населенных пунктов при выборе способов водоподготовки необходимо рассматривать техническое решение с использованием фосфонатов группы 3.

5. На отраслевом и региональном уровне необходимо создать рабочие группы для организации обследования состояния ТС, координации перевода их водоподготовки на фосфонаты группы 3 и установления соответствующего контроля.

6. Переход на фосфонаты группы 3 можно осуществить в два этапа: первый – защита от накипеобразования и восстановление мощности, второй – максимальная защита от коррозии.

### Литература

1. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей, приказ МЭ РК от 30.03.2015 № 247, Астана.
2. Балабан-Ирменин Ю.В., Липовских В.М., Рубашов А.М. // Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей, Энергоатомиздат, Москва, 1999.
3. Сенатов С. Н. // Современные органические фосфанаты – современный выбор водоподготовки тепловых сетей, возможность увеличения отпуска тепловой энергии, Энергетика, № 3 (50), 2014, с. 28-31.
4. Сенатов С.Н. // О возможностях современных органических фосфонатов в контексте централизованного производства и потребления теплоты, Энергосбережение и водоподготовка, № 4 (96), 2015, с. 13-18.
5. Состояние и перспективы развития централизованного теплоснабжения в Казахстане, АО «Институт «КазНИПИЭнергопром», г., Астана, 2013, с. 26.
6. Протокол круглого стола по проблемам в области теплоснабжения, ОЮЛ «Казахстанская электроэнергетическая ассоциация», Алматы, 2013, с. 21.
7. ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ГН 2.1.5.2280-07), Москва, 2007.
8. ГОСТ Р 55596-2013 Сети тепловые. Нормы и методы расчета на прочность и сейсмические воздействия.
9. Балабан-Ирменин Ю.В., Рудакова Г.Я., Маркович Л.М. // Применение антинакипинов в энергетике низких параметров, Новости теплоснабжения, Москва, 2011.
10. Цуканова Т.В. // Опыт эффективного импортозамещения ингибиторов в системе теплоснабжения, Новости теплоснабжения, № 12 (184), 2015.
11. Цуканова Т.В. // Правила эффективной подготовки подпиточной воды систем теплоснабжения, Новости теплоснабжения, №08 (144) 2012.
12. Дрикер Б.Н., Ваньков А.Л. // Сравнительная оценка эффективности отечественных и импортных ингибиторов солеотложений, Энергосбережение и водоподготовка, № 1, 2000.
13. Орловский С. Я., Волков В. Н., Тимофеев О. П., Ершова Л. В., Самойленко М. С., // Коррозия тепловых сетей и прибавка к толщине стенки, Евразийский Союз Учёных, № 10 (19), 2015, с. 77-78.

ТОО «АКВАС», +7 727 389 43 17  
[info@aquas.kz](mailto:info@aquas.kz) <http://aquas.kz>