

О. Е. Казимиров, канд. техн. наук, директор по научно-техническим вопросам ООО «Азов»  
Е. К. Казимиров, канд. хим. наук, автор проекта, ООО «Азов»  
Р. Ш. Хуснутдинов, директор ООО «Уфапромжилстрой»

## ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГВС В ИТП (ЦТП) И ИХ РАЦИОНАЛЬНОЕ РЕШЕНИЕ

Ключевые слова: система горячего водоснабжения, ГВС, энергообъекты, локальные тепловые пункты, индивидуальные тепловые пункты, ИТП, центральные тепловые пункты, ЦТП, водоподготовка

Окончание. Начало статьи читайте в «Сантехника», № 3, 2021.

### Многолетний опыт организации безнакипной работы ГВС

Сразу отметим, что согласно Приложению 4 «Е» СП 124.13330.2012 [3] «Для предотвращения накипеобразования и коррозии в тепловых сетях используются также магнитные, ультразвуковые, электрохимические и другие физические методы воздействия на подпиточную и сетевую воды».

Разработчик электрохимического способа водоподготовки (соавтор статьи) приступил к его созданию в конце 1980-х годов. Первые промышленные установки были реализованы в середине 1990-х. Некоторые из них, например на энергообъекте Педагогический колледж (г. Лукоянов, Нижегородская обл.), работают в техническом оснащении пуска уже более 25 лет.

Учитывая рамки статьи, механизм действия электрохимического способа водоподготовки рассматривается фрагментарно. Более подробно с ним можно ознакомиться в авторской статье и докладах [9–11].

### Аппарат и установка электрохимической водоподготовки

Аппарат типа АЭ-А и установка электрохимической водоподготовки представлены в виде

эскизов на рис. 8 и 9 соответственно. Единичные аппараты рекомендуется использовать в уже действующих ЦТП, ИТП при их реконструкции с целью оптимизации системы водоподготовки. Использование установки предлагается при проектировании новых ЦТП и ИТП. Представленные на рисунках аппарат и установка (АЭ-А-5 и АЭ-А-5У) производительностью до 5 м<sup>3</sup>/ч приведены как наиболее востребованные для систем ГВС жилых домов. Разработчики и изготовители предлагают целый ряд других модификаций производительностью 10, 25, 80, 120, 350 м<sup>3</sup>/ч. При необходимости возможен блочный подбор аппаратов.

Согласно принципиальной схеме подключения аппарата типа АЭ-А в систему ГВС (рис. 10), через аппарат проходит вся «обратка» из циркуляционной системы ГВС, соединенная с подпиточной водой из городского водозабора. Объединенная (обратка + подпитка) сетевая вода ГВС попадает в межэлектродную зону аппарата (см. рис. 8).

### Внутриаппаратный процесс

В аппарате типа АЭ-А улавливается вся суспензия сетевой воды, одновременно в прикатодной зоне формируются наночастицы

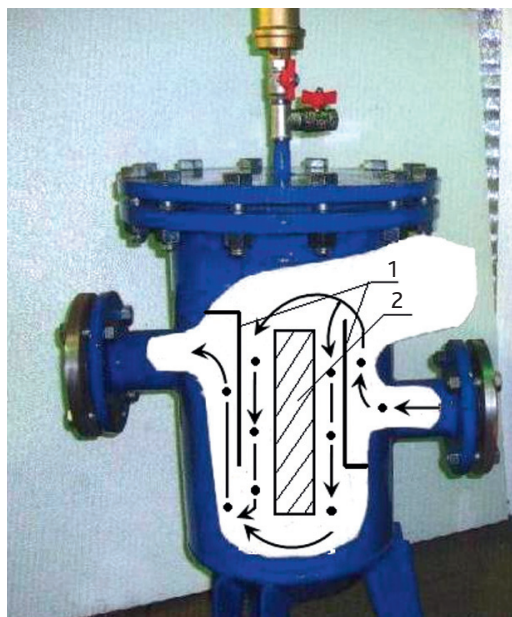


Рис. 8. Аппарат АЗ-А-5: 1 – катоды (+); 2 – анод (-);  
→ – направление движения сетевой воды ГВС

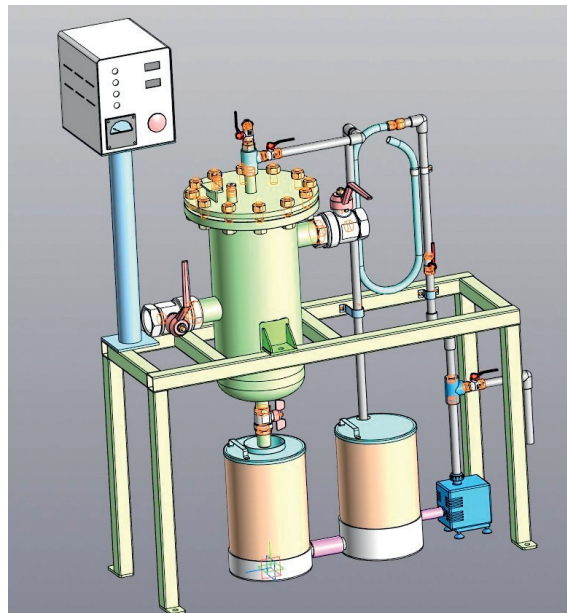


Рис. 9. Установка АЗ-АУ-5У

карбоната кальция, позволяющие уже далее в теплообменнике и сетевом контуре потребителя регулировать процесс изотермического образования зародышей накипеобразующих солей в объеме жидкости, а не на внутренней поверхности труб (пластин) теплообменника и сетевой развязки.

В табл. 1 представлен основной спектр ионного состава уловленных солей. Характерно, что наряду с солями жесткости ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{CO}_3^{-2}$ ) извлекаются соли и вещества, нерастворимые по анализу в соляной кислоте: силикаты,

песчинки, органические соединения (и др.). Вид электродной кассеты с уловленными солями в аппарате АЗ-А-80 показан на рис. 11. Исследованная дисперсность солей, улавливаемых на стальных катодах аппарата (за первые 3–4 часа экспозиции) представлена на рис. 7 (см. первую часть статьи).

Следует особо отметить, что ни один из существующих на сегодня аппаратов водоподготовки не собирает на себя всю накипь, тем более такой начальной дисперсности менее 1 мкм (рис.2. рис11, табл.1).

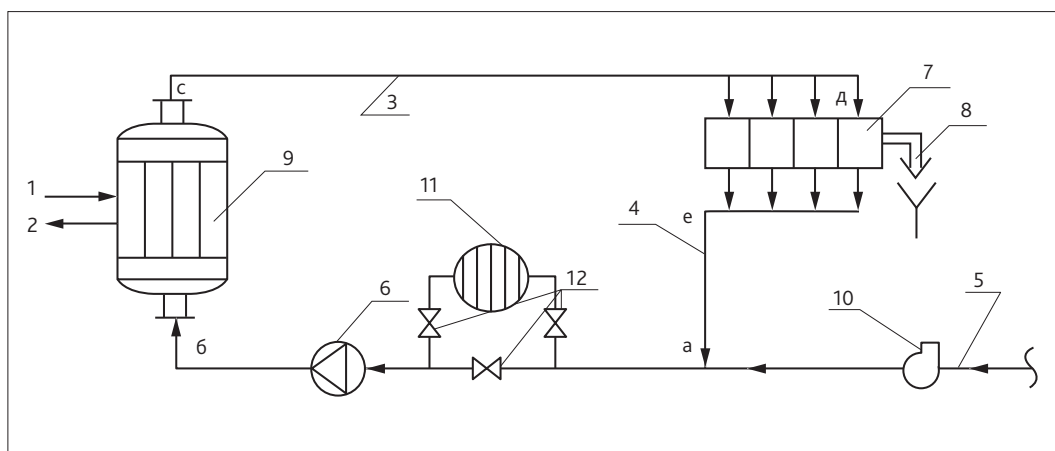


Рис. 10. Принципиальная схема системы ГВС с аппаратом водоподготовки типа АЗ-А: 1, 2 – трубопроводы подачи теплоносителя; 3, 4 – трубопроводы сетевой воды ГВС (прямая и обратка); 5 – трубопровод подачи исходной воды; 6 – сетевой насос; 7 – потребитель; 8 – трубопроводы хозстока; 9 – теплообменник; 10 – фильтр-грязевик; 11 – аппарат АЗ-А; 12 – байпасные вентили



**Рис. 11. Кассета к аппарату АЭ-А-80/120 с уловленными солями жесткости**

Принято утверждать, что магнитные, акустические и др. физические способы обеспечивают нормативную чистоту внутренней поверхности труб, но куда деваются термообразованные соли накипи в незначительном количестве – не уточняется.

В аппаратах типа АЭ-А периодически (каждые три-пять месяцев, в зависимости от жесткости подпиточной воды) останавливают работу аппарата на чистку (не более трех часов для аппаратов АЭ-А-5 (25, 80, 120)). При чистке осуществляется переключение байпасных вентилей (см. рис. 10), при этом работа энергообъекта не останавливается.

Выгруженная из аппарата взвесь относится к 5 классу опасности и может быть даже использована для выравнивания земельных участков.

Таблица 1

**Состав накипеобразующей взвеси, уловленной аппаратом типа АЭА (по сухому веществу)**

№ п/п	Ингредиент	Содержание, %
1	Железо	2,1
2	Кальций	20,6
3	Магний	9,2
4	Карбонат-ион, $CO_3^{2-}$	53,1
5	Сульфат-ион, $SO_4^{2-}$	0,7
6	Нерастворимые в кислоте (HCl)	14,3
7	Влага	1,2

### Энергопотребление

Вопрос энергопотребления интересен заказчикам, а вот конкуренты сообщают фейковые данные о больших затратах электроэнергии.

Уточняем: энергопотребление аппарата АЭ-А-5 составляет не более 0,02 кВт, аппарата АЭ-А-10 – не более 0,035 кВт, аппарата АЭ-А-25 – не более 0,07 кВт и т. д.

### Эксплуатация

В соответствии с производственной практикой контроль работы аппарата осуществляет штатный аппаратчик всего энергоблока. Дополнительного аналитического контроля сверх общего, нормируемого СанПиН 2.1.4.1.1074-01, не требуется.

Основные эксплуатационные расходы: потребление электроэнергии, замена расходного материала анода (раз в 1–1,5 года), очистка аппаратов от уловленных солей. Стоимость расходного материала – графитированного анода – для аппарата АЭ-А-5 составляет не более 750 руб.

### Вопросы обеззараживания

Практика использования электрохимических аппаратов в различных системах ГВС (даже санаторных комплексов) подтверждает, что нормативные санитарно-гигиенические и микробиологические показатели соблюдаются неукоснительно. В табл. 2 и 3 приводятся результаты анализа проб из систем ГВС с аппаратами водоподготовки модели АЭ-А. Все анализы подтверждают соблюдение гигиенических нормативов.

### Многолетний опыт

Эффективное решение проблемы накипеобразования при помощи использования аппаратов типа АЭ-А осуществлено уже более чем на сотне объектов – в частности, на проблемных по накипеобразованию, которые отмечены в первой части данной статьи:

- в системе ГВС санатория «Виктория» (см. рис. 6) установлен аппарат АЭ-А-120 позволивший, эффективно работать по нормативным показателям теплообменника, сетевых труб разводки и качества (НПТСТИК) с 2019 года;
- аппараты типа АЭ-А с 2015 года работают в системах ГВС на 12 объектах г. Муром



Таблица 2

Микробиологические показатели сетевой воды ГВС

№ п/п	Определяемые показатели	Анализ труб	Гигиенический норматив	Единица измерений
1	Общее микробное число	0	Не более 50	Число образующих колонии бактерий в 1 мл
2	Общие колиформные бактерии	0	Отсутствие	Число бактерий в 100 мл
3	Термотолерантные колиформные бактерии	0	Отсутствие	Число бактерий в 100 мл
4	Споры сульфитредуцирующих клостридий	Не обнаружено	Отсутствие	Число спор в 20 мл

Таблица 3

Санитарно-гигиенические показатели сетевой воды ГВС

№ п/п	Определяемые показатели	Результаты исследования	Гигиенический норматив	Единица измерений
1	Цветность	3	Не более 20	Градус цветности
2	Мутность	1,0	Не более 1,5	Мг/л
3	Запах (при 20 °С)	0	Не более 2	Баллы
4	Запах (при 60 °С)	0	В пределах 2	Единицы рН
5	рН	7,6	В пределах 6–9	Мг/л
6	Железо (общее)	Менее 0,05	Не более 0,3	Мг/л
7	Цинк	0,023	Не более 5,0	Мг/л

(Владимирская обл.) с эффективным обеспечением НПТСТИК, в т. ч. и на объекте, представленном на рис. 3;

- аппараты типа АЭ-А с 2014 года работают в системах ГВС на 25 энергообъектах г. Чехова и прилегающих населенных пунктов (Московская обл.) с эффективным обеспечением НПТСТИК.

**Литература**

- СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения» (с изм. на 02.04.2018).
- СП 41-101-95 «Проектирование тепловых пунктов».
- СП 124.13330.2012 «Тепловые сети. Актуализированная редакция СНиП 41-02-2003» (с изм. № 1).
- Р НП «АВОК» 3.3.1-2009 «Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты в зданиях взамен центральных тепловых пунктов. Нормы проектирования».
5. Федоров С. А. Магнитные и электронные ингибиторы накипи // *Новости теплоснабжения.* – 2007. – № 5. – С. 46–49.
6. Жаднов О. В. Пластинчатые теплообменники – дело тонкое // *Новости теплоснабжения.* – 2005. – № 3. – С. 39–53.
7. Слепченко В. С., Быстров В. Д. и др. Отопительные котельные малой мощности // *Новости теплоснабжения.* – 2004. – № 9. – С. 24–33.
8. Рубин А. *Химия промышленных сточных вод.* – М.: Химия, 1983. – С. 359.
9. Казимиров Е. К., Казимиров О. Е. Теоретические и практические аспекты использования электрохимического антинакипного способа водоподготовки // *Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение.* – 2008. – № 4. – С. 48–54.
10. Казимиров Е. К. Электрохимический способ водоподготовки: опыт использования и экономическая эффективность // *Тезисы докладов Всероссийской научно-практической конференции: Основные проблемы и механизмы реализации программы «Модернизация жилищно-коммунального комплекса», Ярославль, 1–3 ноября 2006.* – С. 65.
11. Казимиров Е. К., Казимиров О. Е. и др. Основные сравнительные характеристики и показатели электрохимического способа водоподготовки // *Сборник докладов IV конференции «Современные технологии водоподготовки и защиты оборудования от коррозии и накипеобразования», Москва, октябрь 2011.* – С. 24–34.