

ПРОВЕРКА ДЕАЭРАТОРА «АВАКС» В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Д.т.н. В.И.ШАРАПОВ; к.т.н. М.Е.ОРЛОВ (Ульяновский государственный технический университет)

Несколько лет назад на страницах большинства научно-технических журналов была проведена мощная рекламная компания по продвижению последнего чуда техники - деаэратора «АВАКС» - аппарата малогабаритного, якобы экономичного и абсолютно эффективного для малой энергетики [1].

Соблазненные этой рекламной акцией предприятия вскоре стали громко жаловаться, что «АВАКС» - не чудо, а мелкая и неумелая поделка людей, желающих во что бы то ни стало что-то продать. Авторы этой акции отчасти напомнили героев рассказов О.Генри о благородном жулике [2], проделки которых, однако были куда более артистичными. Кстати, и о благородстве в нашем случае говорить явно не приходится.

Мы инициировали на страницах нашего журнала [3-5] дискуссию, в которой достаточно подробно обсуждены проблемы, связанные с эксплуатацией «АВАКСа». Возможно, первые суждения об «АВАКСе» были достаточно эмоциональными, основанными на откликах потребителей «АВАКСа», которые обратились в нашу Научно-исследовательскую лабораторию «Теплоэнергетические системы и установки», давно занимающуюся проблемами деаэрации.

Настала пора спокойно обсудить, что же такое «АВАКС» и нужен ли он в малой теплоэнергетике.

Из серьезных публикаций о проверке деаэраторов АВАКС следует упомянуть, прежде всего, работы [6-8].

В работах [6,7] изложены результаты испытания деаэратора «АВАКС» на стенде завода-изготовителя (Кинешемского машиностроительного завода). Эти испытания показали, что деаэратор «АВАКС» может эксплуатироваться только в режиме многократной рециркуляции, причем для удаления кислорода до нормативного уровня 50 мкг/дм^3 требуется от 7,7 до 388 «прогонов» воды через деаэратор [6], т.е. реально производительность деаэратора в 7,7-388 раз меньше указываемой в паспорте аппарата.

Даже при весьма благоприятном температурном режиме деаэрации (температура деаэрируемой воды $70-72 \text{ }^\circ\text{C}$) при проходе воды через «АВАКС» в течение 5 минут и рециркуляции деаэрированной воды из воды удаляется не более 32% кислорода (с 7000 мкг/дм^3 до 4780 мкг/дм^3) [7].

Отметим, что серийно выпускаемые струйно-барботажные вакуумные деаэраторы обеспечивают при таком температурном режиме за одноразовый (не пятиминутный!) пропуск воды мгновенное удаление не менее 90-95% кислорода даже при «холодной» деаэрации воды без подачи греющего агента в деаэратор [9].

Данные о промышленном применении «АВАКСа» на различных предприятиях страны однообразны и непротиворечивы. Весьма характерный отзыв об опыте такого применения в Нижнем Новгороде содержится в статье О.В.Жаднова [8]. Позволим себе частично процитировать его.

«По поводу печально известного изделия под названием «АВАКС» должен сообщить, что наше предприятие на собственном опыте убедилось в его полной неработоспособности как деаэратора. В 2003 г. мы, купившись на рекламу в авторитетных научно-технических изданиях, приобрели данный аппарат производительностью 20 т/ч. На него возлагались большие надежды, поскольку согласно паспортных данных деаэратор «АВАКС» практически не имел недостатков! Особенно подкупали малые габариты, низкая температура деаэрируемой воды (от $60 \text{ }^\circ\text{C}$) и возможность размещения на высоте 1 м от уровня воды в деаэраторном баке... Продолжавшиеся 1,5 года испытания оказались безуспешными... При исходной концентрации кислорода в холодной воде 8-10 мг/кг на выходе мы получали минимум 1,5-3,5 мг/кг в зависимости от температуры воды. Неоднократно приезжавшие на объект представители завода-изготовителя не смогли дать вразумительных объяснений по поводу неработоспособности аппарата... Последний опыт, поставивший жирный «крест» на нашем «АВАКСе», заключался в том, что мы его попросту демонтировали и на его месте поставили отрезок стальной трубы подходящей конфигурации... Концентрация кислорода на выходе из деаэраторного бака при этом не изменилась! Проанализировав полученные результаты и сопоставив их с таблицей растворимости кислорода в воде при различной температуре (при атмосферном давлении и температуре воды $60 \text{ }^\circ\text{C}$ - это 4,7

мг/кг, при 80 °С - 1,5 мг/кг), можно заключить, что «АВАКС» вообще не является деаэратором в общепринятом смысле слова, поскольку практически не удаляет кислород, находящийся в растворенном состоянии...».

Авторам статьи представилась возможность участвовать в монтаже «АВАКСа», провести испытания и наблюдать его эксплуатацию в котельной ОАО «Ульяновский патронный завод».

На рис.1 представлена реальная схема «АВАКСа», а на рис.2 - схема его включения в котельной.

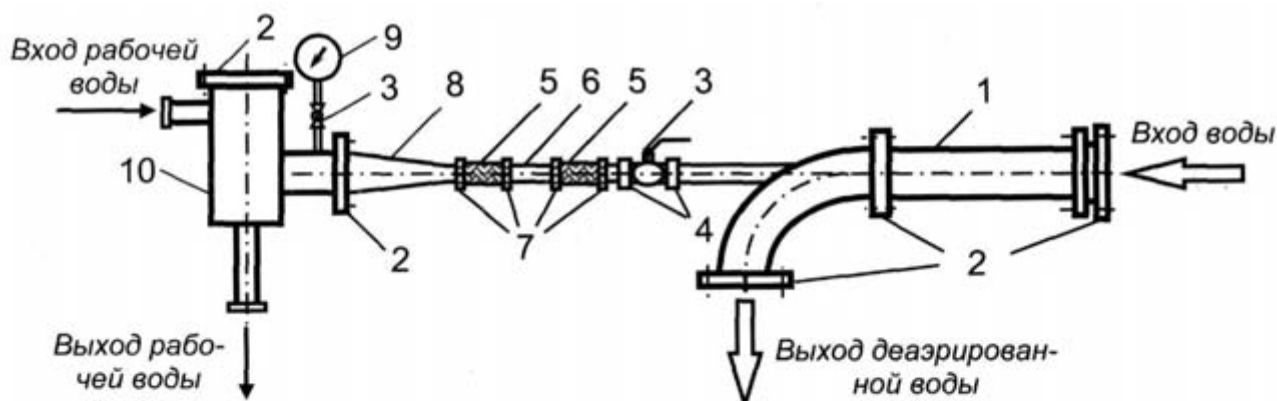


Рис.1. Деаэратор «АВАКС»:

1 – деаэратор; 2 – фланцы; 3 – кран; 4 – резьбовые соединения; 5 – резиновый шланг; 6 – стеклянная трубка; 7 – хомуты; 8 – диффузор; 9 – вакуумметр; 10 – водоструйный эжектор.

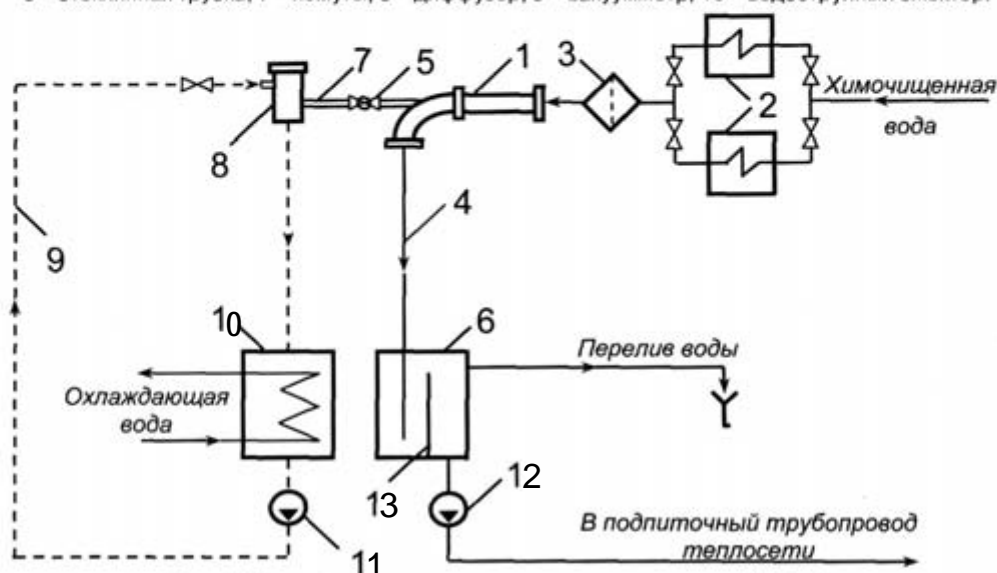


Рис.2. Деаэрационная установка с деаэратором «АВАКС»:

1 – деаэратор; 2 – пароводяной подогреватель; 3 – сетчатый фильтр; 4 – трубопровод деаэрированной воды; 5 – кран; 6 – бак деаэрированной воды; 7 – трубопровод водопаровоздушной смеси; 8 – водоструйный эжектор; 9 – трубопровод рабочей воды эжектора; 10, 11 – бак и насос рабочей воды эжектора; 12 – насос деаэрированной воды; 13 – перегородка в баке.

При подготовке к монтажу мы рекомендовали сотрудникам котельной установить «АВАКС» на высоте 10 м над уровнем воды в баке-аккумуляторе в соответствии со здравым смыслом (для обеспечения свободного слива деаэрированной воды из-под вакуума) и с РТМ [10] - нормативным материалом, с которым разработчики «АВАКСа» явно незнакомы.

Мы полагаем, что выполнение именно этой рекомендации позволило в наиболее удачных опытах получить остаточное содержание кислорода в деаэрированной воде 520 мкг/дм^3 - во много раз ниже, чем у авторов статей [6-8]. Подчеркнем, что удаления 93% растворенного в исходной воде кислорода удалось добиться без рециркуляции деаэрированной воды, при однократном пропуске воды через «АВАКС» - думаем, что для авторов «АВАКСа» это лучший из известных им результатов. Специалисты котельной патронного завода поверили, что «АВАКС» может работать в режиме одноразового пропуски деаэрируемой воды и купили аппарат только на расчетный расход подпитки теплосети.

С другой стороны, эти «удачные» результаты весьма далеки от нормативных - они более чем в десять раз превышают их. Неловко уж упоминать о заявленной эффективности удаления

кислорода в «АВАКСе», указанной в пресловутом информационном письме начальника Управления технического надзора Ростехнадзора В.С. Котельникова (20 мкг/дм^3) [1,5], которое и подействовало волшебным образом на решение о приобретении «АВАКСа» для котельной ОАО «Ульяновский патронный завод».

Первоначально нами планировалось проведение на установке с «АВАКСом» серьезного многофакторного экспериментального исследования для получения аналитических зависимостей качества деаэрации от расхода, температуры обрабатываемой воды и других эксплуатационных факторов.

Однако при предварительных испытаниях «АВАКСа» выяснилось, что главным определяющим фактором являются не параметры процесса деаэрации, а структура водопаровоздушной смеси, отводимой из аппарата. Структуру этой смеси можно видеть в стеклянной трубке 6 (рис.1) - это может быть паровоздушная (газовая) смесь, водопаровоздушная смесь, или просто вода. При неизменном положении крана 3 структура смеси меняется в зависимости от давления, расхода и температуры деаэрируемой воды. **При малейшем изменении температурного и гидравлического режима работы «АВАКСа» структуру смеси необходимо настраивать с помощью крана 3 «по наитию», как получится.**

Достаточно обескураживающим моментом было установление того факта, что между положением крана 3 и перепадом разрежения в деаэраторе 1 и на входе в водоструйный эжектор 10 не существует четкой детерминированной связи. Из этого следует, что в настоящее время **наладка «АВАКСа» - процесс скорее знахарский, чем научно-технический** (научное знание - это то, что может быть перепроверено и воспроизведено любым другим специалистом). **Рядом с «АВАКСом» должен постоянно сидеть специалист весьма приличной квалификации, держащийся за ручку крана 3 (рис. 1).**

Очевидно, что при таком положении дел проводить многофакторное экспериментальное исследование «АВАКСа» просто не имело смысла.

Именно поэтому выше мы отметили, что **достигнутое остаточное содержание кислорода 520 мкг/дм^3 получено лишь в самых удачных опытах, отчасти случайно.** В обычной эксплуатации «АВАКСа» **остаточное содержание кислорода** в баке-аккумуляторе составляет $645\text{-}2000 \text{ мкг/дм}^3$ - лучше, чем у других, но **совершенно недостаточно для обеспечения нормативного качества подпитки теплосети.**

Несмотря на в целом не очень оптимистические для «АВАКСа» результаты испытаний, они дают возможность сделать выводы о причинах неудач разработчиков «АВАКСа».

Во-первых, это **полное непонимание разработчиками требований по деаэрации воды в «гражданской» сфере** - для теплосети, котлов и т.п.

Во-вторых, - **абсолютное незнание истории развития деаэрационной техники и данных об эффективности давно выпускаемых обычных, серийно выпускаемых деаэраторов** - именно поэтому **эффективность «АВАКСа» в десятки раз ниже этих аппаратов.**

В-третьих - **незнание нормативной документации** по деаэрационной технике. В этой документации изложены отработанные в течение десятилетий на практике требования к деаэраторам, в том числе - вакуумным. Для специалистов эти требования давно стали аксиоматическими. Так, в РТМ [10] прописаны простые и понятные всякому здравому человеку вещи:

«П. 10.4.2. При проектировании вакуумных деаэрационных установок следует стремиться исключать из схем предвключенные подогреватели недеаэрированной воды. При наличии таких подогревателей вода в них не должна нагреваться больше, чем до $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ». Для «АВАКСов» необходим подогрев воды до $60\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$ - это делает подогреватели недеаэрированной воды самым уязвимым местом деаэрационной установки.

«П. 10.4.4. Для надежного слива деаэрированной воды в аккумуляторные (промежуточные) баки атмосферного давления самотеком вакуумные деаэраторы должны размещаться на отметке, превышающей уровень воды в баке не менее чем на 10 м». Рекламное обещание удовлетворительной работы вакуумного деаэратора «АВАКС» с разностью отметок между деаэратором и баком в 1 м выглядит просто абсурдным - а ему поверили почти все покупатели «АВАКСа».

«П.10.4.6. Вся схема вакуумной деаэрационной установки должна проектироваться таким образом, чтобы максимально исключалась возможность присосов атмосферного воздуха в систему... В связи с этим следует свести к минимуму количество запорно-регулирующей

арматуры под вакуумом». Посмотрите на рис.1 - под разрежением находится не только кран 3, но и большое количество соединений трубопроводов на фланцах и хомутах. Обеспечить на практике постоянную герметичность вакуумной системы установки в таких условиях практически невозможно.

Еще об одном важном обстоятельстве. В статье [6] отмечается, что «прародители» «АВАКСа» используются в судовых энергоустановках, где не могут быть применены классические термические деаэраторы. Кинешемские разработчики «АВАКСа» не учли, однако (или бессовестно скрыли, а, может, просто не знали), что в этих военных судовых энергоустановках на аппараты, подобные «АВАКСам», возлагается лишь первичное, грубое удаление кислорода, а окончательное его удаление производится химическим путем, как правило, в электро-ноинообменных фильтрах [11]. Подобные технологии дообескислороживания воды в системах теплоснабжения предложены нами почти два десятка лет назад [12].

Таким образом, опыт освоения «АВАКСов» доказал их абсолютную непригодность для применения в теплоисточниках систем теплоснабжения. Эти аппараты несопоставимы по массообменной эффективности с давно освоенными струйно-барботажными деаэраторами и существенно уступают им по энергетической эффективности.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Деаэраторы «АВАКС» // АВОК, 2004, №6 (статья и приложенный к журналу компакт-диск).
2. О.Генри. Джефф Питере как персональный магнит. В кн. Короли и капуста. Рассказы.- М.: ЭКСМО, 2004.-с.425-433.
3. Шарапов В.И., Макарова Е.В. О прямоточных вакуумных деаэраторах // Энергосбережение и водоподготовка, 2006, №3.-с.42-44.
4. Кузнецов Ю.М. А судьи кто?// Энергосбережение и водоподготовка, 2006, №3.- с.53-54.
5. Шарапов В.И., Макарова Е.В. Ответ авторов статьи «О прямоточных вакуумных деаэраторах» на полученные отклики// Энергосбережение и водоподготовка, 2006, №4.- с.76-77.
6. Шатова И.А., Барочкин Е.В., Ледуховский Г.В. Выбор схемы включения прямоточных деаэрационных устройств// Материалы IV Российской научно-практической конференции «Повышение эффективности теплоэнергетического оборудования».- Иваново: ИГЭУ, 2005.- с.63-65.
7. Шатова И.А., Барочкин Е.В., Ледуховский Г.В. Оценка влияния октадециламина на деаэрацию химочищенной воды// Материалы IV Российской научно-практической конференции «Повышение эффективности теплоэнергетического оборудования».- Иваново: ИГЭУ, 2005.- с.66-69.
8. Жадное О.В. Опыт оптимальной организации водно-химического режима отопительных котельных малой и средней мощности// Новости теплоснабжения, 2007, №5.- с.23-30.
9. Шарапов В.И. Подготовка подпиточной воды систем теплоснабжения с применением вакуумных деаэраторов,- М.: Энергоатомиздат, 1996.- 176 с.
10. Расчет и проектирование термических деаэраторов. РТМ 108.030.21-78.- Л.: НПО ЦКТИ, 1979.-132 с.
11. Кожевников А.В. Электроноинообменники.- Л.:Химия, 1972.- 172 с.
12. Шарапов В.И., Озерова С.Л. Совершенствование физико-химических методов противокоррозионной обработки подпиточной воды систем теплоснабжения// Теплоэнергетика, 1989, №6.- с.34-37.