

УДК 697.1

## Защита сетевой и подпиточной воды от вторичного насыщения коррозионно- агрессивными газами

В.И. Шарапов, Э.У. Ямлеева

УлГТУ, 432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

На срок службы системы теплоснабжения оказывает большое влияние процесс внутренней коррозии. Наиболее важным фактором, влияющим на процесс коррозии, является содержание в воде кислорода  $O_2$  и диоксида углерода  $CO_2$ .

Деаэрация воды на теплоисточниках обеспечивает доведение содержания коррозионно-агрессивных газов в подпиточной воде в системе теплоснабжения до нормативных значений. Однако часто в теплосетях наблюдается вторичное насыщение воды  $O_2$  и  $CO_2$ , которое и служат основной причиной внутренней коррозии тепловых сетей.

Так, анализ результатов обследования качества подпиточной и сетевой воды ТЭЦ-5 г. Саратова показал, что интенсивность внутренней коррозии тепловых сетей лишь на 10 % обусловлена нарушениями качества подпиточной воды, а остальные 90 % отрицательного воздействия приходится на повторное насыщение сетевой воды газами в системе теплоснабжения.

Факторы, обуславливающие повторное насыщение деаэрированной воды газами, преимущественно кислородом, можно разделить на внутренние и внешние (по отношению к ТЭЦ).

Основными путями повторного попадания кислорода в деаэрированную подпиточную воду на ТЭЦ является ее контакт с атмосферным воздухом при хранении воды в баках-аккумуляторах и присосы воздуха через сальниковые уплотнения насосов, работающих под разрежением на всасе.

К внешним факторам относятся насыщение сетевой воды кислородом при завоздушивании абонентских систем отопления и горячего водоснабжения, а также присосы сырой водопроводной воды в сетевую воду через неплотности подогревателей горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения.

Интенсивность насыщения воды кислородом в баках-аккумуляторах зависит в основном от их гидродинамики, то есть схемы подвода и отвода деаэрированной воды, объема бака, режима заполнения-опорожнения.

В соответствии с методическими указаниями [1] существует две группы методов защиты металла баков-аккумуляторов от коррозии и воды в них от аэрации (контакта с атмосферным воздухом).

Первая группа методов предусматривает отдельную защиту металла баков

от коррозии и деаэрированной воды от аэрации. Стенки баков защищаются от коррозии лакокрасочными или металлическими, нанесенными путем металлизации, покрытиями, а для защиты воды от аэрации используются плавающие материалы, затрудняющие доступ воздуха к поверхности воды (поплавковые устройства, плавающие шарики, антииспарительные жидкости), а также газовые или паровые подушки над поверхностью воды.

Ко второй группе относятся комбинированные методы, которые предусматривают как для защиты стенок баков-аккумуляторов от коррозии, так и воды от аэрации применение герметизирующих жидкостей.

Существующие методы защиты баков-аккумуляторов достаточно дороги, не всегда эффективны и усложняют эксплуатацию баков.

Нами разработаны и запатентованы новые способы защиты воды от насыщения коррозионно-агрессивными газами в баках-аккумуляторах. Так, в представленном на рис.1 баке-аккумуляторе сообщение с атмосферой осуществляется только через трубу, вваренную в крышу бака-аккумулятора, причем нижний конец трубы опущен ниже уровня трубопровода отвода воды, а верхний конец трубы выступает над крышей бака. Высота  $h$ , м, на которую дыхательная труба должна выступать над крышей, определяется по формуле

$$h \geq \frac{\rho_{\text{ВОЗ}} H_{\text{Б}} \pi R_{\text{Б}}^2}{\rho_{\text{ВОД}} \pi r^2}, \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{ВОЗ}}$  и  $\rho_{\text{ВОД}}$  - плотность воздуха и воды соответственно, кг/м<sup>3</sup>;  $R_{\text{Б}}$  - радиус бака-аккумулятора, м;  $r$  - радиус дыхательной трубы, м;  $H_{\text{Б}}$  - высота бака-аккумулятора, м.

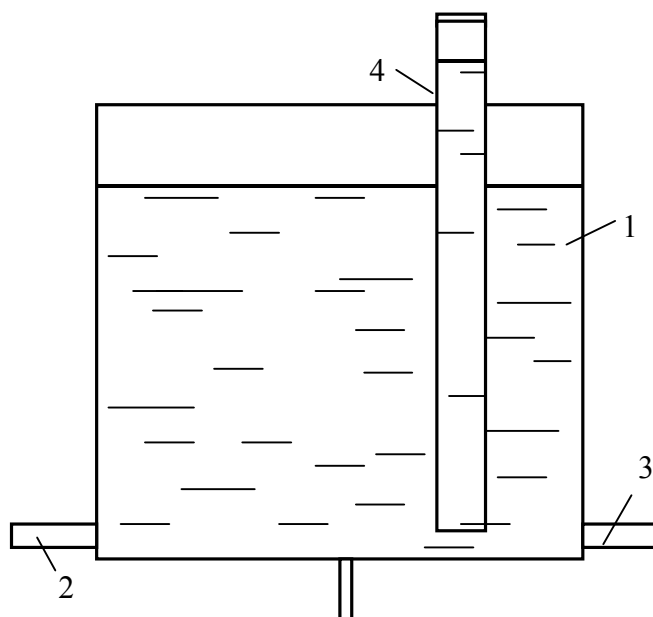


Рис.1 Схема бака-аккумулятора с защитой воды от аэрации: 1 - бак-аккумулятор; 2 - подающий трубопровод; 3 - обратный трубопровод; 4 - дыхательная труба.

При заполнении бака-аккумулятора вода при подъеме сжимает воздух, находящийся над поверхностью воды. Масса воздуха давит на поверхность воды и выжимает в трубу воду, по массе равную массе воздуха. Тем самым происходит

выравнивание давления над поверхностью воды в баке-аккумуляторе и в трубе. Например, для бака-аккумулятора объемом в 5000 м<sup>3</sup> при диаметре 22,8 м и диаметре трубы 1,5 м максимальная высота подъема воды в трубе над крышей бака-аккумулятора составит 1 м. Площадь поперечного сечения трубы в 230 раз меньше площади бака, то есть интенсивность аэрации снизится в 230 раз. Растворение коррозионно-агрессивных газов в воде по всей поверхности происходит только при первоначальном заполнении бака-аккумулятора. Затем процесс растворения будет идти только на поверхности воды в пределах зеркала воды трубы, которая значительно меньше общей площади бака-аккумулятора.

Источником заражения деаэрированной воды кислородом и диоксидом углерода могут быть насосные агрегаты, используемые в системах тепло-снабжения, на ТЭЦ и котельных для транспорта сетевой и подпиточной воды теплосети.

Подсос воздуха происходит через сальниковое уплотнение со стороны всасывания в результате разрежения в центральной части рабочего колеса. Подсос происходит в том случае, когда давление в подпиточном насосе со стороны всаса ниже атмосферного давления при снижении величины подпора и значительных линейных и местных потерях напора в подпиточном трубопроводе от бака до насоса. Насосы баков-аккумуляторов являются наиболее вероятным источником попадания воздуха в деаэрированную подпиточную воду. В то же время подсос воздуха через уплотнения на всасывающей стороне возможен в любых насосах, включенных в тракт подпиточной и сетевой воды. На ряде ТЭЦ наблюдается разрежение на всасе сетевых насосов.

На величину подсоса значительно влияет размер зазора между сальниковой набивкой и втулкой на валу насоса. Величина зазора колеблется в пределах 0,006 - 0,015 мм при исправном состоянии рабочих частей сальника [2]. При такой величине зазора подсос воздуха не происходит даже при максимальной величине разрежения в насосе. В процессе изнашивания и подсушивания сальника величина зазора увеличивается. Зазор тем больше, чем больше скорость вала, чем выше температура, при которой работает сальниковое уплотнение, чем меньше теплопроводность набивки, чем больше износ поверхности вала и хуже смазка сальника. Величина подсоса определяется по формуле [2]

$$Q_{\text{возд}} = \frac{100D\delta^3 P_0}{7\bar{\mu}l}, \quad (2)$$

где  $D$  - диаметр камеры сальникового уплотнения, мм;  $\delta$  - зазор между валом и сальниковой набивкой, мм;  $P_0$  - перепад давлений, МПа;  $\bar{\mu}$  - отношение динамических вязкостей газа и воды при 0 °С;  $l$  - длина слоя сальниковой набивки, мм.

По формуле (2) построена номограмма, с помощью которой можно определить величину присоса воздуха через сальники насосов в зависимости от размеров сальникового уплотнения, величины зазора, разрежения в насосе, подачи насоса.

Для предупреждения подсосов воздуха в воду на всасе насосов баков-

аккумуляторов эти насосы должны быть оснащены водяным уплотнением, вода на которое должна подаваться из напорного трубопровода.

Неблагоприятный гидравлический режим тепловых сетей приводит к попаданию атмосферного воздуха в незаполненные или находящиеся под разрежением участки обратных трубопроводов и абонентских теплоиспользующих установок, т.е. к завоздушиванию тепловых сетей.

Наиболее подверженными завоздушиванию частями системы теплоснабжения являются обратные сетевые трубопроводы и местные установки отопления и горячего водоснабжения, находящиеся в неблагоприятных местах пьезометрического графика системы.

Неблагоприятными местами пьезометрического графика являются участки системы, на которых пьезометрическая линия обратной магистрали расположена близко к верхним этажам подключенных зданий. При колебаниях давления в обратной магистрали верхние этажи зданий опорожняются и воздух попадает в местные отопительные системы через неплотно закрытые воздушники, неплотности в сальниках арматуры. Местные системы горячего водоснабжения завоздушиваются при периодических отключениях горячей воды.

Очень опасны с точки зрения завоздушивания теплосети пусковые и аварийные режимы с неустановившимися гидравлическими параметрами.

Нами совместно с П.В. Ротовым и М.А. Сивухиной предложено регулировать давление в обратной магистрали системы теплоснабжения по давлению не на теплоисточнике, а у абонентов, находящихся в самых неблагоприятных гидравлических условиях (рис. 2).

В момент максимального водоразбора происходит опорожнение местных систем отопления с наименьшей величиной избыточного напора, т.е. падает давление сетевой воды в обратной магистрали (линия 2' на пьезометрическом графике). Снижение давления улавливает датчик давления, установленный на обратной магистрали теплосети в точке подключения "неблагополучной" местной системы отопления. Сигнал от датчика направляется на регулятор подпитки. Подпиточный насос увеличивает подачу воды из бака-аккумулятора в тепловую сеть до тех пор, пока не произойдет полное заполнение местных систем отопления 1, т.е. пока давление не повысится до величины, обеспечивающей минимальный избыточный напор в обратной магистрали тепловой сети 3 (линия 2" на пьезометрическом графике).

В закрытых системах теплоснабжения наиболее опасным фактором насыщения сетевой воды кислородом является попадание в систему сырой водопроводной воды через неплотные трубные системы подогревателей горячего водоснабжения в местных и центральных тепловых пунктах.

Определение мест присосов сырой воды в теплосеть можно производить по изменению жесткости сетевой воды после абонентских установок (жесткость водопроводной воды обычно значительно выше, чем у сетевой воды). Одновременно с ростом жесткости происходит увеличение содержания кислорода в сетевой воде.

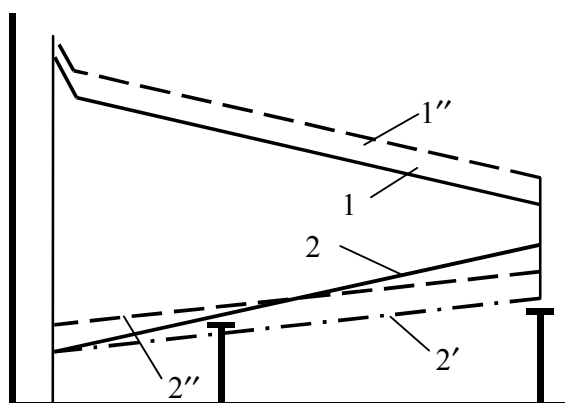
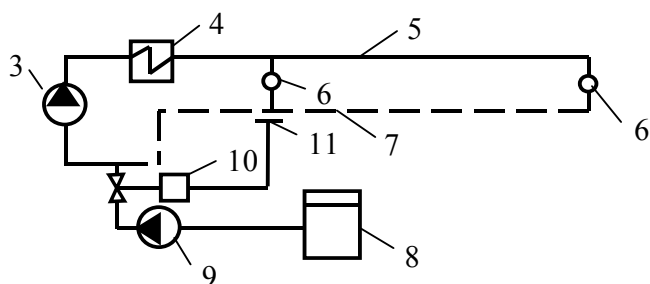


Рис. 2 Схема и пьезометрический график системы теплоснабжения: 1 - местные системы отопления; 2 - подающая магистраль; 3 - обратная магистраль; 4 - теплоподготовительная установка; 5 - сетевой насос; 6 - подпиточный насос; 7 - бак-аккумулятор; 8 - датчик давления; 9 - регулирующий орган регулятора подпитки



Разработано несколько вариантов схем тепловых пунктов закрытой системы теплоснабжения с защитой от присосов сырой воды. На рис. 3 представлена одна из схем. Особенность схемы в том, что тепловой пункт снабжен датчиком жесткости воды, который фиксирует повышенную жесткость сетевой воды и подает сигнал на регулятор давления, который повышает давление сетевой воды, пока не снизится жесткость сетевой воды.

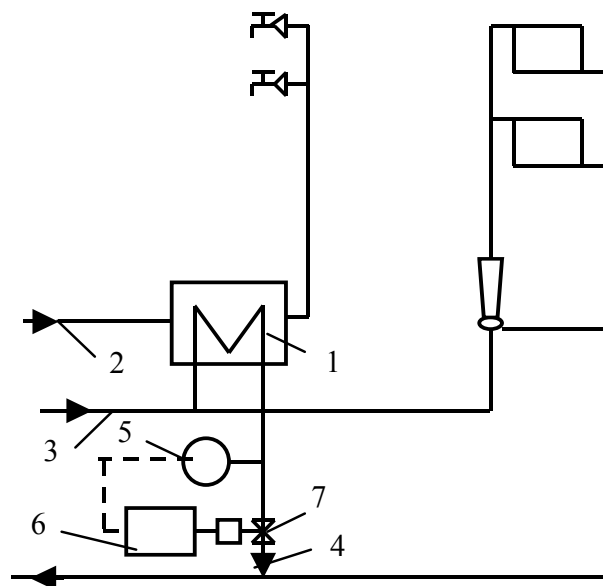


Рис. 3 Принципиальная схема теплового пункта закрытой системы теплоснабжения: 1 - подогреватель горячей водоснабжения; 2 - трубопровод водопроводной воды; 3 - подающий трубопровод сетевой воды; 4 - трубопровод обратной сетевой воды; 5 - датчик жесткости воды; 6 - регулятор давления "до себя"; 7 - регулирующий орган

Обеспечение гидравлической плотности подогревателей горячей водоснабжения, безусловное устранение попадания сырой недеаэрированной воды в сетевую воду в местных и центральных тепловых пунктах является важнейшим мероприятием, без выполнения которого невозможна эффективная защита системы теплоснабжения от внутренней коррозии.

### **Выводы**

1. Интенсивность внутренней коррозии тепловых сетей в значительной степени обусловлена вторичным насыщением сетевой и подпиточной воды коррозионно-агрессивными газами.
2. Основным путем повторного попадания кислорода в систему теплоснабжения на ТЭЦ и котельные является контакт с атмосферным воздухом при хранении воды в баках-аккумуляторах и присос воздуха в деаэрированную воду через сальниковые уплотнения насосов, работающих под разрежением.
3. Насыщение сетевой воды кислородом в теплосети происходит при завоздушивании абонентских систем отопления и горячего водоснабжения, а также в результате присоса сырой водопроводной воды в сетевую воду через неплотности подогревателей горячего водоснабжения в закрытых системах теплоснабжения..
4. Применение разработанных в НИЛ "Теплоэнергетические системы и установки" УлГТУ новых технических решений позволяет надежно защитить сетевую и подпиточную воду теплосети от вторичного заражения коррозионно-агрессивными газами, снизить интенсивность внутренней коррозии и продлить срок эксплуатации систем теплоснабжения.

### **Список литературы**

1. Методические указания по защите баков-аккумуляторов от коррозии и воды в них от аэрации. МУ 34-70-155-86. М.: СПО Союзтехэнерго. 1987.
2. *Борохов А.М., Ганшин А.С., Додонов Н.Т.* Волокнистые и комбинированные сальниковые уплотнения. 2 изд., доп. и перер. М.: Машиностроение. 1966. С. 312.