

Spirаскоп

№4/2017

Вода

КИСЛОРОД

СОЛИ

РЖАВЧИНА

В НОМЕРЕ:

Водно-химический режим котла

Обеспечение надежной
эксплуатации оборудования



С уважением, Глыбин Илья Георгиевич,
Генеральный директор
ООО «Спиракс-Сарко Инжиниринг»

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Этот номер посвящен «ингредиенту пара», качество которого может являться серьезной угрозой для работы всей пароконденсатной системы. Тем не менее очень часто специалисты оставляют его без должного внимания. Качество воды и её правильная подготовка для дальнейших процессов оказывается отчасти за пределами обсуждаемых нами тем.

Мы часто слышим от клиентов, что правильно выбранное и смонтированное оборудование выходит из строя раньше положенного срока. Поэтому мы пригласили технического директора «Поволжской энергетической компании» рассказать нашим читателям о причинах поломок, которые скрываются в питательной воде и оказывают серьезное влияние на работу и сроки службы конденсатоотводчиков.

В данном номере Вы найдете практическую информацию о ключевых этапах термической и химической подготовки питательной воды и инструментах контроля ее качества.

Приятного чтения и до встречи в новом году!

Содержание



Новости



Водно-химический режим котла



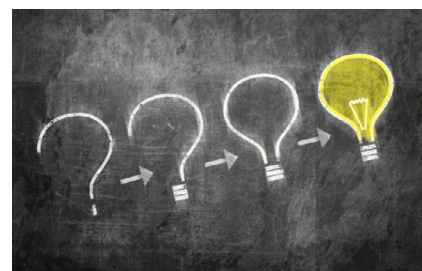
Обеспечение надёжной эксплуатации оборудования



Международный опыт



Охладители проб



Вы спрашивали – мы отвечаем

Новости

Spirax Sarco — участник форума SAEEC–2017 в ЮАР

14–15 ноября в провинции Гуатенг (ЮАР) состоялся XII Южноафриканский форум по энергоэффективности (Southern African Energy Efficiency Convention and Exhibition) — мероприятие в сфере энергетики национального масштаба, предназначенное как для потребителей энергоресурсов, так и для всех, чья деятельность прямо или косвенно связана с энергетическим сектором. Цель мероприятия — сформировать целостное представление об энергетическом секторе, включая экономические и юридические изменения в отрасли, оказывающие непосредственное влияние на процесс принятия решений и дальнейшую деятельность организаций.

Участниками этого мероприятия выступили и сотрудники Spirax Sarco в ЮАР. Они рассказали о том, как комплексный подход компании к созданию поистине энергоэффективных решений работает на глобальном уровне в 34 странах мира.



Презентация Spirax Sarco UK в рамках ежегодного Саммита по качеству и безопасности пищевых продуктов

В этом году 7 ноября на стадионе Рико Арена уже во второй раз прошел Саммит по качеству и безопасности пищевых продуктов. Сотрудники подразделения Spirax Sarco в Великобритании участвовали в выставке со стендом компании. Главной частью презентации была лекция о качестве пара: «Чистый пар — основа производства продуктов питания?». В рамках темы было рассмотрено влияние различных степеней качества и чистоты пара в производстве продуктов питания и напитков.



Водно-химический режим котла

**Марфина Анастасия
Александровна**

Инженер технической
поддержки
ООО «Спиракс-Сарко
Инжиниринг»

Нормальная работа парового котла и всей пароконденсатной системы прежде всего обуславливается качеством питательной воды. Хорошая питьевая вода необязательно подойдёт в качестве питательной воды котла. Содержащиеся в питьевой воде минералы и вещества легко растворяются в теле человека, более того, они ему необходимы. Однако для котлов наличие в воде минералов является существенной проблемой. Если эти минералы и вещества не удалить из воды, они могут повредить котёл.

Примеси, часто встречающиеся в сырой воде, можно классифицировать следующим образом:

- Растворённые твёрдые вещества. Это вещества, которые растворяются в воде и основными из них являются карбонаты и сульфаты кальция и магния, которые при нагреве откладываются на горячих поверхностях и образуют накипь.

Существуют и другие растворимые вещества, которые не образуют накипи, поэтому они менее опасны для котла.

- Взвешенные в воде вещества. Эти вещества находятся в воде в виде взвеси и обычно имеют минеральное или органическое происхождение. Эти вещества, как правило, не представляют проблемы, так как могут быть легко отфильтрованы и удалены.
- Растворённые газы. Кислород и двуокись углерода легко растворяются в воде, и их наличие вызывает активную коррозию элементов конструкции котла.
- Вещества, образующие пену и представляющие собой различные минеральные примеси. Примером такого вещества может служить сода в виде карбоната, хлорида или сульфата.

Количество примесей в воде чрезвычайно мало, и в результатах анализа воды оно обычно выражается в числе частиц на миллион (ppm), по весу или в миллиграммах на литр (мг/л).

Важнейшими показателями качества воды для использования являются:

- концентрация грубодисперсных примесей (ГДП),
- концентрация коррозионно-активных газов,
- водородный показатель (pH),
- окисляемость,
- жесткость;
- содержание кремния;
- щелочность;
- общее солесодержание (TDS).

Вода бывает мягкой и жёсткой. В жёсткой воде содержатся примеси, приводящие к образованию накипи, тогда как в мягкой воде таких примесей нет, либо они есть, но в минимальных количествах.

Жёсткость обусловлена присутствием в воде минеральных солей кальция и магния. Эти же минералы приводят к образованию накипи.

Существует две общепринятые разновидности жёсткости воды:

1. **Щёлочная жёсткость** (она известна также под названием «временная жёсткость»), которая обусловлена бикарбонатами кальция и магния. Эти соли растворяются в воде и образуют щёлочной раствор. При нагреве воды эти соли распадаются, образуя двуокись углерода и мягкую накипь или осадок. Иногда используют термин «временная

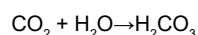




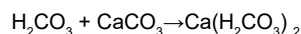
жѐсткость», так как жѐсткость воды при кипячении уменьшается. Результатом того, что вода имеет временную жѐсткость, является, например, накипь на внутренней поверхности электрического чайника.

В котле происходят следующие химические реакции:

Двуокись углерода соединяется с водой, образуя угольную кислоту:



Известняк (карбонат кальция) растворяется угольной кислотой и образует бикарбонат кальция:



Образование карбоната кальция:



И подобное ему образование карбоната магния:



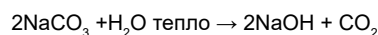
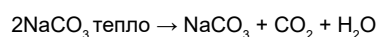
2. **Нещелочная жѐсткость воды и карбонаты** (ее также называют постоянной жѐсткостью). Эта жѐсткость также обусловлена присутствием в воде солей кальция и магния, но в виде сульфатов и хлоридов. Эти соли при повышении температуры из-за их пониженной растворимости уходят в осадок и образуют накипь, которую трудно удалить.

Кроме того, присутствие в воде котла оксида кремния может приводить к образованию жѐсткой накипи, которая вступает в реакцию с солями кальция и магния, образуя силикаты, твѐрдые отложения которых значительно ухудшают теплопередачу и приводят к локальному перегреву котельных труб.

Общая жѐсткость воды не относится к определѐнному типу жѐсткости. Она представляет собой сумму концентраций в воде ионов кальция и магния, выражаемых как CaCO_3 . Если вода имеет повышенную щѐлочность, пропорция этой жѐсткости, равная по величине общей щѐлочности, также выражаемая как CaCO_3 , считается щѐлочной жѐсткостью, а оставшаяся часть общей жѐсткости считается нещѐлочной жѐсткостью.

Нещелочная жесткость (постоянная) + щелочная жесткость (временная) → общая жесткость

В воде также присутствуют соли, не приводящие к образованию накипи, такие как соли натрия. Они растворяются в воде намного легче, чем соли кальция и магния, и, как правило, не образуют накипи на поверхностях котла.



Общая жесткость + соли, не повышающие жесткость → общее солесодержание

Следует рассмотреть еще один термин — водородный показатель pH. Это не количественный показатель загрязнения воды. pH — это просто численное значение, представляющее потенциальное содержание водорода в воде, и являющееся мерой либо кислотности, либо щелочности воды. Вода (H_2O) содержит ионы двух типов — ионы водорода (H^+) и гидроксильные ионы (OH^-).

Если ионы водорода доминируют, раствор является кислым, и показатель pH для него находится между 0 и 6. Если же доминируют гидроксильные ионы, раствор является щелочным, и показатель pH для него находится между 8 и 14. Если количество ионов водорода и гидроксильных ионов одинаково, раствор является нейтральным, и показатель pH для него равен 7.

Кислотность и щелочность повышают электропроводимость воды по сравнению с электропроводимостью нейтрального раствора. Например, проба воды с pH = 12 имеет более высокую электропроводимость, чем проба с pH = 7.

Для улучшения качества питательной и котловой воды и приведения ее к действующим нормам воду подвергают специальной очистке (обработке). Обработка может быть:

- докотловой, при которой добавочная или вся питательная вода подвергается очистке до поступления её в котёл,
- внутрикотловой, при которой очистка котловой воды осуществляется внутри самого котла.

Ниже приведены типичные методы водоподготовки.

- Обратный осмос. Процесс, в котором сырая вода проходит через полупроницаемую мембрану, пропускающую только молекулы воды и задерживающую все примеси.
- Реагентный метод. При известковом умягчении гидратированная известь (гидроксид кальция) вступает в реакцию с бикарбонатами кальция и магния, и образуется осадок, который можно удалить. Так можно уменьшить щёлочную (временную) жёсткость воды. При помощи известково-содового умягчения (кальцинированной содой) можно путем химических реакций уменьшить нещёлочную (постоянную) жёсткость.
- Ионообменный метод. Для подготовки питательной воды котлов, производящих насыщенный пар, этот метод используют наиболее широко.

Применение того или иного метода или их комбинация позволяют получить питательную воду необходимого качества.

Требования к водно-химическим режимам паровых жаро- и водотрубных котлов давлением до 20 бар существенно отличаются.

Таблица 1. «Типичные требования к водно-химическим режимам паровых жаро- и водотрубных котлов давлением до 20 бар»



Требования к питательной воде	Жаротрубный котел	Водотрубный котел
pH	более 9,2	более 8,5
электропроводимость при 25°C	не более 300 мкСм/см (5% предельного значения для котловой воды)	не устанавливается
жёсткость	не более 0,01 ммоль/л	не более 0,2 ммоль/л
щёлочность (по фенолфталеину)	0,1 – 0,7 мг-экв/л	0,3 мг-экв/кг
содержание кислорода (O_2)	менее 0,05 мг/л	менее 0,1 мг/л
содержание железа (Fe)	менее 0,3 мг/л	менее 0,05 мг/л
содержание меди (Cu, общее)	не более 0,05 мг/л	не более 0,02 мг/л
содержание масла	менее 1 мг/л	менее 1 мг/л
содержание кремниевой кислоты (SiO_2)	не более 7,5 мг/л (5% предельного значения для котловой воды)	не устанавливается

Требования к котловой воде	Жаротрубный котел	Водотрубный котел
pH при 25°C	10,5 - 12	10,5 – 11,8
щёлочность гидратная	1 - 12	не нормируется
жесткость	не более 0,01 ммоль/л	не более 0,05 мг/л
электропроводимость при 25°C	менее 6000 мкСм/см	менее 6000 мкСм/см
окисляемость	менее 150 мг/л	не нормируется
содержание фосфата (PO_{4-3})	10 – 30 мг/л	1.1 – 38 мг/л
содержание кислородосвязывающего средства (сульфит натрия Na_2SO_3)	10 – 30 мг/л	не нормируется
содержание кремниевой кислоты	менее 150 мг/л	не нормируется

В связи с большими удельными тепловыми потоками в жаровой трубе и поворотной камере по сравнению с водотрубными котлами к качеству воды жаротрубных котлов предъявляют более жесткие требования. Неоптимальная организация водного режима ведет к ухудшению теплопередачи, образованию шлама, развитию интенсивной коррозии. Все эти факторы ведут к уменьшению срока службы оборудования и увеличению стоимости обслуживания и ремонта, снижению рентабельности и увеличению частоты простоев.

Основным средством для поддержания требуемого нормами качества котловой воды, кроме соответствующей обработки исходной воды и, если требуется, конденсата, является продувка котла. С помощью продувки представляется возможным в широких пределах регулировать концентрации солей и щелочей в котловой воде, удалять из котла взвешенные вещества и шламовидные осадки.

Соблюдение рационального режима продувок котлов является одним из важнейших мероприятий по организации водного режима, обеспечивающего нормальную работу котлов. Чем больше потери конденсата в общем пароконденсатном балансе предприятия, тем больше значение продувки и потери тепла. Существует два способа продувки котлов: **периодическая и непрерывная**.

Периодическая продувка осуществляется для удаления грубодисперсного шлама, оседающего в нижних коллекторах (барабанах) водотрубных котлов и нижних частях корпусов жаротрубных котлов. Периодическая продувка проводится по установленному графику в зависимости от типа котла. Открытие клапана периодической продувки осуществляется на непродолжительное время, за которое шлам успевает полностью удалиться. Производители современных жаротрубных котлов предлагают системы автоматической периодической продувки по таймеру. В первую очередь это необходимо для котельных, работающих в полностью автоматическом режиме.

Непрерывная продувка осуществляется для поддержания в котловой воде допустимого солесодержания, обеспечивающего получение чистого пара. В жаротрубных котлах непрерывная продувка обычно осуществляется от зоны зеркала испарения, где скапливается наибольшее количество солей. В водотрубных котлах со ступенчатым испарением продувка проводится из соленых отсеков паровых (верхних) барабанов.

Количество продувочной воды нормируется по общему солесодержанию (сухому остатку), значение которого обуславливается типом котла, его конструктивными особенностями и определяется производителем. Абсолютное значение щелочности котловой (продувочной) воды не нормируется. Тем не менее, пониженная щелочность котловой воды усиливает процесс коррозии, заключающийся в разъедании и изъязвлении стенок корпусов и труб. Повышенный же уровень щелочности приводит к повышенному пенообразованию на поверхности зеркала испарения, а в худшем случае может привести к вспениванию во всем объеме, что, в свою очередь, приведет к срабатыванию системы защиты по низкому уровню и отключению горелки. Таким образом необходимо обеспечивать нормальный уровень щелочности котловой воды, что достигается правильной организацией водоподготовки.

Часто уровень щелочности поддерживают с помощью непрерывной продувки котла. У такого способа есть ряд существенных недостатков:

- сложность / невозможность автоматизации из-за высоких температур воды,
- неконтролируемые изменения уровня щелочности между периодами контроля,



- существенно большие объемы продувки и, соответственно, потери тепла, чем при продувке по общему солесодержанию.

Современные автоматические системы непрерывной продувки предназначены для продувки по общему солесодержанию. Принцип действия системы основан на измерении электропроводимости воды в котле, по которой можно судить об общем солесодержании. Контроллер получает сигнал от датчика, определяет значение проводимости и сравнивает её с заданным значением, которое определено пользователем и внесено в память контроллера продувок. Если измеренное значение больше заданного, регулирующий продувочный клапан открывается и остается открытым до тех пор, пока не будет достигнуто заданное значение. Как правило, пользователь может также отрегулировать «зону нечувствительности» системы, чтобы она не срабатывала часто и без оснований. Такие системы позволяют поддерживать среднее значение солесодержания котловой воды на уровне близком к максимальному и тем самым снижать количество продувочной воды до минимума

На рисунке 1 приведена типичная система верхней непрерывной продувки котла по общему солесодержанию.

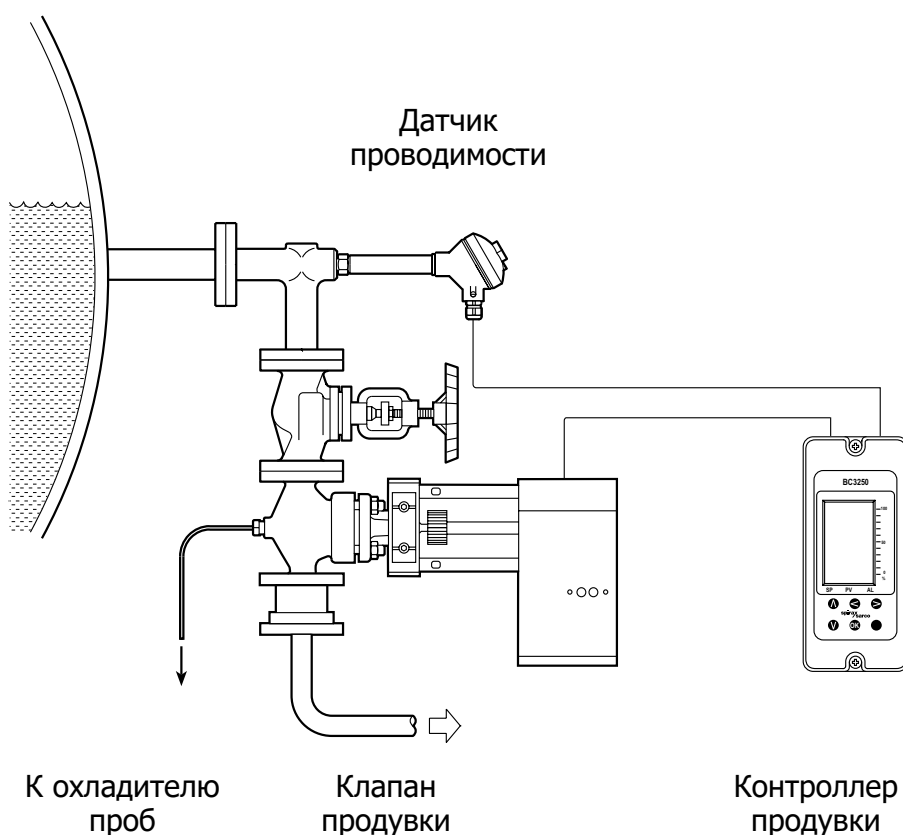


Рис. 1. Типичная система непрерывной верхней продувки котла по общему солесодержанию

Автоматическими системами непрерывной продувки по общему солесодержанию могут оснащаться и жаротрубные, и водотрубные котлы, однако из-за относительно небольшого объема воды в паровом барабане, вспенивание которой недопустимо даже в малых количествах, водотрубные котлы более чувствительны к повышенной щелочности котловой воды. Таким образом, при организации автоматической системы продувки по общему солесодержанию котловой воды в водотрубных котлах необходимо с особым вниманием относиться к контролю щелочности на этапе водоподготовки.

Обеспечение надежной эксплуатации оборудования

Алексей Викторович Васильев

Технический директор
саратовского
ООО «НПО «Поволжская
энергетическая компания»,
к.т.н., доцент

Долговечность и надежность работы современных конденсатоотводчиков практически всех конструкций зависит от нескольких факторов:

- наличия примесей в паре систем пароснабжения;
- давления пара в паропроводе и конденсата в конденсатопроводе после конденсатоотводчика (перепад давления в самом конденсатоотводчике);
- системы сбора конденсата после конденсатоотводчиков.

Наличие примесей в паре нормируется в зависимости от конструкции парового котла, давления пара и технологических требований потребителей пара.

1. Практически для всех паровых котлов основным требованием является отсутствие в питательной воде и, следовательно, в паре от парового котла солей жесткости, которые дают плотные отложения в виде накипи как на трубах парового котла, так и в паропроводах и пароконденсатной системе.
2. Вторым по важности требованием является соблюдение норм содержания кислорода в питательной воде и в паре после парового котла. Допустимое содержание кислорода в питательной воде в зависимости от давления составляет 30–50 мкг/кг.
3. И третьим по важности требованием является соблюдение норм по солесодержанию для котловой воды. Причем для котлов низкого давления количество солей в питательной воде не нормируется, но нормируется для котловой воды, пара и конденсата. Нормы для котловой воды зависят от давления пара в котлах, конструкции паровых котлов (водотрубный, жаротрубный) и находятся на уровне 1500–7000 мг/л. Солесодержание котловой воды поддерживается за счет непрерывной продувки, и для ее снижения (при норме не более 7–10%) в условиях значительного содержания солей в исходной воде необходимо частично обессоливать подпиточную воду паровых котлов.

Нормирование по солесодержанию пара и конденсата производится в зависимости от технологических требований потребителей пара. Для одних потребителей они не нормируются, а для других эти нормы довольно жесткие и составляют 5–30 мкг/кг.

Аналогичные требования относятся и к растворенному кислороду в питательной воде, паре и конденсате.

Растворенные соли и кислород попадают в пар из котловой воды либо с капельками влаги в паровом котле, либо из барабана водотрубного котла, либо из парового пространства жаротрубного котла. Допустимое влагосодержание насыщенного пара из парового котла должно находиться на уровне 3–5% в зависимости от давления и, главное, от наличия и



конструкции сепарационных устройств в барабане водотрубного котла или паровом пространстве жаротрубного котла.

В последнее время в паровых технологических котельных малой и средней мощности широко применяются современные жаротрубные котлы, вырабатывающие насыщенный пар с давлением от 6 до 25 бар. К тому же при норме солесодержания в котловой воде 3500 мг/кг и влагосодержании насыщенного пара 5% в паре будут присутствовать растворенные соли в количестве 175 мг/кг и растворенный кислород в количестве 2,5 мкг/кг. Соли жесткости выпадают в осадок либо в технологических теплообменниках, либо в конденсатоотводчиках, превращаясь в рыхлые отложения. При прохождении конденсата через конденсатоотводчики солевые осадки могут забивать отверстия и подвижные детали, что приводит сначала к пропусканию пара через устройство, а затем и к его поломке.

Кроме того, при значительном перепаде давления на конденсатоотводчике, когда конденсат отводится в атмосферный бак, растворенные соли при вторичном вскипании в конденсатоотводчике выпадают там в осадок особенно интенсивно. При этом скорость движения пароконденсатной смеси и солевого осадка в конденсатоотводчике значительно увеличивается, что приводит к абразивному износу внутренней поверхности устройства.

Последний фактор особенно сильно влияет на износ регуляторов давления пара. Чтобы предотвратить такой износ, перед регулятором давления устанавливается сепаратор, который отсекает всю имеющую влагу вместе с солями. Однако на каждый конденсатоотводчик сепаратор ставить нецелесообразно, и данную проблему необходимо решать другими способами.

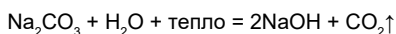
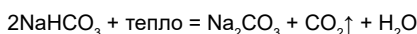
При снижении давления в конденсатоотводчиках и вторичном вскипании конденсата проблема усугубляется выделением остаточного растворенного кислорода в конденсате и, как следствие, интенсивной кислородной коррозией как в самом конденсатоотводчике, так и в конденсатопроводе от конденсатоотводчика до бака сбора конденсата.

Однако основной причиной выхода из строя конденсатоотводчиков является углекислотная коррозия. Типичные следы углекислотной (CO_2) коррозии — это характерная темно-коричневая окраска, низкий уровень pH конденсата и наличие концентраций железа.

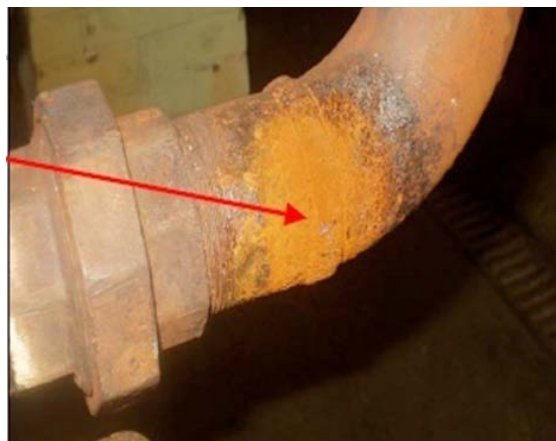
Растворенные в воде газы CO_2 и O_2 могут попасть в систему вместе с питательной водой котла. Питательная вода и возвращаемый конденсат при некачественной деаэрации, соприкасаясь с атмосферным воздухом, легко поглощают основные компоненты атмосферного воздуха — азот, кислород и двуокись углерода. При нагреве воды в котле выделяются растворенные в воде газы CO_2 и O_2 и вместе с водяным паром попадают в паровую систему. Оба этих компонента вызывают коррозию котла и трубопроводов.

Кроме того, углекислота образуется при разложении карбонатов и бикарбонатов, находящихся в питательной воде после Na-катионирования.

При нагреве питательной воды после умягчения происходят следующие реакции:

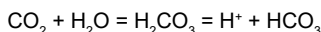


То есть при нагреве происходит разрушение бикарбоната натрия и появляются свободная углекислота и карбонат натрия. Последний при дальнейшей реакции распадается на щелочь и свободную углекислоту. Частично данный процесс происходит в деаэраторе, ча-

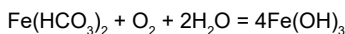
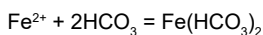


стично в котле.

Далее уносимая с паром углекислота при растворении в конденсате понижает pH и приводит к возникновению коррозии:



При конденсации пара формируется угольная кислота H_2CO_3 , которая вызывает коррозию линии возврата конденсата, где основными продуктами коррозии являются оксиды железа.



Для исключения всех этих проблем в работе конденсатоотводчиков и всей пароконденсатной системы необходимо при проектировании предусмотреть следующие мероприятия.

1. Обязательное умягчение подпиточной воды. Допустимая жесткость питательной воды не должна превышать 20 мкг-экв/кг. Как правило, для этого необходимо устанавливать автоматические станции умягчения непрерывного действия с двухступенчатым Na-катионированием.
2. Обязательная деаэрация питательной воды и ее декарбонизация. Остаточный кислород в питательной воде не должен превышать 30–50 мкг/кг в зависимости от давления пара, а содержание углекислоты должно быть менее 20 мг/кг. Деаэрацию воды возможно осуществлять двумя способами.

А). Наиболее надежный способ деаэрации возможен при помощи термических атмосферных деаэраторов с давлением 1,2 бара и 3 бара при давлении пара выше 40 бар. Причем для эффективной деаэрации питательной воды подпиточную воду перед деаэратором необходимо подогревать до 60–80°C. Это нужно для того, чтобы подпиточная вода успевала вся вскипеть в паровом пространстве деаэрационной колонки, а не подогревалась там до температуры насыщения (104,8°C). При этом необходимо на деаэраторе устанавливать надежную систему автоматического поддержания давления пара на уровне 1,2 бара.

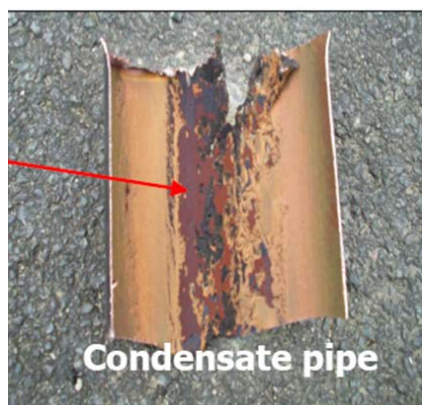
Стоит отметить, что при резко переменном характере расхода подпиточной воды и автоматическом поддержании ее температуры на уровне 80°C при помощи регулирующего клапана возможны случаи, когда подпиточная вода перегревается и вскипает не в деаэраторе, а в трубопроводе, идущем от теплообменника подогрева химически очищенной подпиточной воды до деаэратора (данный трубопровод целесообразно выполнить из нержавеющей стали). Это, как правило, происходит тогда, когда уровень воды в деаэраторе достигает максимума и расход подпиточной воды снижается до нуля, а регулирующий клапан, имея инерционность, продолжает подогревать воду при минимальном ее расходе. Исходя из этого необходимо, чтобы схема автоматики деаэратора одно временно отслеживала и давление пара в деаэраторе, и уровень воды в баке, и температуры питательной и подпиточной воды. Причем для надежной работы необходимо предусматривать плавное П-Д-регулирование.

Б). Для котельных небольшой мощности, когда термический деаэратор с системой подогрева воды и автоматикой по стоимости становится соизмерим с ценой паровых котлов, возможно использовать химическую деаэрацию. Она представляет собой дозирующую станцию, которая в зависимости от расхода питательной воды добавляет в нее комплексонат, связывающий растворенный кислород.



Это не позволяет кислороду выделяться как в самом котле, так и далее по пароконденсатному тракту. Стоимость данной установки в разы ниже термической деаэрации, но она потребует существенного увеличения годовых издержек на химреагенты, так как стоимость современных комплексонов, связывающих кислород, очень высока, а его годовой расход значителен. Самым дешевым отечественным комплексоном, обеспечивающим качественную химическую деаэрацию, является бисульфит натрия.

- В). Наиболее эффективным способом деаэрации воды является комбинированная деаэрация питательной воды. После основной деаэрации в термическом деаэраторе остаточный кислород связывается при помощи дозирования в питательную воду бисульфита натрия. При этом дополнительно увеличивается pH питательной воды и щелочность котловой воды. Последнее позволяет повысить осаднения рыхлых отложений в котельном агрегате, которые удаляются из него с периодической продувкой и не попадают вместе с каплями влаги в паровой тракт. Наиболее эффективно это происходит в жаротрубных котлах.
3. Для избежания кислотной коррозии в пароконденсатной системе необходимо в паровых котлах поддерживать высокое значение pH. Для жаротрубных котлов водородный показатель pH должен находиться на уровне 8,5–11, что позволяет исключить кислотную коррозию как в самом котле, так и далее по паровому тракту. Кроме того, при повышенном pH в котловой воде наибольшее количество солей выпадает в осадок в виде рыхлых отложений и не попадает в паровой тракт с частицами воды во влажном паре. С учетом этого в схеме водоподготовки паровых котельных необходимо предусмотреть дозирование щелочи для увеличения pH (либо фосфатов, либо соды, либо Na(OH) в зависимости химического состава воды).
4. При некачественной сепарации пара в жаротрубных котлах в условиях работы на пониженном давлении для уменьшения величины непрерывной продувки с одновременным снижением солесодержания в насыщенном паре целесообразно предусматривать либо частичное, либо полное обессоливание воды. При этом непрерывная продувка не требуется, и водно-химический режим обеспечивается за счет периодической продувки, а также при продувке водоуказательных устройств. Это приводит к значительному снижению расхода топлива на собственные нужды котельной (от 2 до 7%) и практически исключает попадание солей в пароконденсатный тракт технологической схемы. При этом все оборудование, включая конденсатоотводчики, работает более надежно и не требует ремонта.



В современных условиях для обессоливания подпиточной воды наиболее целесообразно использовать технологии на базе обратноосмотических мембран. Наиболее рациональная схема водоподготовки состоит из следующих этапов:

- механическая очистка в осветлительных фильтрах от грубодисперсных примесей;
- предварительное умягчение в Na-катионитовых фильтрах (1 ступень, до жесткости примерно 100 мкг-экв/кг);
- обессоливание в обратноосмотической установке до солесодержания 20–30 мг/кг;
- подогрев химически очищенной воды в пластинчатом теплообменнике до температуры 60–80°C;
- термическая деаэрация воды в атмосферном деаэраторе с внутренним антикоррозионным покрытием;
- коррекционная подготовка воды по повышению pH и связыванию остаточного растворенного кислорода (и CO₂ при его наличии).

При работе паровой котельной в автоматическом режиме необходимо периодически (не реже одного раза в месяц) проводить проверку качества питательной и котловой воды, а также пара и конденсата в пароконденсатном хозяйстве. При необходимости следует корректировать работу водоподготовительной установки для обеспечения оптимального воднохимического режима.

Для исключения абразивного износа внутренней полости конденсатоотводчиков при значительном перепаде давления на нем целесообразно использовать бак сбора конденсата повышенного давления, а для уменьшения количества выпара из него — предварительно снижать температуру конденсата в охладителях до 80–90°C.

Компания Spirax Sarco помогла Sanguedolce сократить потребление энергии на 25%

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ

Компания: Sanguedolce

Регион: Бари, Италия

Цель:

Создание нового энергоэффективного молочного завода

Решение:

Продукты, решения и опыт SpiraxSarco для создания и обслуживания эффективного завода

Результат:

- Снижение потребления энергии на 25%
- Повышение качества пара
- Новый завод построен с решениями, направленными на рациональное использование природных ресурсов



Sanguedolce — это семейный бизнес, завод, производящий молочные продукты самого высокого качества. Компания гордится традициями, новыми технологиями и инновациями. Все продукты компании соответствуют европейскому законодательству в области здравоохранения и безопасности пищевых продуктов, а собственная молочная ферма предприятия сертифицирована по стандарту ISO 9001–2000.

Sanguedolce понимает важность чистого пара в производственных процессах не только с точки зрения теплопередачи, но особенно при прямом впрыске пара в производимый продукт.

Когда Sanguedolce объявила о создании нового молочного завода, специалистов Spirax Sarco попросили дать консультации по вопросам строительства нового объекта, предоставления продуктов и решений, гарантировавших энергоэффективность и устойчивость нового производства.

Решение

Проект был разделен на три этапа.

ПЕРВЫЙ ЭТАП — ПРОЕКТИРОВАНИЕ.

В рамках проекта были реализованы следующие решения:

- установка правильно выбранного деаэратора,
- повышение качества пара за счет использования генератора чистого пара (CSG),
- установка системы автоматической продувки котла по солесодержанию (TDS),
- установка дополнительных продуктов, которые помогут повысить эффективность новой котельной предприятия.

ВТОРОЙ ЭТАП — ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ.

После постройки и ввода котельной был произведен мониторинг энергоэффективности с целью контроля эксплуатации оборудования в соответствии с проектом, а также для дальнейшего повышения эффективности.

Помимо этого, мы также контролировали качество производимого пара. Контроль качества пара особенно важен для Sanguedolce, поскольку они производят такие как сыры, как рикотта и моцарелла. Эти сорта требуют особого внимания и высокого качества чистого пара во время производства. Предприятие не может рисковать качеством продукции, поэтому производство пара высокого качества обеспечил генератор чистого пара.

ТРЕТИЙ ЭТАП — ТЕКУЩАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Начиная с первых двух этапов этого проекта, Sanguedolce установила такие продукты, как система периодической нижней продувки (TDS), теплообменник и другое оборудование, способствующее непрерывной работе завода. Мы также внедрили программу обследования конденсатоотводчиков для обеспечения контроля их работы.

Клиент Sanguedolce дал высокую оценку нашим продуктам и решениям для пароконденсатной системы предприятия.

Компания получила выгоду от следующих факторов:

- снижения потребления энергии на 20–25%, что связано с увеличением количества предварительно нагретой питательной воды котла,
- повышения качества пара для обработки продукции за счет установки генератора чистого пара мощностью 3000 кг/ч,
- сокращения количества используемых реагентов для химводоподготовки,
- снижения затрат на техническое обслуживание.

Охладители проб

Алексей Владимирович Дуан

Директор по обучению
ООО «Спиракс-Сарко
Инжиниринг»

Несмотря на то, что в котельной ведется тщательная водо-подготовка, и очень часто в автоматическом режиме, тем не менее, периодический ручной контроль проб питательной и котловой воды, а также пара и конденсата просто необходим, чтобы быть уверенным в правильной работе всех элементов системы водоподготовки, а также для их калибровки.

Отбор проб воды для внешнего анализа

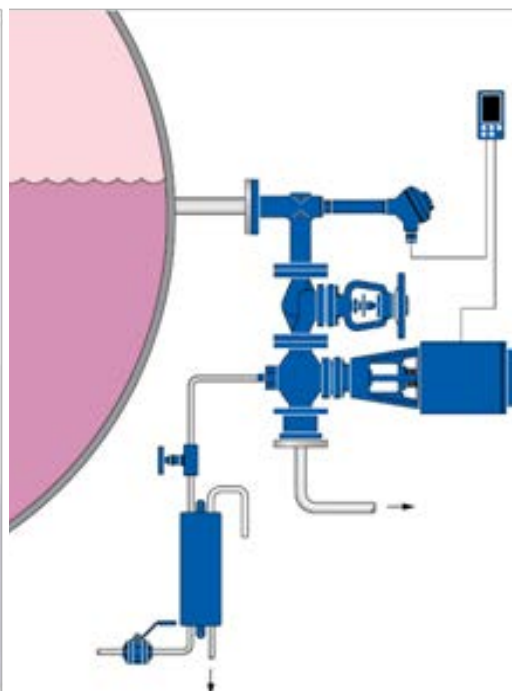
При взятии пробы котельной или питательной воды важно обеспечить достоверность результатов. Не рекомендуется брать такие пробы из стекол уровня или внешних камер датчиков уровня, поскольку вода в них является относительно чистым конденсатом, постоянно образующимся при конденсации пара во внешнем стекле / камере. По аналогии взятие проб вблизи подвода питательной воды в котел также, вероятно, даст ложные показания.

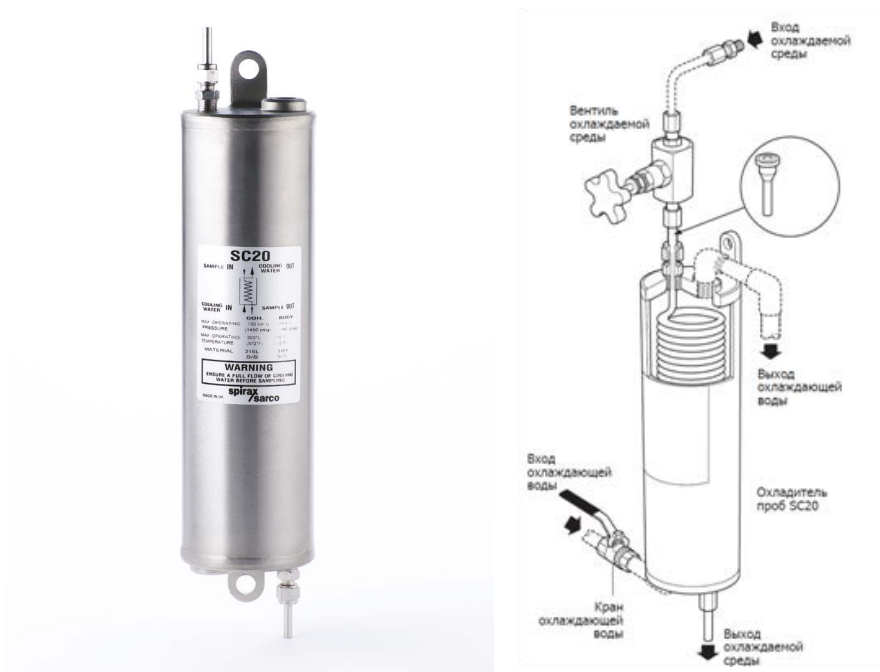
При отборе проб может произойти выброс пара из-за вторичного вскипания жидкости, находящейся под высоким давлением, что также представляет большую опасность для оператора, который берет пробу, и может привести к неверным результатам из-за потери части воды с паром.

Поскольку обычно для анализа требуется проба с температурой 25°C, то для простого и быстрого отбора пробы котловой воды можно воспользоваться специальным охладителем.

Охладитель проб SC20 представляет собой кожухотрубный теплообменник, в котором холодная вода используется для охлаждения пробы, забираемой из котла, деаэратора или конденсатного бака.

Он состоит из змеевика, изготовленного из нержавеющей стали 316L. Змеевик расположен в корпусе и омывается охлаждающей водой, имеющей противоположное направление течения. Противоток охлаждающей и охлаждаемой сред гарантирует высокоэффективное охлаждение.





Отбор проб пара для анализа

Очень часто в пищевой и фармацевтической промышленности к пару, имеющему контакт с продуктом, предъявляются повышенные требования по чистоте. Чтобы гарантировать, что пар не способствует загрязнению конечного продукта, необходимо постоянно контролировать его качество, используя метод отбора проб. В этом случае опять может быть использован охладитель SC20, так как конструкция змеевика исключает застой, накопление среды и возможность биологического заражения.

Если отбор проб требуется для тестирования эндотоксина или пирогена, то охладитель проб, трубы и клапаны должны иметь санитарную конструкцию. Для этих целей подойдет модель SSC20, предназначенная для быстрого и безопасного отбора проб воды и пара в системах высокой чистоты, в системах приготовления воды для инъекций (WFI) и т.п.

Отличительной особенностью указанной модели охладителей проб является:

- быстросъемное санитарное соединение для охлаждаемой пробы,
- полировка внутренней поверхности змеевика для обеспечения стерильности не менее Ra 0,5,
- материал змеевика и корпуса — нержавеющая сталь 316L,
- самодренирующаяся конструкция для исключения накопления среды и возможности биологического заражения,
- возможность полной стерилизации.

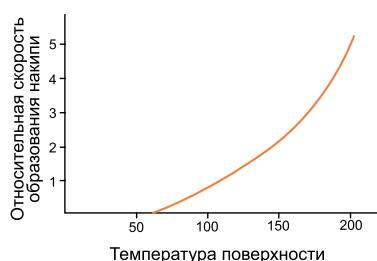
Метод отбора проб с использованием охладителей проб для анализа качества котловой, питательной воды и конденсата в котельной, а также качества пара на производстве является хорошей инженерной практикой и должен использоваться не только во время ввода системы в эксплуатацию, но и в процессе постоянной генерации и использования пара.

Вы спрашивали — мы отвечаем!

Порой в процессе работы возникают непростые вопросы, требующие экспертного мнения. Такие вопросы поступают и в нашу редакцию, и мы хотим поделиться ответами со всеми читателями «Spirаскопа», поэтому запускаем новую рубрику.

В каждом выпуске опытные эксперты Spirax Sarco будут отвечать на один или несколько самых интересных вопросов читателей. Чтобы задать свой вопрос, Вы можете воспользоваться формой обратной связи на последней странице.

Вопрос: Особенности работы теплообменного оборудования при подогреве питательной воды повышенной жесткости.



Ответ: Не секрет, что жесткая питательная вода приводит к появлению накипи, которая снижает качество переноса тепла и эффективность работы теплообменного оборудования. Существует опасность осаждения солей жесткости (накипи) на внутренней поверхности теплообменника. Интенсивность образования накипи зависит от жесткости воды и температуры нагревающей поверхности.

Для снижения скорости образования накипи можно уменьшить температуру теплоносителя. Возможен не один вариант решения.

Одним из возможных решений является **двухконтурная установка**.

Первый контур — пароводяной. Паром греем умягченную чистую воду в замкнутом контуре. Второй контур — водоводяной. В водяном теплообменнике происходит нагрев воды повышенной жесткости чистой умягченной водой.

В данном случае снижается градиент температур до минимально возможного. К очевидным недостаткам данной системы относятся ее высокая стоимость и громоздкость.

Второй вариант предполагает **проектирование пароводяного теплообменника для работы при давлении пара ниже атмосферного** (на вакууме), например, при температуре пара 70–90°C. В данном случае особенно важна работа автоматики при заданных параметрах системы (регулирование по пару): клапаны, конденсатоотводчики и т.д. Данный вариант реже встречается на практике, поскольку специалисты не привыкли работать с вакуумными теплообменниками.



Письмо в редакцию!

По традиции мы дарим подарки читателям нашего журнала. Для этого Вам необходимо ответить на вопросы, разгадать кроссворд и отправить заполненную страницу в редакцию журнала до **20 декабря**.



Ф.И.О.: _____

Телефон: _____

Почтовый адрес: _____

Название предприятия: _____

1. Проголосуйте за лучшую, по Вашему мнению, статью этого номера:

☐

2. О какой теме Вы бы хотели прочесть в нашем следующем выпуске?

3. Ребус



4 — Д



”



,



3 — О



4 — Ч

”



Ответ на ребус: _____

Впишите ответ в поля и отправьте нам по электронной почте, нажав на кнопку

ОТПРАВИТЬ ПО ПОЧТЕ

ООО “Спиракс-Сарко Инжиниринг”, 198188, Россия, Санкт-Петербург, ул. Возрождения, д. 20а, литер А

☎ +7 (812) 640 90 44

✉ spirascope@ru.spiraxsarco.com

🌐 www.spiraxsarco.com/global/ru

Мы всегда рады Вашим вопросам и предложениям! Для этого Вы можете воспользоваться контактной формой на сайте.

ПОСЛАТЬ ЗАПРОС