

## СОВРЕМЕННЫЕ УСТАНОВКИ ДОКОТЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ – ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ БЕЗОПАСНОЙ И ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОВЫХ И ВОДОГРЕЙНЫХ КОТЛОВ

**Селютин Д.И.,**

эксперт Единой системы оценки соответствия на производственных объектах, где используется оборудование, работающее под давлением.

**Выгривач А.Н.,**

эксперт Единой системы оценки на производственных объектах, где используется оборудование, работающее под давлением.

Seliutin\_di@list.ru

**Аннотация.** Докотловая подготовка воды паровых и водогрейных котлов является важным ключом к их безопасной и длительной эксплуатации. Борьба с коррозией и осаждением накипи на теплообменных элементах энергетического оборудования реализуется за счет широкого спектра аппаратурно-процессного оформления, который может существенно продлить срок службы оборудования, повысить КПД, снизить капитальные затраты и т.д. В данной работе рассмотрены основные аспекты промышленной безопасности в части проведения докотловой обработки воды. Сформулированы общие стороны в организации процесса докотловой обработки воды для паровых и водогрейных котлов. Стоит отметить, что требования к реализации процессов докотловой подготовки воды носят достаточно мягкий характер и недостаточно точно отражены в нормативно-технической документации. Предполагается, что будут разработаны новые современные требования к организации докотловой обработки воды, которые будут отражать современные особенности оборудования теплоэнергетических процессов.

**Ключевые слова:** промышленная безопасность, докотловая обработка, установки.

## MODERN INSTALLATION TO BOILER WATER TREATMENT - ONE OF THE FACTORS OF SAFE AND CONTINUOUS OPERATION OF STEAM AND HOT WATER BOILERS

**Seliutin D.I.,**

expert Unified conformity assessment system at work sites where the equipment operating under pressure.

**Vygrivach A.N.,**

expert uniform evaluation system at the production facilities where the equipment operating under pressure.

**Abstract.** Preboiler treatment of water for water and steam boilers is an important key to their safe and continuous operation. Controlling of the corrosion and scum deposition on the heat exchange element of power equipment is realized through a wide range of processes, which can significantly prolong the working period of the equipment, increase efficiency, reduce capital costs, etc. In this paper; the basic aspects of industrial safety in terms of preboiler water treatment was treated. General aspects of organizing the process of preboiler water treatment for steam and water boilers were formulated. It should be noted that the requirements for the implementation of water treatment processes for preboiler treatment are rather mild in content and did not accurately reflect the legal and technical documentation. It is assumed that the development of new modern requirements for the organization of preboiler water treatment, which will reflect the modern features of the equipment of thermal power processes.

**Keywords:** industrial safety, preboiler treatment, facilities.

Реализация политики промышленной безопасности на объектах теплоснабжения является важной задачей, которая регулируется на законодательном уровне. Согласно Приказу №116 Ростехнадзора [1] организация, которая эксплуатирует котлы, должна вести водно-химический режим работы котлов, который должен включать в себя докотловую и внутрикотловую обработку воды с обес-

печением химического контроля за соблюдением водно-химического режима. Поэтому Ростехнадзор проводит плановые работы по проверке готовности организаций теплоснабжения к отопительному сезону.

Способ докотловой подготовки питательной воды является более эффективным, по сравнению с внутрикотловым умягчением и именно он обеспе-

чивает надежную работу котлов. Использование докотловой подготовки позволяет избежать осаждение накипи на поверхностях нагрева при условии выхода чистого пара, в то время как внутрикотловое умягчение не позволяет достичь такого эффекта. Накипь формирует дополнительное термическое сопротивление на поверхности нагрева, что снижает коэффициент теплопередачи и приводит к снижению эффективности работы котла. Часто происходит перегрев труб и их прогорание. Наличие отложений на теплообменном оборудовании приводит к повышению давления в котле и загрязнению пара, что также недопустимо. Такие факторы, как наличие отложений на трубах непосредственно влияют на промышленную безопасность, поэтому устранение данного вредного воздействия является весьма критичной задачей.

Паровые котлы с естественной и многократной принудительной циркуляцией, паропроизводительностью 0,7 т/ч и выше, прямоточные паровые котлы независимо от паропроизводительности, а также водогрейные котлы должны быть оборудованы в обязательном порядке установками докотловой обработки воды. Согласно [1] подпитка сырой водой котлов, которые оборудованы устройствами докотловой обработки воды, не допускается.

Можно сформулировать два основных требования, которые непосредственно влияют на промышленную безопасность: вода должна быть осветлена и умягчена; кислород и растворенные газы должны быть удалены из воды.

Современные установки докотловой обработки воды реализуют в себе отстаивание, механическую очистку воды от примесей фильтрованием на осветлительных фильтрах (концентрация взвешенных частиц не выше 100 мг/л), коагуляцию и фильтрование (концентрация взвешенных частиц выше 100 мг/л, щелочность не выше 1,5 мг·экв/кг), известкование с коагуляцией и фильтрованием, содоизвесткование с коагуляцией и фильтрованием и другие.

Отстаивание воды реализуется в специальных отстойниках (объем отстойника равен 1,5-2 часовых производительности теплогенерирующей установки по воде). После отстаивания производится осветле-

ние на осветлительных фильтрах, заполненных дисперсным материалом (дробленый антрацит, кварцевый песок, мрамор). Далее производится коагуляция и осветление. В качестве коагулянтов используют  $Al_2(SO_4)_3$ ,  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ . Коагулят оседает и задерживается на фильтре. Далее производится снижение жесткости воды.

Среди большого спектра типов докотловой обработки в большинстве своем используют метод катионного обмена. В воду добавляют химические реагенты, которые переводят соли жесткости в шлам, который удаляется из котла при использовании продувки. Щелочность котловой воды должна находиться в пределах 3-20%. При щелочности менее 3%, в воду добавляют гидроксид натрия. При превышении предела щелочности в 20% используют дополнительную обработку нитратами ( $NaNO_3$ ).

Наиболее распространенными методами ионного обмена является Na-катионирование и H-катионирование. Достаточно редко используют аммоний-натрий-катионирование и натрий-хлор-ионирование.

При натрий-катионировании воду пропускают через слой катионита (сульфоуголь, глауконит и другие). Жесткость воды при этом снижается, а щелочность остается неизменной. Метод водород-катионирования часто применяют совместно в натрий-катионирования по параллельной, последовательной или смешанной схеме. В качестве катионита используют сульфоуголь, при регенерации фильтра 2% раствором  $H_2SO_4$ . Необходимость совмещения этих двух методов катионирования заключается в том, что вода после H-катионирования является агрессивной и домягчается в Na-катионитовом фильтре. Na-катионирование в одну ступень применяют для закрытых систем теплоснабжения при жесткости менее 5 мг·экв/кг; для открытых систем теплоснабжения и горячего водоснабжения при жесткости менее 2 мг·экв/кг. Для тех же условий и ограничений может использоваться H-катионирование с «голодной» регенерацией. Схема катионирования, как правило, достаточно проста и состоит из насоса-дозатора и колонны умягчения с ионообменной смолой. Особое внимание уделяется системе дозирования, которая

обеспечивает выход воды с заданными параметрами, что реализуется автоматизированной системой контроля непрерывного или периодического типа.

Современные установки докотловой обработки включают в себя многие другие подходы, которые используются реже: электродиализ, магнитный и ультразвуковой методы, обратный осмос, ультрафильтрацию и др. Электродиализ в большинстве своем используют для снижения жесткости. Магнитный метод очистки применяют в отопительных котельных. Метод используют для вод с карбонатной жесткостью (6-8 мг·экв/л), содержанием железа и кислоты до 0,3 мг/кг. К недостаткам метода относится то, что аппараты обычно устанавливают в помещениях без постоянного пребывания людей, которые должны быть снабжены защитой от магнитных полей. Ультразвуковая обработка является достаточно интенсивным методом, но подходит для рабочего слоя накипи толщиной 0,1 мм, что является малоинтенсивным для более сильных отложений. Наиболее экологичным среди всех рассматриваемых методов является обратный осмос, при котором отсутствует расход реагента и стоки в канализацию.

Коррозионная активность воды может быть также снижена с использованием деаэрации. Наиболее простым методом является нагрев воды с последующей дегазацией. Дегазация также может реализовываться добавлением химических реагентов с помощью дозирующих насосов. Несмотря на то, что деаэрация достаточно затратная технология, она является более экологически чистой по сравнению с любым из реагентных методов. Наиболее перспективной схемой деаэрации в последнее время является деаэрация в вихревых аппаратах, которые обладают высокой компактностью и высокой производительностью, по сравнению с термическими деаэраторами.

Стоит отметить, что требования к реализации процессов докотловой подготовки воды носят достаточно мягкий характер и недостаточно точно регламентированы в нормативно-технической документации. Предполагается, что будут разработаны новые современные требования к организации докотловой обработки воды, которые будут отражать современные особенности оборудования теплоэнергетических процессов.

### Список литературы

1. Приказ Ростехнадзора №116 от 25.03.2014. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением».
2. Карауш С.А. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство». – Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003. – 116 с.
3. Моисеев Б.В. Водоподготовка и водный режим котельных установок: учебное пособие. – Тюмень: РИО ГОУ ВПО ТюмГАСУ, 2010. – 100 с.