

ЭНЕРГЕТИКА. ЭНЕРГОРЕСУРСЫ КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

doi: 10.51639/2713-0576_2022_2_2_18

УДК 621.187.12

ГРНТИ 44.00.00

ВАК 05.14.04, 05.14.14

Повышение эффективности работы термических деаэраторов

* Морозов Д. С., Пазушкина О. В.

Ульяновский государственный технический университет
432027, Россия, Ульяновск, ул. Северный Венец, 32

e-mail: * goodwin731@mail.ru, o.pazushkina@ulstu.ru

Целью работы является рассмотрение вариантов экономии пара при работе атмосферного деаэратора с незначительными изменениями в схеме его работы без ухудшения качества деаэрации. Авторы работы предлагают внедрение мероприятий по закрытию выпара атмосферного деаэратора в некоторых режимах и контролю подачи химически очищенной воды в деаэратор. Предложенный проект не требует значительных капитальных затрат и подтвердил потенциальную эффективность с помощью проведённых экспериментов.

Ключевые слова: атмосферная деаэрация, закрытие выпара, регулирование подачи химически очищенной воды.

Одним из важных этапов подготовки воды для паровых котлов является деаэрация. Часто используется атмосферная деаэрация, что удобно как с практической точки зрения (наличие пара на процесс), так и с точки зрения эффективности данный тип деаэрации позволяет достигать нужных результатов по остаточному содержанию агрессивных газов в питательной воде [1]. При всех достоинствах атмосферной деаэрации существуют некоторые недостатки, одним из которых мы выделяем значительный расход пара. Он обусловлен самим принципом снижения уровня содержания кислорода в воде с учётом повышения температуры и давления, когда эти параметры выдерживаются именно подачей новой порции пара в агрегат. Также важным моментом, влияющим на экономичность, является работа деаэрационной установки с постоянно открытым выпаром в атмосферу. Поэтому у инженеров стоит вопрос о более эффективном использовании энергоресурсов при использовании атмосферных деаэраторов не изменяя конструкцию кардинально.

На примере котельной пивоваренного завода АБИнБев-ЭФЕС в Ульяновске рассмотрим возможные пути повышения эффективности работы котельной установки. В котельной имеется два паровых котла паропроизводительностью по 23 т пара в час каждый, деаэратор TDM-50 и конденсатный бак, в который перекачивается конденсат с производства. Питание деаэратора происходит из двух источников – химически очищенная вода (ХОВ) и возвращаемый с производства конденсат. Процент конденсата в питании деаэратора доходит до 85...90 %, сам конденсат имеет значительную температуру, низкую жёсткость, высокое значение pH. Потребителем подготовленной деаэрированной (питательной) воды является паровой котёл, и содержание остаточного кислорода в ней должно быть минимально возможным [1]. Осенью 2021 года было проведено исследование конденсата с точки зрения остаточного содержания кислорода [2], которое показало, что его содержание там незначительно и составляет от 18 до 30 мг/дм³, что практически укладывается в норматив по содержанию кислорода в котловой и питательной воде [1,2]. Далее была предложена рассматриваемая схема модернизации деаэрационной установки, представлена на рисунке 1.

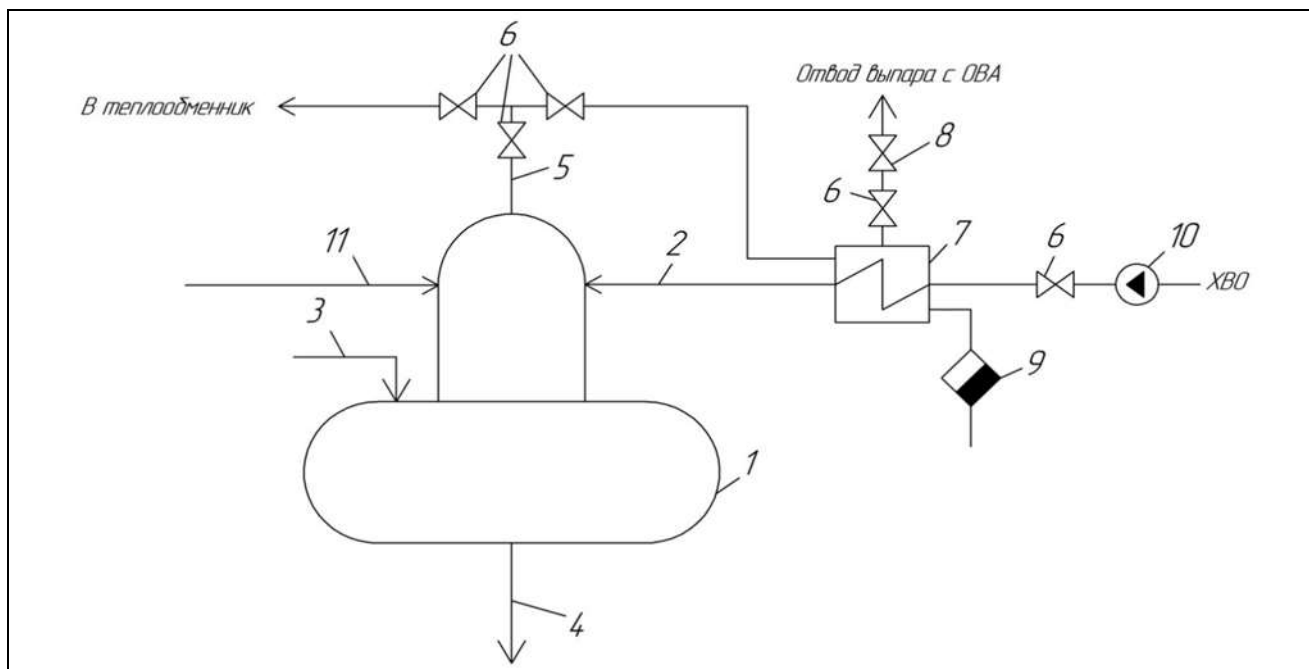


Рис. 1. Модернизируемая схема деаэрационной установки: 1 – атмосферный деаэратор TDM-50; 2 – трубопровод подвода исходной воды; 3 – трубопровод подвода греющего агента; 4 – трубопровод отвода деаэрированной воды; 5 – трубопровод отвода выпара; 6 – вентиль; 7 – охладитель выпара; 8 – автоматический клапан; 9 – конденсатоотводчик; 10 – насос подачи исходной воды; 11 – трубопровод подвода конденсата

Было предложено закрывать выпар деаэратора в режимах работы установки, при которых удаления агрессивных газов не требуется, с помощью автоматического клапана (рис. 1), который будет срабатывать по потоку ХОВ. Первый режим – это режим, при котором отсутствует подпитка деаэратора из любых источников. В данном режиме вся вода, поданная в деаэрационную колонку, уже находится в баке запаса, агрессивные газы удалены. В данном случае автоматический клапан (рис. 1) на выпаре закрыт. Второй режим – режим подпитки деаэратора из конденсатного бака. Питание происходит также, как и в случае с ХОВ, в деаэрационную колонку, но из-за незначительного остаточного содержания кислорода в данной воде подпитка деаэратора происходит без ущерба для качества производимой питательной воды. Далее следуют ещё два режима работы, при которых выпар с деаэратора будет открыт. Это, во-первых, подпитка только химически очищенной водой. В этом случае содержание кислорода в исходной воде максимально, в сотни раз выше нормативного для подпиточной воды котлов [1], поэтому после процесса деаэрации требуется выведение удалённого из воды кислорода через выпарную трубу. Во-вторых, при значительной просадке уровня воды в баке запаса деаэратора (когда идёт большой разбор питательной воды) подпитка деаэратора происходит с двух источников – конденсат из бака запаса и ХОВ. Здесь также требуется выведение удалённого кислорода вместе с выпаром, хотя в данном случае его содержание несколько ниже, чем в предыдущем случае.

Соответственно, закрытие выпара должно происходить по потоку ХОВ – если он есть, то автоматический клапан всегда открыт, в других случаях закрыт. В предложенную схему также включён конденсатоотводчик, который необходим для отвода сконденсированного выпара. Если теплообмена на охладителе выпара (ОВА) не происходит (когда подпитки ХОВ нет), то данный конденсатоотводчик будет сдерживать газовую фазу выпара в получившейся замкнутой системе при закрытом автоматическом клапане на трубопроводе отвода выпара в атмосферу. Настройки самого деаэратора при модернизации системы не меняются, уставка по давлению остаётся прежней, но при замыкании системы нет потерь тепла в режиме

простоя (отсутствия подпитки), также снижается мгновенный расход пара при подпитке конденсатом. Эксперимент, проведённый осенью 2021 года с принудительной подпиткой только конденсатом и закрытым выпаром, показал, что содержание остаточного кислорода постепенно снижается с обычных 12...14 мг/дм³ до 5...7 мг/дм³ [1,2].

Ещё одним направлением повышения эффективности работы деаэрационной установки является изучение правильной подачи ХОВ. Обычно поток подпиточной химически очищенной воды не контролируется и определяется достаточно быстрым наполнением деаэратора. В то же время важно по возможности максимально (в пределах до 90...95 °С) нагреть ХОВ перед тем, как вода попадёт в деаэрационную колонку. На примере той же котельной пивоваренного завода АБИнБев-ЭФЕС в Ульяновске рассмотрим разные режимы подачи ХОВ. До начала исследования заполнение деаэратора химочищенной водой происходило с потоком около 9...10 м³/ч. С одной стороны, запас деаэрированной воды увеличивался быстро, с другой, нагрев этой воды перед подачей в деаэрационную колонку был незначительным и составлял около 5...7 °С, увеличиваясь в 8...10 °С до 13...17 °С, что очень мало. Поэтому осенью 2021 года был проведён эксперимент по занижению подачи ХОВ для увеличения температуры подаваемой воды в деаэратор. Как уже было сказано выше, конденсат составляет большую часть подпитки деаэратора, и не проходит через охладитель выпара из-за высокой температуры конденсата. Поэтому, мы можем до разумных пределов понизить расход ХОВ. При проведении эксперимента подача уменьшалась до 2 м³/ч, что давало возможность увеличить температуру после ОВА до 40 и более °С, но возникала проблема просадки уровня деаэрированной воды в баке запаса до критически низкого уровня. Поэтому через некоторое время наблюдений было признано целесообразным выставить поток ХОВ на уровне 5,8...6,0 м³/ч, что дало возможность увеличить температуру подаваемой воды в деаэратор на 15...17 °С и получить 24...27 °С. В этом случае просадка уровня запаса деаэрированной воды не так значительна и быстро компенсируется подачей возвращаемого с производства конденсата. Регулирование подачи возможно несколькими способами. Первый, наиболее простой – это дросселирование: поджимаем вентиль на трубопроводе подачи ХОВ до требуемых значений. Второй способ, более предпочтительный – это использование частотного привода на насосе подачи (рис. 1), с помощью которого можно выставить достаточно точно значение подачи с требуемыми параметрами. Этот вариант может обеспечить плавный пуск и менее напряжённую работу насоса подачи.

Таким образом, в статье рассмотрены варианты возможного повышения эффективности работы термических атмосферных деаэраторов без внесения серьёзных изменений в конструкцию.

Конфликт интересов

Авторы статьи заявляют, что у них нет конфликта интересов по материалам данной статьи с третьими лицами на момент подачи статьи в редакцию журнала, и им ничего не известно о возможных конфликтах интересов в настоящем со стороны третьих лиц.

Список литературы

1. ГОСТ 16860-88 Деаэраторы термические. Типы, основные параметры, приемка, методы контроля от 04.11.88 N 3646 – [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200011642> (14.03.2022)
2. РД 10-165-97 Методические указания по надзору за водно-химическим режимом паровых и водогрейных котлов. – [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200026705> (14.03.2022)

Improving the efficiency of thermal deaerators

Morozov D. S., Pazushkina O. V.

UISTU, 432027, Russia, Ulyanovsk, 32 Severny Venets str.

The aim of the work is to consider options for saving steam during the operation of an atmospheric deaerator with minor changes in its operation scheme without deterioration in the quality of deaeration. The authors of the paper propose the introduction of measures to close the atmospheric deaerator vapor in some modes and control the supply of chemically purified water to the deaerator. The proposed project does not require significant capital expenditures and has confirmed its potential effectiveness with the help of conducted experiments.

Keywords: atmospheric deaeration, vapor closure, regulation of chemically purified water supply.