

doi: 10.51639/2713-0576_2024_4_2_59

УДК 621.18

ГРНТИ 44.31.35

ВАК 2.4.5

**Подогрев химически очищенной воды с помощью пластинчатого теплообменника
вместо кожухотрубного охладителя выпара**

*Морозов Д. С., Пазушкина О. В.

*ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» (УлГТУ),
432027, Россия, г. Ульяновск, ул. Северный Венец 32*

email: goodwin731@mail.ru, o.pazushkina@ulstu.ru

Аннотация

Целью данной статьи является исследование работы атмосферного деаэратора при замене кожухотрубного охладителя выпара на пластинчатый теплообменник для подогрева химически очищенной воды выпаром атмосферного деаэратора. Проанализирована возможность применения другого типа теплообменного аппарата без ухудшения свойств питательной воды паровых котлов. Проведённые исследования подтверждают такую возможность, показывают свою эффективность.

Ключевые слова: атмосферная деаэрация, охладитель выпара, пластинчатый теплообменник, закрытие выпара.

Работа объектов промышленности и энергетики часто связана с применением пара и, зачастую, этот пар производится самими предприятиями. Для этого используются паровые котлы с различным вспомогательным оборудованием, а вода проходит несколько этапов подготовки, среди которых выделяют основные – механическая очистка (песочные или гравийные фильтры), умягчение (чаще всего Na-катионирование), удаление агрессивных газов (обычно атмосферная термическая деаэрация). На стадии атмосферной деаэрации в качестве греющего агента применяют пар, т.к. сам деаэратор обычно находится рядом с источником (паровой котёл), его транспортировка несложна. Но здесь возникает вопрос экономичной работы деаэратора и минимизации расхода пара на процесс. Поэтому для утилизации выпара деаэратора, который выводит удалённые агрессивные газы в атмосферу, применяют охладитель выпара (ОВА), который использует энергию отводимых с высокой температурой газов для подогрева химически очищенной воды (ХОВ). Типовой ОВА представляет собой кожухотрубный пароводяной теплообменник, у которого имеется дополнительный трубопровод отвода несконденсировавшихся газов в атмосферу. Принцип его работы основан на том, что выпар проходит в межтрубном пространстве аппарата, а в трубках проходит нагреваемая им ХОВ. Из-за этого аппарат имеет значительные массу

и габариты. Также особенностями аппаратов данного типа являются сложность ремонта и невозможность регулирования его параметров ввиду монолитности конструкции.

При реализации проекта по закрытию выпара [1, 2] на котельной завода АБ ИнБев Эфес в 2023 году было предложено включить в схему узла деаэрации пластинчатый теплообменник параллельно существующему ОВА, который предполагается включить вместо ОВА. Отметим несколько причин данной модернизации. Во-первых, не имелось резервной схемы утилизации выпара деаэратора при условии вывода ОВА из работы, например, при ремонте или внутреннем осмотре. Срок службы охладителя выпара около 10-15 лет, анализ суточных расходов ХОВ показывает, что в аппарате возможна утечка. Если подать ХОВ в деаэратор без подогрева, то значительно увеличивается расход пара на деаэрацию (на 2-4 тонны пара в сутки). Во-вторых, у пластинчатых теплообменников выше коэффициент теплопередачи, что позволяет получить больше тепловой энергии при сопоставимой площади теплообмена или уменьшить эту поверхность при схожем значении температур на выходе с теплообменника перед подачей в деаэрационную колонку. Здесь же можно отметить, что значительное количество пластинчатых теплообменников имеют разборную конструкцию, что позволяет регулировать тепловую мощность, просто добавляя или убавляя пластины. Разборная конструкция теплообменника предполагает простой ремонт аппарата. В-третьих, при отсутствии дополнительного места в котельных (бывает на объектах малой производительности) установка кожухотрубного охладителя выпара невозможна из-за значительных габаритов ОВА. Исходя из этого у пластинчатых теплообменников ниже металлоёмкость и масса аппаратов, что облегчает обслуживание.

Рассмотрим данную схему более подробно (рис. 1). Конденсат поступает в деаэратор напрямую без дополнительного подогрева. Это связано с его высокой температурой (91-95 °С). Возврат конденсата значителен и составляет около 90 % потреблённой паровыми котлами воды, что позволяет обходиться одноступенчатым Na-катионированием при подготовке ХОВ. В то же время температура ХОВ очень низкая (около 10 °С), что не позволяет направить её в деаэратор без подогрева. Также значительная разница рабочей температуры атмосферного деаэратора и добавочной воды (ХОВ) напрямую влияет на расход пара установкой. Использование ОВА приводит к повышению температуры ХОВ на 15-25 °С, снижает нагрузку на деаэратор, понижает расход пара на процесс. После реализации проекта работа установки возможна в трёх вариантах, два из которых – работа с одним из теплообменников.

Вариант №1. Работа через охладитель выпара. В данном случае ХОВ проходит по трубкам ОВА нагреваясь от выпара, поступающего в паровой объём теплообменника. Выпар частично конденсируется, далее отводится в барботёр охлаждения сточных вод, а несконденсировавшиеся газы выводятся в атмосферу. Открыты затворы 6, 16, 8 на линии выпара, конденсата выпара, отвода несконденсировавшихся газов, а также 17 и 10 на линии ХОВ.

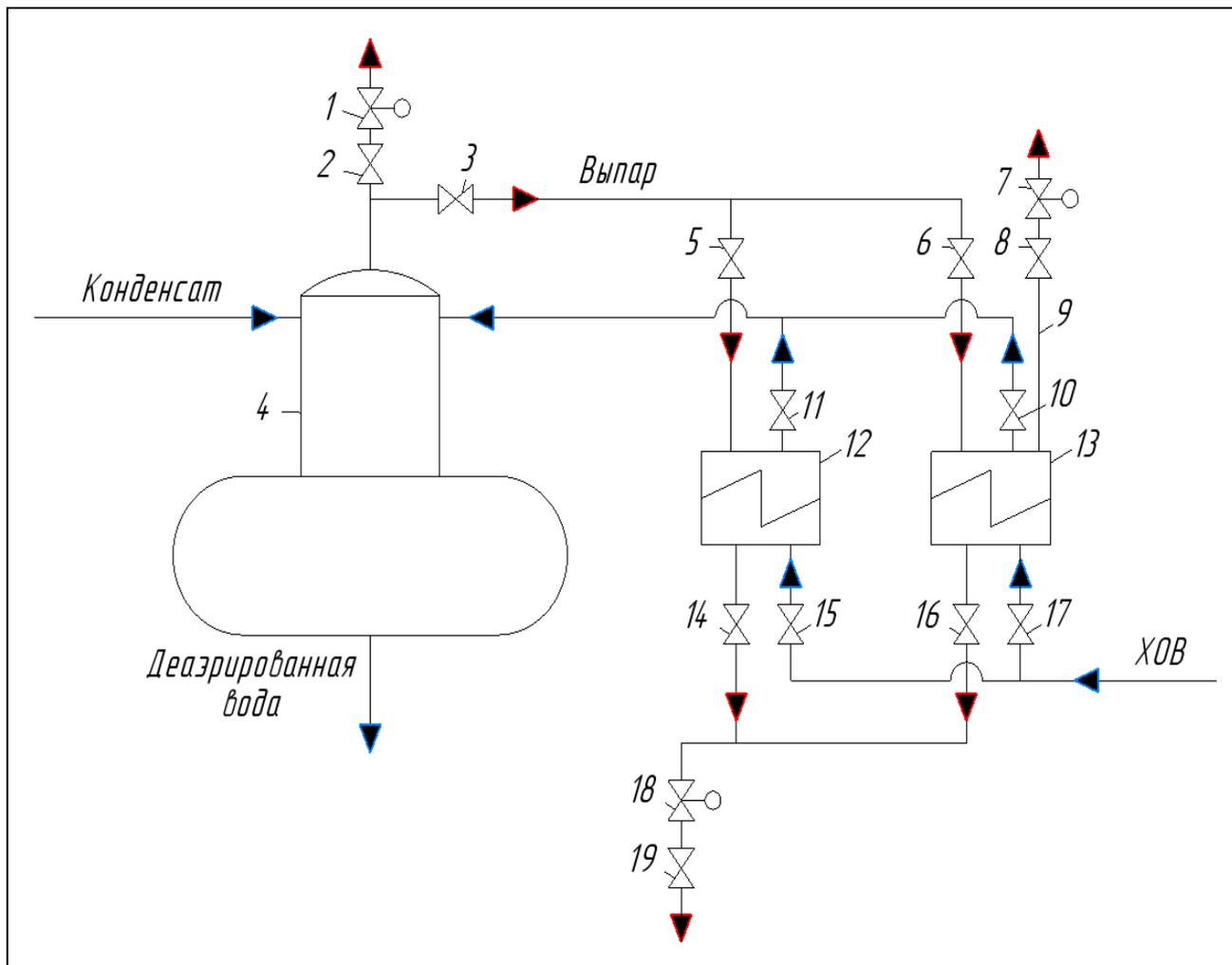


Рис. 1. Схема узла деаэрации с применением разного типа теплообменников для нагрева ХОВ: 1 – автоматический клапан; 2 – затвор; 3 – задвижка; 4 – атмосферный деаэратор TDM-50; 5, 6, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 19 – затворы; 7 – автоматический клапан; 9 – трубопровод отвода выпара в атмосферу; 12 – пластинчатый теплообменник, 13 – кожухотрубный охладитель выпара; 18 – автоматический клапан

Вариант №2. Работа через пластинчатый теплообменник. Если кожухотрубный ОВА выведен из эксплуатации (ревизия, ремонт и т.д.), то в работу включаем пластинчатый пароводяной теплообменник. Открыты затворы 5 и 14 линии выпара и конденсата, а также 15 и 11 линии ХОВ. Основное отличие от ОВА (кроме типа аппарата) заключается в том, что у него отсутствует трубопровод отвода выпара в атмосферу. Это означает, что неконденсируемая часть выпара будет отводиться вместе с конденсатом выпара в барботёр.

Вариант №3. В данном случае не используется ни один из теплообменников, задвижка 3 закрыта, выпар направляется непосредственно в атмосферу (затвор 2) и регулируется клапаном 1. Ввиду отсутствия утилизации выпара на подогрев ХОВ некоторая экономия получается при закрытии автоматического клапана в моменты отсутствия подпитки ХОВ, т.е. когда не требуется деаэрации [1, 2].

На данный момент используется второй вариант, который показал практическую возможность работы пластинчатого теплообменника в качестве охладителя выпара. Измерения показывают, что температура на выходе с теплообменника увеличивается также на 15-25 °С (в зависимости от потока ХОВ), как и при использовании ОВА, значения остаточного кислорода в пределах норматива (15,5-19 мкг/дм³) [3], габариты аппарата (Alfa Laval TS6-MFG) незначительны (704/400/500 мм) и позволяют разместить его рядом с деаэрационной колонкой, что упрощает транспортировку как выпара, так и ХОВ.

После реализации проекта по закрытию выпара в некоторых режимах работы и переходе на пластинчатый теплообменник наблюдается понижение расхода пара на деаэратор до значений в 4 тонны в сутки при простоях производства, 5-6 тонн в сутки при значительном пароразборе производством.

До модернизации нормальный суточный расход пара на деаэрацию наблюдался в диапазоне от 6 до 8 тонн в сутки, иногда повышаясь до 9-10 тонн. В среднем за месяц расход пара на деаэратор понизился на 1,5 тонны в сутки.

Вывод: реализована схема с заменой существующей модели подогрева ХОВ без ухудшения качества воды, остаточное содержание кислорода осталось на низком уровне в пределах норматива [3], появилась возможность использовать всю теплоту выпара просто добавив пластин теплообменника, габариты аппарата позволяют разместить его рядом с узлом деаэрации, упрощая транспортировку выпара и ХОВ.

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 использованной литературы

1. Золин М.В. Оценка экономичности решений по повышению эффективности атмосферной деаэрации в котельных установках / М.В. Золин, О.В. Пазушкина, Д.С. Морозов // Надежность и безопасность энергетики. 2022 – Т.15, №4. – С. 240-246.
2. Морозов Д.С. Закрытие выпара атмосферного деаэратора в некоторых режимах / Морозов Д.С., Пазушкина О.В. // В сборнике: Современная наука: актуальные проблемы, достижения и инновации. Сборник статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. Белебей, 2022. С. 108-110.
3. ГОСТ 16860-88 Деаэраторы термические. Типы, основные параметры, приемка, методы контроля от 04.11.88 N 3646. Доступ из электронного фонда нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс». Источник: <https://docs.cntd.ru/document/1200011642>

Heating of chemically purified water using a plate heat exchanger instead of a shell-and-tube vapor cooler

Morozov D. S., Pazushkina O. V.

Ulyanovsk State Technical University
432027, Russia, Ulyanovsk, Severny Venets st., 32

email: goodwin731@mail.ru, o.pazushkina@ulstu.ru

The purpose of this article is to study the operation of an atmospheric deaerator when replacing a shell-and-tube vapor cooler with a plate heat exchanger for heating chemically purified water with atmospheric deaerator vapor. The possibility of using another type of heat exchanger without deterioration of the feed water properties of steam boilers is analyzed. The conducted studies confirm this possibility and show their effectiveness.

Keywords: atmospheric deaeration, vapor cooler, plate heat exchanger, vapor closure.

References

1. Zolin M.V. Assessment of the cost-effectiveness of solutions to improve the efficiency of atmospheric deaeration in boiler plants / M.V. Zolin, O.V. Pazushkina, D.S. Morozov // Reliability and safety of energy. 2022 – Vol.15, No. 4. – pp. 240-246.
2. Morozov D.S. Closing the vapor of an atmospheric deaerator in some modes / Morozov D.S., Pazushkina O.V. // In the collection: Modern science: current problems, achievements and innovations. Collection of articles based on the materials of the III All-Russian Scientific and practical conference. Belebey, 2022. pp. 108-110.
3. GOST 16860-88 Thermal deaerators. Types, basic parameters, acceptance, control methods from 04.11.88 N 3646. Access from the electronic fund of regulatory, technical and regulatory information of the Codex Consortium. Source: <https://docs.cntd.ru/document/1200011642>