

Подоплелов Евгений Викторович,

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: uch_sovet@angtu.ru

Бородин Юрий Михайлович,

студент гр. ТМ-21-1, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,

e-mail: borodinum@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Podoplelov E.V., Borodin Yu.M.

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE RECIRCULATING WATER SUPPLY SYSTEM

Аннотация. В работе рассматриваются актуальные методы повышения эффективности систем оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях. Особое внимание уделено энергоэффективным и ресурсосберегающим технологиям. Предложены практические рекомендации по оптимизации работы систем оборотного водоснабжения.

Ключевые слова: оборотное водоснабжение, абсорбционная холодильная машина, энергоэффективность.

Abstract. The paper discusses current methods of improving the efficiency of recycled water supply systems at industrial enterprises. Special attention is paid to energy-efficient and resource-saving technologies. Practical recommendations are provided for optimizing the operation of recycled water supply systems.

Keywords: recirculating water supply, absorption refrigeration machine, and energy efficiency.

Химические предприятия потребляют значительные объемы воды для технологических процессов: охлаждения оборудования, промывки продуктов, абсорбции газов и т.д. Внедрение систем оборотного водоснабжения позволяет многократно использовать воду в технологических процессах, сокращая потребление воды из природных источников и объемы сточных вод. Для охлаждения оборотной воды в системах оборотного водоснабжения используются различные типы оборудования, выбор которого зависит от конкретных условий эксплуатации, требуемой производительности и характеристик системы. Основными видами оборудования для охлаждения оборотной воды являются: градирни, брызгальные бассейны и теплообменники (используются в системе оборотного водоснабжения преимущественно для промежуточного охлаждения теплоносителя).

В подавляющем большинстве систем оборотного водоснабжения используются градирни – промышленные установки для охлаждения оборотной воды за счет теплообмена с окружающим воздухом. Градирни могут быть следующих типов: вентиляторные, эжекционные, брызгальные и сухие (радиаторные).

В вентиляторных градирнях охлаждение происходит за счет направленного потока воздуха, создаваемого вентиляторами, вода разбрызгивается при

помощи оросительного устройства и стекает вниз по насадке, а воздух подается снизу вверх. Для минимизации потерь воды используются каплеуловители.

В эжекционных градирнях охлаждение достигается за счет создания вакуума специальными форсунками. Такие градирни способны охлаждать воду с большим перепадом температур, в том числе с очень высоких значений (до 90 °С).

В сухих радиаторных градирнях охлаждение происходит без испарения воды. Радиаторные градирни состоят из секций с оребренными трубами и вентиляторами. Теплообмен происходит через радиатор, в котором циркулирует охлаждаемая жидкость.

Брызгальные бассейны представляют собой многосекционные емкости с распределительными трубами и соплами, через которые происходит разбрызгивание воды. При движении капли воды охлаждаются за счет контакта с воздухом и испарения с их поверхности. Основным недостатком брызгальных бассейнов является сравнительно небольшая удельная охлаждающая способность, которая сильно зависит от скорости и направления ветра. При строительстве брызгальных бассейнов необходимо учитывать розу ветров и риск образования тумана и обледенения соседних объектов.

При выборе оборудования для системы оборотного водоснабжения важно проводить тепловые и гидравлические расчеты с учетом начальной и конечной температуры воды, ее расхода и качества, а также других параметров. Традиционные системы охлаждения (градирни, теплообменники) имеют ряд недостатков, таких как: высокий расход энергии, зависимость от климатических условий, потери воды, большие габариты и потребность в значительной площади для размещения. Эти проблемы делают традиционные системы охлаждения менее конкурентоспособными в условиях роста цен на энергоресурсы и ужесточения экологических требований. В качестве альтернативы перспективно выглядит решение с использованием абсорбционных холодильных машин (АБХМ), которые позволяют утилизировать бросовое тепло и снизить зависимость от электроэнергии и климата.

Принцип работы АБХМ основан на использовании термодинамического цикла, включающего:

- испарение хладагента (воды) в испарителе при низком давлении;
- поглощение паров хладагента абсорбентом (раствором бромида лития) в абсорбере;
- регенерацию раствора в генераторе за счет подвода тепла;
- конденсацию паров хладагента в конденсаторе.

В работе рассматривается интеграция АБХМ в систему оборотного водоснабжения. Схема включения АБХМ может быть различной в зависимости от требований технологического процесса:

- Параллельная схема: АБХМ подключается параллельно градирне, обеспечивая дополнительное охлаждение в пиковые периоды;
- Последовательная схема: подразумевает совместное использование АБХМ и градирни;
- Автономная схема: АБХМ полностью заменяет градирню, используя избыточное тепло предприятия в качестве источника энергии.

В работе предлагается следующая схема интеграции АБХМ в систему оборотного водоснабжения (рисунок 1), которая может быть реализована в цехе 135/136 Ангарской нефтехимической компании. В АБХМ в качестве хладагента используется обратная вода с температурой 26°C , получаемая после градирни. Полностью отказаться, в данном случае, от использования градирен в системе оборотного водоснабжения невозможно, поскольку для работы АБХМ требуется хладагент – вода. По результатам расчетов температура обратной воды, получаемой после АБХМ и используемой для охлаждения в теплообменниках, составит 16°C . Для сравнения, в летний период, при охлаждении обратной воды без АБХМ, температура воды на выходе из градирни достигала 30°C , хладагент с такой температурой не может обеспечить эффективную работу холодильников и конденсаторов.

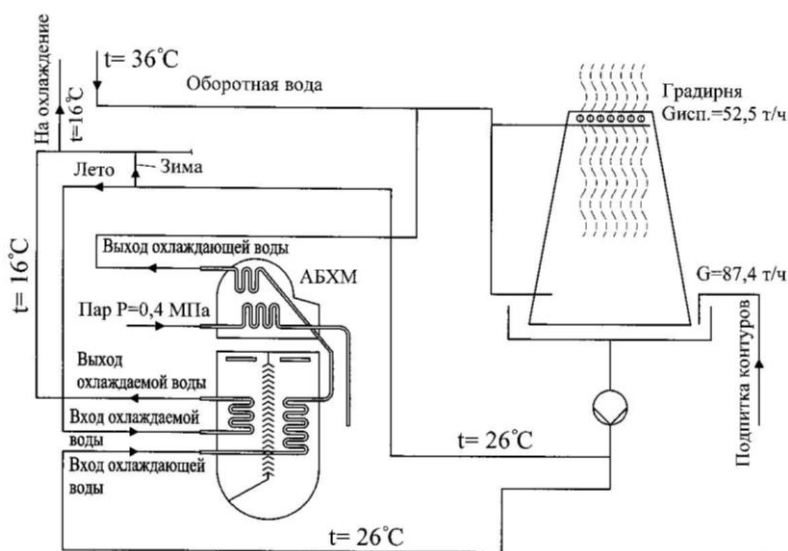


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема охлаждения оборотной воды с абсорбционной холодильной машиной (АБХМ)

Работа абсорбционной холодильной машины (рисунок 2) осуществляется следующим образом. Нагретая после использования в теплообменных аппаратах обратная вода поступает в градирню (на схеме не показана), далее подается в трубчатый змеевик испарителя (1) абсорбционной холодильной машины и выходит охлажденной. В абсорбционной холодильной машине создается вакуум порядка 6 мм.рт.ст., поэтому хладагент (вода), который подается на трубки испарителя (1), испаряется при температуре около 4°C . Из парогенератора (3)

горячий концентрированный раствор бромида лития через теплообменник (4) поступает на орошение трубчатого змеевика абсорбера (2). Пары воды из испарителя (1) поступают в абсорбер (2), где поглощаются раствором бромида лития, таким образом, раствор бромида лития становится разбавленным. Для съема тепла «разбавления», а также для конденсации паров хладагента в трубчатый змеевик абсорбера (2) подается охлаждающая вода после градирни. Из испарителя разбавленный раствор бромида лития насосом (6) подается в трубное пространство теплообменника (4) где предварительно нагревается горячим концентрированным раствором. Далее разбавленный раствор бромида лития поступает в парогенератор (3), в котором за счет тепла пара с температурой 170-180 °С, что со-

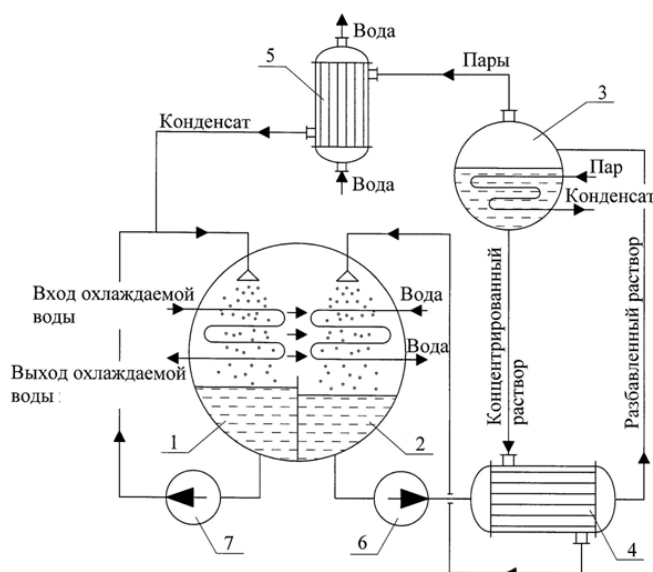


Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема охлаждения оборотной воды с АБХМ

ответствует давлению пара 8-10 ат [1], из разбавленного раствора испаряется вода. Пары, образовавшиеся в парогенераторе (3), поступают в конденсатор (5) через каплеуловитель. За счет подачи охлаждающей воды с градирен, пары конденсируются. Из конденсатора хладагент через сифон поступает на орошение трубчатого змеевика испарителя и охлаждается. Далее хладагент с помощью насоса снова подается на орошение трубок испарителя.

Таким образом, предложенная схема интеграции АБХМ в систему оборотного водоснабжения является перспективным решением для повышения энергоэффективности промышленных предприятий. Технология позволяет эффективно использовать вторичные энергетические ресурсы, снижать эксплуатационные затраты и минимизировать воздействие на окружающую среду. Дальнейшее развитие АБХМ связано с совершенствованием конструкции, расширением диапазона рабочих температур и интеграцией с другими энергосберегающими технологиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Подоплелов, Е.В.** Повышение эффективности охлаждения оборотной воды с использованием абсорбционной холодильной машины / Е.В. Подоплелов, А.Э. Прудских, А.И. Дементьев // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2019. – № 1. – С. 25-26.