

Подоплелов Евгений Викторович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: uch_sovet@angtu.ru

Прудских Александр Эдуардович,
магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: aleksandr.prudskih@yandex.ru

Дементьев Анатолий Иванович,
к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: anatdementev@mail.ru

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ С АБСОРБЦИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ МАШИНОЙ

Podoplelov E.V., Prudskikh A.E., Dement'ev A.I.

THE ORGANIZATION OF SYSTEM FOR ROLLING WATER SUPPLY OF CHEMICAL ENTERPRISE WITH ABSORPTION REFRIGERATING MACHINE

Аннотация. В работе предлагается проект организации блока оборотного водоснабжения с использованием абсорбционной холодильной машины. Данное мероприятие позволит повысить эффективность охлаждения оборотной воды, особенно в летний период времени и снизить затраты на хладагент.

Ключевые слова: абсорбционная холодильная машина, хладагент, градирня, вакуум.

Abstract. The paper proposes a project for organizing a circulating water supply unit using an absorption chiller. This event will improve the cooling efficiency of the circulating water, especially in the summer time and reduce the cost of the refrigerant.

Keywords: absorption refrigerating machine, coolant, cooling tower, vacuum.

В химической промышленности для охлаждения сред в теплообменных аппаратах используется оборотная вода. Нагретая после теплообменных аппаратов оборотная вода поступает в градирни, где охлаждается и затем снова используется в качестве хладагента. В процессе охлаждения в градирнях часть воды испаряется в окружающую среду, поэтому необходима постоянная подпитка системы охлаждения свежей водой. Непрерывно промышленные воды сбрасываются в сточные воды и поступают на очистные сооружения. Затраты на подпитку системы охлаждения свежей водой, на очистку сточных вод, на ремонт и обслуживание многокилометровых трубопроводов приводят к увеличению себестоимости продукции и снижению её конкурентоспособности. Кроме того, в летний период, охлаждение оборотной воды в градирнях является недостаточно эффективным по причине высоких температур воздуха, используемого в градирнях в качестве хладагента [1, 2].

С целью повышения эффективности охлаждения оборотной воды в работе предлагается проект организации блока оборотного водоснабжения с использованием абсорбционной холодильной машины (рисунок 1) на примере цеха 135/136 АО «Ангарская нефтехимическая компания». В абсорбционной холодильной машине в качестве хладагента предлагается использовать оборотную воду с температурой 26 °С, получаемую после градирни. Полностью отка-

заться от использования градирен в системе оборотного водоснабжения невозможно, поскольку для абсорбционной холодильной машины требуется хладагент - вода, но внедрение данного технического решения позволит охлаждать оборотную воду до более низких температур и осуществлять более эффективную работу теплообменного оборудования, предназначенного для охлаждения различных сред, что особенно актуально в летний период. В градирнях в качестве хладагента используется атмосферный воздух, который отнимает тепло от охлаждаемой среды, стекающей по насадке вниз, поэтому в летний период, когда температура воздуха достаточно высока, снижается эффективность охлаждения оборотной воды в таких аппаратах. В работе рассчитаны балансовые показатели потоков [3, 4], по результатам расчетов температура оборотной воды, получаемой после абсорбционной холодильной машины и используемой для охлаждения в теплообменниках, составит 16 °С. Для сравнения, в летний период, при охлаждении оборотной воды без абсорбционной холодильной машины, температура воды на выходе из градирни достигала 30 °С, хладагент с такой температурой не может обеспечить эффективную работу холодильников и конденсаторов. Работа системы охлаждения оборотной воды может осуществляться по летнему и зимнему варианту. При работе по зимнему варианту возможно охлаждение оборотной воды без использования абсорбционной холодильной машины, охлажденная в градирне вода будет поступать напрямую в холодильники и конденсаторы.

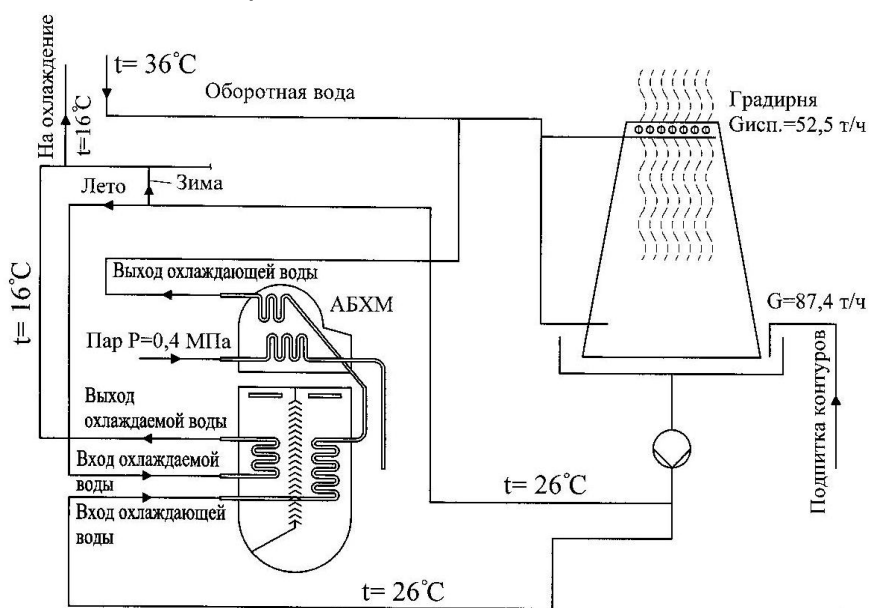


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема охлаждения оборотной воды с абсорбционной холодильной машиной (АБХМ)

Работа абсорбционной холодильной машины (рисунок 2) осуществляется следующим образом. Нагретая после использования в теплообменных аппаратах оборотная вода с расходом 1400 м³/ч с объекта 1675 цеха 135/136 поступает на пять открытых градирен JN-800, в которых охлаждается до 26 °С, далее

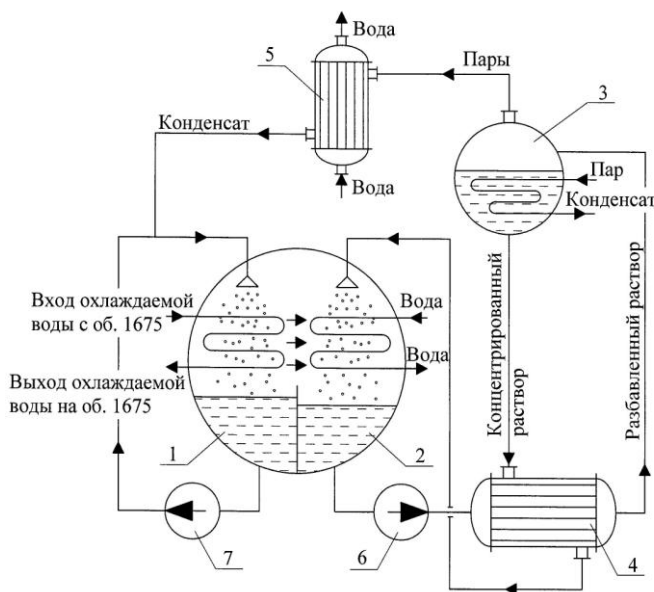


Рисунок 2 – Схема абсорбционной холодильной установки: 1 – испаритель; 2 – абсорбер; 3 – парогенератор; 4 – теплообменник; 5 – конденсатор; 6 – насос для абсорбента; 7 – насос для подачи хладагента

также для конденсации паров хладагента в трубчатый змеевик абсорбера (2) подается охлаждающая вода после градирен JN-800. 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 $170 \div 180 \text{ }^\circ\text{C}$, что соответствует давлению пара $8 \div 10 \text{ ат}$ [5], 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, что позволяет достичь температуры охлажденной воды вплоть до $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

При работе по зимнему варианту (рисунок 1), промышленная вода с температурой $36 \text{ }^\circ\text{C}$ и объемным расходом $1400 \text{ м}^3/\text{ч}$ с объекта 1675 АО «АНХК» поступает на пять открытых градирен JN-800, в которых охлаждается до $16 \text{ }^\circ\text{C}$ и затем снова подается на объект 1675 АО «АНХК».

Экономическая целесообразность принятых технических решений по организации системы оборотного водоснабжения в цехе 135/136 АО «АНХК» подтверждена расчетами, по результатам которых были получены показатели, представленные в таблице 1.

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 $4 \text{ }^\circ\text{C}$. Из парогенератора 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

Таблица 1

Технико-экономические показатели проекта организации системы оборотного водоснабжения с применением 2-х абсорбционно-холодильных машин

№	Технико-экономические показатели	Значение
1	Расход электроэнергии, кВт·ч – в летний период – в зимний период	272 110
2	Годовой расход электроэнергии, кВт·ч/год	1 337 760
3	Годовые затраты на электроэнергию, руб/год	2 943 072
4	Необходимый расход подпиточной воды, м ³ /ч	8
5	Годовые затраты на подпиточную воду, руб/год	291 456
6	Годовые затраты на поддержание работы АБХМ (сумма годовых затрат на электроэнергию и подпиточную воду), руб/год	3 234 528
7	Расчет годовой экономии с применением абсорбционной холодильной машины, руб/год	47 770 272
8	Расчет капитальных вложений, руб.	173 267 778

В результате организации системы оборотного водоснабжения с абсорбционной холодильной машиной в цехе 135/136 уменьшится объем потребляемой подпиточной воды для градирен с 1400 м³/ч до 8 м³/ч, снизятся затраты на приобретение воды с 51 млн. руб./год до 3,2 млн. руб./год (сумма годовых затрат на электроэнергию и подпиточную воду). Использование в теплообменных аппаратах более холодного теплоносителя позволит повысить эффективность их работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Холодильные машины: Учебник для студентов вузов специальности «Техника и физика низких температур» / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин, В.И. Пекарев, Л.С. Тимофеевский: Под общ. ред. Л.С. Тимофеевского. – СПб.: Политехника, 1997. – 992 с.
2. Подоплелов Е.В., Прудских А.Э., Дементьев А.И. Повышение эффективности охлаждения оборотной воды с использованием абсорбционной холодильной машины // Современные технологии и научно-технический прогресс. 2019. № 1. С. 25-26.
3. Павлов, К.Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии / К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. – М.: Альянс, 2006. – 576 с.
4. Ульянов, Б.А. Процессы и аппараты химической технологии. В примерах и задачах: Учеб пособие / Б.А. Ульянов, В.Я. Бадеников, В.Г. Ликучев. – Ангарск: АГТА, 2006. – 743 с.
5. Рыбалко, Л.И., Подоплелов Е.В., Дементьев А.И. Процессы и аппараты химической технологии. Массообменные процессы: Учебное пособие с примерами решения задач / Л.И. Рыбалко, Е.В. Подоплелов, А.И. Дементьев. – Ангарск: АГТА, 2009. – 134 с.