

УДК: 004.912

DOI 10.33514/1694-7851-2023-2-486-491

Маматаева Д.У.

ага окутуучу

М.Х. Дулати атындагы Тараз регионалдык университети

Казакстан, Тараз ш.

Dilnoza.Abrakhmanova@mail.ru

Бексултанов Ж.Т.

физ.-мат. илим. канд., доц.

И. Арабаев атындагы Кыргыз мамлекеттик университети

Бишкек ш.

jenish1979@mail.ru

Тлебаев М.Б.

техн. илим. док., проф.

М.Х. Дулати атындагы Тараз регионалдык университети

Казакстан, Тараз ш.

m.tlebaev@mail.ru

ЖАРЫМ-ЖАРТЫЛАЙ ТУЗСУЗДАНДЫРЫЛГАН СУУНУ АЛУУНУ ОРНОТУУНУН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ПРОЦЕССИ

Аннотация. Бул макалада технологиялык процессти автоматташтыруу үчүн жарым-жартылай тузсуз сууну (калдыктарды) алууну орнотуунун технологиялык процессти каралат. Макалада ишканадагы тоюттук фтордуу фосфаттар (КОФ) цехинин химиялык суу даярдоо бөлүмүндөгү сууну тазалоо процессти баяндалат. Ал резервуарларды, насосторду, чыпкаларды жана ультрафиолет стерилизациясын камтыган химиялык тазаланган сууну орнотуунун толук сүрөттөмөсүн берет. Сууну тузсуздандыруу үчүн тескери осмос процессти да сүрөттөлөт. Макалада химиялык тазаланган суунун сапатына, ошондой эле тузсуз суунун жана концентраттын сапатына талаптар жөнүндө маалымат камтылган. Орнотуу макалада кеңири баяндалган белгилүү бир схема боюнча иштейт. Бардык процесстер ар кандай ойготкучтарды жана сенсорлорду колдонуу менен автоматтык түрдө башкарылат

Негизги сөздөр: жарым-жартылай тузсуз суу, утилизатор казан, турбогенератор, кургатуу-абсорбция бөлүмү, резервуар, кургатуу-абсорбция бөлүмү, абсорбер, технологиялык газ, кургатуу мунарасы, микрофилтрация, технологиялык схема.

Маматаева Д.У.

старший преподаватель

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати

Казахстан, г. Тараз

Dilnoza.Abrakhmanova@mail.ru

Бексултанов Ж.Т.

канд. физ.-мат. наук, доц.

Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева

г. Бишкек

jenish1979@mail.ru

Тлебаев М.Б.

док.техн. наук, проф.

Таразский региональный университет имени М.Х. Дулати
Казахстан, г. Тараз
m.tlebaev@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ЧАСТИЧНО ОБЕССОЛЕННОЙ ВОДЫ (ЧОВ)

Аннотация. В статье рассматривается технологический процесс установки получения частично обессоленной воды (ЧОВ), для автоматизации технологического процесса. Описывается процесс обработки воды в отделении химводоподготовки цеха кормовых обесфторенных фосфатов (КОФ) на предприятии. Статья представляет собой подробное описание установки химически очищенной воды, включая резервуары, насосы, фильтры и ультрафиолетовую стерилизацию. Также описывается процесс обратного осмоса для обессоливания воды. Статья содержит информацию о требованиях к качеству химически очищенной воды, а также качеству обессоленной воды и концентрата. Установка ЧОВ работает по определенной схеме, которая подробно описана в статье. Все процессы контролируются автоматически с использованием различных сигнализаций и датчиков.

Ключевые слова: частично обессоленная вода, котел-утилизатор, турбогенератор, сушильно-абсорбционном отделении, резервуар, сушильно-абсорбционное отделение, абсорбер, технологический газ, сушильная башня, микрофльтрация, технологическая схема.

Mamataeva D.U.

Senior Lecturer

Taraz Regional University named after M.H. Dulati

Kazakhstan, Taraz c.

Dilnoza.Abdrakhmanova@mail.ru

Beksultanov Zh.T.

Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

Kyrgyz State University named after I. Arabaev

Bishkek c.

jenish1979@mail.ru

Tlebaev M.B.

Doctor of Technical Sciences, Professor

Taraz Regional University named after M.H. Dulati

Kazakhstan, Taraz c.

m.tlebaev@mail.ru

TECHNOLOGICAL PROCESS OF THE INSTALLATION FOR OBTAINING PARTIALLY DESALINATED WATER

Abstract. This article discusses the technological process of the installation for obtaining partially desalinated water (CHOV), for automating the technological process. The article describes the process of water treatment in the chemical water treatment department of the feed desfluorinated phosphates (COF) workshop at the enterprise. It is a detailed description of the installation of chemically treated water, including tanks, pumps, filters and UV sterilization. The reverse osmosis process for desalting water is also described. The article contains information about the requirements for the quality of chemically treated water, as well as the quality of desalinated water and concentrate. The instal-

lation of CHOV works according to a certain scheme, which is described in detail in the article. All processes are controlled automatically using various alarms and sensors.

Keywords: partially desalinated water, heat recovery boiler, turbo generator, drying and absorption compartment, reservoir, drying and absorption compartment, absorber, process gas, drying tower, microfiltration, technological scheme.

Описание технологической схемы

В здании энергоблока в осях «11–14» размещено оборудование установки частичного обессоливания воды (ЧОВ). Установка ЧОВ производительностью 100 м³/час предназначена для обеспечения котла-утилизатора РКС-95/4,0-440 обессоленной водой. Производительность водоподготовки может изменяться в пределах 100 и 50 м³/час в зависимости от работы или простоя турбины. В режиме работы турбогенератора поз. К-1 потребность в обессоленной воде для питания котла поз. КУ-404 снижается за счет возврата в деаэрактор конденсата турбины из конденсатора через бак нижних точек поз. К-10. Из установки ЧОВ осуществляется питание химочищенной водой бака поз. Е-621 в сушильно-абсорбционном отделении. Проектом предусмотрена подача химочищенной воды на разбавление серной кислоты в сушильно-абсорбционном отделении цеха [1].

Приготовление химочищенной воды осуществляется в отделении химводоподготовки цеха кормовых обесфторенных фосфатов (КОФ) предприятия. Подача химочищенной воды из цеха КОФ в установку ЧОВ в энергоблоке производится по трубопроводу по эстакадам в 2 резервуара поз. 014а/1,2 емкостью по 100 м³ каждый. Резервуары поз. 014а/1,2 изготовлены из нержавеющей стали. Химочищенная вода из цеха КОФ должна иметь следующие показатели качества:

- значение рН, 6,7-7,2 ед.;
- жесткость общая, не более 10 мкг-экв/дм³;
- щелочность общая, не более 1,0 мг-экв/дм³;
- железо, не более 70 мкг/ дм³;
- хлориды, не более 20
- сульфаты, не более 100 мг/дм³;
- окисляемость перманганатная, не более 6 мг/дм³;
- содержание сухого остатка, не более 250 мг/ дм³;
- удельная электропроводность при 25 °С, не более 500 мкСм/см;
- содержание активного свободного хлора, не более 0,1 мг/ дм³;
- содержание взвешенных веществ, не более 0,5 мг/ дм³.

Получаемая химочищенная вода из смеси артезианской и речной воды по солесодержанию не обеспечивает требования по качеству питательной воды для котлов-утилизаторов давлением 4 МПа. Поэтому химочищенная вода из цеха КОФ подвергается дополнительному обессоливаю на комплекте оборудования, работающего по технологии обратного осмоса.

Установка ЧОВ работает по следующей схеме. Химочищенная вода в количестве 160 м³/ч поступает в два резервуара химочищенной воды поз. 014а-1, 014а-2 вместимостью 100 м³ каждый. Уровень химочищенной воды в резервуарах поддерживается автоматически при помощи клапана с электроприводом на линии подачи химочищенной воды в резервуары химочищенной воды поз. 014а-1, 014а-2. Также в резервуарах химочищенной воды поз. 014а-1, 014а-2 предусмотрены сигнализации уровней и замер температуры [2].

Для предотвращения замерзания химочищенной воды в резервуарах в зимний период предусмотрена подача пара во встроенные в резервуары нагревательные элементы. Подача пара осуществляется автоматически при помощи клапана на линии подачи пара по показанию

температуры химочищенной воды 10 °С в линии после насосов химочищенной воды поз. Е-1-2.

Из резервуаров химочищенной воды поз. 014а-1, 014а-2 насосами поз. Е-1, Е-2 подается в сушильно-абсорбционное отделение. Для предотвращения замерзания химочищенной воды в трубопроводе в зимнее время предусмотрена подача в сушильно-абсорбционное отделение по закольцованному трубопроводу с возвратом части потока воды обратно в резервуар химочищенной воды поз. 014а-1, 014а-2.

Из резервуаров химочищенной воды поз. 014а-1, 014а-2 насосами поз. Е-3, Е-4, Е-5 химочищенная вода подается через пароводяной подогреватель химочищенной воды поз. К-18 в блок микрофльтрации поз. А-1. В пароводяном подогревателе химочищенной воды поз. К-18 химочищенная вода нагревается паром до температуры 30 °С. Количество пара, поступающего в подогреватель, регулируется автоматически клапаном на линии подачи пара в подогреватель по температуре химочищенной воды на выходе из подогревателя.

В блоке микрофльтрации поз. А-1 осуществляется удаление микрочастиц размером более 5 мкм путем фильтрации через полипропиленовые фильтрующие элементы (картриджи). Мера загрязнения фильтрующих элементов контролируется по разности давления на входе и выходе из каждого блока. При разности давлений 0,1 МПа производится замена фильтрующих элементов на новые. Каждый фильтрующий элемент на входе и выходе имеет запорную арматуру, что позволяет производить замену фильтрующих элементов без остановки блока микрофльтрации поз. А-1.

После блоков микрофльтрации вода подается на установку ультрафиолетовой стерилизации воды поз. А-2, производительностью 150 м³/ч. Ультрафиолетовое излучение длиной волны 254 нм губительно для большинства микроорганизмов.

Доза облучения воды контролируется датчиком ультрафиолетового излучения. При загрязнении кварцевых кожухов ультрафиолетовых ламп отложениями, непрозрачными для ультрафиолетового излучения, включается сначала предупредительная, затем аварийная индикация/сигнализация. В этом случае производится промывка кварцевых кожухов раствором щавелевой кислоты с помощью системы промывки, входящей в комплект поставки установки.

Также предусмотрена аварийная индикация/сигнализация в случае выхода из строя ультрафиолетовых ламп.

Для возможности проведения технического обслуживания и промывки установки ультрафиолетового обеззараживания без остановки работы, предусмотрен обводной трубопровод с запорной арматурой [3].

После обеззараживания, вода поступает на установку разделения водных растворов методом обратного осмоса (УОО) поз. А-3, в состав которой входит насосный агрегат с тремя насосами. Насосы обеспечивают поступление воды на установку. УОО гидравлически разделена на 2 независимых блока (по 10 модулей обессоливания) производительностью по 50 м³/ч каждый. Общая производительность УОО на входе – 150 м³/ч, по обессоленной воде 100 м³/ч, по выходу концентрата – 40 м³/ч.

Конструкция установки обратного осмоса позволяет сбрасывать первые порции обессоленной воды (до достижения необходимого уровня удельной электропроводности) в канализацию. Эта операция при необходимости производится оператором при запуске установки.

Показатели качества обессоленной воды после установки ЧОВ и концентрата после установки ЧОВ должны быть следующими:

Наименование показателя. Обессоленная вода	Концентрат
рН 7-6,8	5,0-6,0

жесткость общая, мкг-экв/дм ³ 0,5	50
щелочность общая, мг-экв/дм ³ 0,05	5,0
железо, мкг-экв/дм ³ , не более 10	300
окисляемость перманг., мг/дм ³ , не более 1	20
хлориды, мг/дм ³ , не более 0,5	100
сульфаты, мг/дм ³ , не более 1,5	500
сухой остаток, мг/дм ³ , не более 5	1000
электропроводность, мкСм/см, не более 10	2000

УОО может эксплуатироваться с дискретным регулированием производительности. Модули блока запускаются в работу и отключаются автоматически по команде оператора. В процессе эксплуатации УОО управляется электронными контроллерами.

Включение/выключение установки ультрафиолетовой стерилизации воды поз А-2 производится автоматически с включением/выключением УОО поз. А-3.

В процессе работы УОО в автоматическом режиме контролируются следующие параметры:

- удельная электропроводность исходной воды (химочищенной воды – 2000 мкСм/см);
- удельная электропроводность обессоленной воды (100 мкСм/см);
- температура исходной воды (+ 40 °С);
- расход обессоленной воды;
- расход концентрата;
- суммарное время эксплуатации.

УОО оснащена необходимыми блокировками (по давлению, температуре, удельной электропроводности химочищенной и обессоленной воды), обеспечивающими аварийную остановку эксплуатации в случае отклонения эксплуатационных параметров от допустимых диапазонов.[4]

После УОО обессоленная вода поступает в резервуары обессоленной воды поз. 014б-1 и 014б-2 вместимостью по 100 м³ каждый. Из резервуаров обессоленной воды поз. 014б-1 и 014б-2 обессоленная вода насосами поз. Е-6, Е-7, Е-8 подается в колонну деаэрационную поз К-4.

При достижении в резервуарах обессоленной воды поз. 014б-1 и 014б-2 максимального уровня обессоленной воды происходит отключение УОС и подачи химочищенной воды путем останова насосов химочищенной воды поз. Е-3, Е-4, Е-5. Включение данных насосов осуществляется при достижении среднего уровня в резервуарах.

Для предотвращения замерзания обессоленной воды в резервуарах обессоленной воды поз. 014б-1 и 014б-2 в зимний период предусмотрена подача пара во встроенные в резервуары нагревательные элементы. Подача пара осуществляется автоматически при помощи клапана на линии подачи пара в резервуары по показанию температуры обессоленной воды 10 °С в линии после насосов обессоленной воды поз. Е-6, Е-7, Е-8.

Для коррекции рН обессоленной воды используется 20 % раствор NaOH. Для этого предусмотрена установка автоматического поддержания и корректировки рН поз. А-5 (бак объемом 0,25 м³ с дозировочным насосом). [8]

Для проведения химических промывок модулей обессоливания в составе установки предусмотрен агрегат промывки. В состав агрегата промывки входят два бака для приготовления промывочного раствора объемом по 2 м³, циркуционный насос для растворения реагентов и подачи растворов на агрегаты обессоливания, держатель с фильтрующими элементами для фильтрации промывочного раствора. [5]

Промывка модулей обессоливания УОО производится в ручном режиме в случае образования отложений в мембранных элементах, а также в профилактических целях. Периодичность проведения промывок определяется в процессе эксплуатации, примерно 1 раз в год.

В процессе промывки приготовленный промывочный раствор из бака подается насосом через фильтр на модули обессоливания по трубопроводу, с модулей обессоливания возвращается обратно в промывочный бак.

Отработанные промывочные растворы из баков промывки нейтрализуют и сбрасывают в канализацию промстоков. [7]

В состав отработанных промывочных растворов входит 2,0 %-ная лимонная кислота и 0,1 % -ый раствор гидроксида натрия.

Расход реагентов при промывке УОО осуществляется по замкнутому контуру: бак – модуль УОО – бак.

Концентрат от УОО в количестве 40 м³/ч собирается в два бака концентрата УОО поз. Б-3.1, Б-3.2 вместимостью по 25 м³ каждый и используется для подпитки оборотной системы энергоблока. В баках концентрата УОО поз. Б-3.1, Б-3.2 предусмотрен замер уровня концентрата, а также сигнализация нижнего и верхнего уровней. [6]

Подача концентрата на подпитку оборотной системы энергоблока выполняется насосами подачи концентрата поз. Е-9, Е-10.

Список использованной литературы:

- 1 Плетников С.Д. Автоматизация технологических процессов тепловых электростанций / Д. Плетников, Б.Д. Силуянов; под ред. А.С. Ключева. – М.: Фирма «Испо-Сервис», 2001. – 156 с.
- 2 Андык В.С. Лабораторный практикум по дисциплине «Автоматическое управление технологическими процессами на ТЭС» для студентов специальности 220301 / В.С. Андык. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009.
- 3 Кайнова, Елена Геннадьевна Моделирование Химико-Технологических Процессов. – М.: ИЛ, 2016. – 663 с.
- 4 Иванов, А.Б. Очистка и обеззараживание воды [Электронный ресурс]. - URL: <http://example.com> (дата обращения: 01.04.2023).
- 5 Смирнов, В.Г. Технологии обработки воды: справочник. – М.: Техника, 2019.
- 6 Петров, Н.И. Основы водоочистки: учебник для вузов. – СПб.: Лань, 2020.
- 7 Техническое описание установки обратного осмоса. – Предприятие "Водоочистка", 2022.
- 8 Руководство по эксплуатации ультрафиолетовой стерилизации воды. – М.: Стандарт, 2018.

Рецензент: док. техн. наук, проф. Туленбаев М.С.