

На основании разработанной математической модели произведен эксергетический и технико-экономический анализ полигенерационных установок с котлоагрегатом. В качестве рабочих тел рассматривались углекислота (R744), изобутан (R600A), R410A и вода (R718). В табл. 2 представлены результаты расчета наиболее привлекательных из синтезированных схем полигенерации со следующими сокращения: Сбк – ТУ с субкритическими параметрами НКРТ; Свк – ТУ со сверхкритическими термодинамически оптимальными параметрами НКРТ; Спп – ТУ с промежуточным перегревом рабочего тела.

Предложенные в работе полигенерационные установки позволяют одновременно получать электрическую энергию, теплоту, холод и диоксид углерода в жидком и газообразном виде, что влечет следующие преимущества:

1. Универсальность и эффективность за счет возможности утилизации низкопотенциальных энергетических ресурсов.

2. Снижение выбросов диоксида углерода, за счет его абсорбции из продуктов сгорания и использования для технологических (на промышленных предприятиях) или коммерческих нужд.

3. Хорошие технико-экономические показатели (статический срок окупаемости не превышает 4 лет, внутренняя норма доходности варьируется от 27,3 до 50,8 % и др.).

Литература

1. Клименко, А. В. Особенности комбинированного производства электроэнергии тепла и холода на базе парогазовой установки / А. В. Клименко [и др.] // Теплоэнергетика. – 2015. – № 3. – С. 11–15.
2. Овсянник, А. В. Тригенерационные турбоустановки на основе низкокипящих рабочих тел / А. В. Овсянник, В. П. Ключинский // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. – 2022. – № 3 (65). – С. 263–275.
3. Патент 2530971 RU, МПК F01K 23/06. Тригенерационная установка с использованием парогазового цикла для производства электроэнергии и пароконпрессорного теплонасосного цикла для производства тепла и холода / Агабабов В. С [и др.]; заявитель и патентообладатель ОАО «Всероссийский дважды ордена Трудового Красного Знамени теплотехнический научно-исследовательский институт». – № 2013137038/06 ; заявлено 08.08.2013 ; опубл. 20.10.2014.
4. Овсянник, А. В. Разработка компьютерной программы для оптимизации параметров низкокипящего рабочего тела в турбодетандерной установке / А. В. Овсянник, В. П. Ключинский // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2020. – № 3/4. – С. 108–115.

УДК 628.1

СОСТАВ ПОДЗЕМНЫХ ВОДОИСТОЧНИКОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ГОМЕЛЯ

Е. Н. Макеева, К. А. Агунович

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Изучен химический состав воды артезианских скважин из межпластовых водных слоев, используемых для централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Гомеля. Проведена оценка качества проб воды из скважин глубиной 100, 140 и 290 м. Выявлена зависимость показателей качества воды от глубины водоносного пласта. Определено повышенное содержание общего железа и величины мутности в двух пробах воды подземных

горизонтов на территории г. Гомеля. Дана сравнительная характеристика качества воды подземных водоисточников по основным показателям для анализа возможного использования воды из скважин в качестве тела цикла ТЭЦ.

Ключевые слова: артезианская скважина, подземный водоисточник, показатель качества, анализ воды, водоподготовительная установка, хозяйственно-питьевое водоснабжение.

COMPOSITION OF UNDERGROUND WATER SOURCES USED FOR CENTRALIZED DOMESTIC DRINKING WATER SUPPLY GOMEL

E. N. Makeeva, K. A. Agunovich

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

This work is devoted to the study of the chemical composition of water from artesian wells from interstratal water layers used for centralized domestic and drinking water supply in Gomel. The quality of water samples from wells 100, 140 and 290 m deep was assessed. The dependence of water quality indicators on the depth of the aquifer was revealed. The increased content of total iron and turbidity values in two samples of groundwater in the territory of Gomel were determined. A comparative characteristic of the quality of water from underground water sources is given by the main indicators for the analysis of the possible use of water from wells as a body of the HPC cycle.

Keywords: artesian well, underground water source, quality indicator, water analysis, water treatment plant, domestic and drinking water supply.

Подземные воды – это расположенные под земной поверхностью в верхней части земной коры водяные ресурсы, занимающие пустоты в геологических пластах и почвах.

Классификация подземных вод по условиям залегания:

- зоны аэрации;
- грунтовые воды;
- межпластовые (артезианские) воды.

В состав первой зоны залегания подземных вод входят почвенные, капиллярные воды и верховодка. В состав второй зоны входят грунтовые воды. Межпластовые воды находятся в водоносных горизонтах перекрытых и подстилаемых водупорными пластами и в свою очередь деляться на напорные (артезианские) и безнапорные [1, 2].

Целью работы являлась оценка состава подземных водоисточников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Гомеля в зависимости от глубины водоносного пласта.

Для достижения данной цели в работе были поставлены и решены следующие задачи:

- провести лабораторные исследования по санитарно-химическим показателям отобранных проб воды из водозаборов системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Гомеля;
- сравнить полученные результаты с нормами СанПиН 2.1.4.12-23-2006 (требования систем питьевого водоснабжения к качеству воды) и нормами качества воды для теплосилового цикла ТЭЦ;
- определить зависимость состава подземных водоисточников и показателей качества воды от глубины водоносного пласта.

Подземные источники г. Гомеля представляют собой огромную сеть, включающую 108 артезианских скважин. Они расположены в разных районах города, обеспечивая равномерное водоснабжение. Из артезианских скважин вода поступает на 5 водозаборов, где ее очищают от примесей и подготавливают к подаче в городскую систему: Центральный, Корневский, Юго-Западный, Сож, Ипуть. Вода, добытая из подземных источников, может содержать избыточное количество железа. Чтобы сделать ее безопасной для питья, на водозаборах работают станции обезжелезивания, которые удаляют лишнее железо. Чтобы обеспечить бесперебойное водоснабжение города даже в случае аварий или пиковых нагрузок, используются запасно-регулирующие резервуары, обеспечивающие стратегический запас воды для города. Чтобы вода дошла до каждого дома, ее необходимо поднять на определенную высоту. В этом помогают станции 2-го подъема, которые перекачивают воду из резервуаров в городскую сеть [3].

Из системы централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения отобрано 3 пробы непосредственно из водозабора глубиной 100, 140 и 290 м. Были определены следующие показатели: рН, щелочность, жесткость, общее железо, общее солесодержание, хлориды, мутность (см. таблицу).

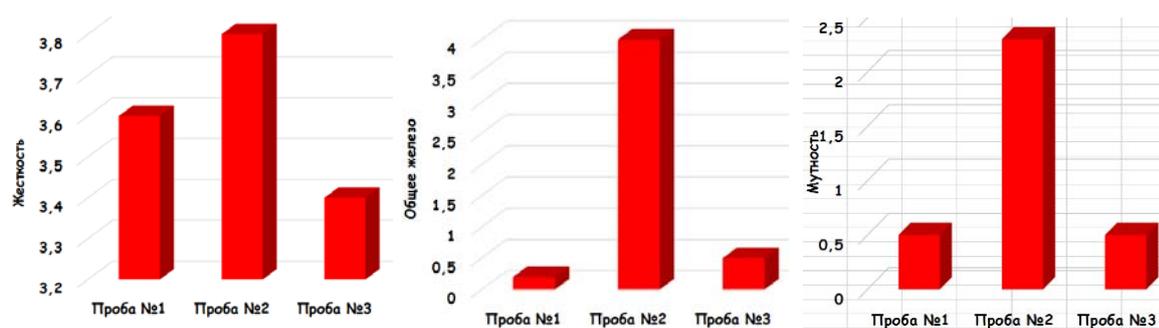


Рис. 1. Основные химические показатели отобранных проб воды

Установлены факты несоответствия 2 отобранных проб по химическим показателям, одна из которых не соответствовала по содержанию железа, а вторая – железа и мутности при требованиях по содержанию железа не более 0,3 мг/дм³ и мутности не более 1,5 мг/дм³ (см. таблицу).

Сравнение полученных результатов с нормами СанПиН

Показатель	Проба № 1	Проба № 2	Проба № 3	СанПиН 2.1.4.12-23-2006
рН	7	7	7	6–9
Железо общее (мг/л)	0,2	4	0,5	0,3
Щелочность (мг-экв/л)	6,1	5,6	5	6,5
Содержание хлоридов (мг/л)	1,2	3,8	1,2	350
Общее солесодержание (мг/л)	5,57	5,58	5,56	1000–1500
Жесткость (мг-экв/л)	3,6	3,8	3,4	7
Мутность (мг/л)	0,2	2,3	0,2	1,5

Несоответствие воды в точках водозабора может быть обусловлено состоянием сетей водоснабжения, требуется промывка водопроводных сетей, кроме того, в данный горизонт попадает вода из верховодки.

Проведена оценка качества проб воды из артезианских скважин глубиной 100, 140 и 290 м. Определено повышенное содержание общего железа и величины мутности в двух пробах воды подземных горизонтов на территории г. Гомеля. Дана сравнительная характеристика качества воды подземных водоисточников по основным показателям для анализа возможного использования воды из скважин в качестве тела цикла ТЭЦ.

Л и т е р а т у р а

1. Ищук, А. В. Характеристика подземных вод / А. В. Ищук, А. Н. Садиров // Научное сообщество студентов : материалы VII Междунар. студен. науч.-практ. конф. – Чебоксары : ЧГУ. – 2016. – С. 15–18.
2. Корнев, А. Н. Проблемы загрязнения подземных вод Российской Федерацией / А. Н. Корнев, Л. А. Морозова // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы : материалы III Междунар. науч.-практ. конф. – Астрахань : АГУ, 2020. – С. 197–199.
3. Макеева, Е. Н. Анализ показателей качества артезианской воды в зависимости от глубины водоносного пласта / Е. Н. Макеева, К. А. Агунович // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2024. – № 3. – С. 45–52.

УДК 536.24

ВЫБОР ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ ЗАМКНУТЫХ ДВУХФАЗНЫХ ТЕПЛОПЕРЕДАЮЩИХ СИСТЕМ

Н. М. Кидун, Т. Н. Никулина, П. С. Колмачева, А. В. Таран

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Произведен расчет показателя качества FOM, для выбранных R134a, R410a и R407c. Экспериментально определена зависимость термического сопротивления от подводимой тепловой нагрузки термосифона для выбранных теплоносителей. Выявлены наиболее значимые свойства теплоносителей, влияющие на процесс теплообмена в замкнутых двухфазных теплопередающих системах.

Ключевые слова: теплоноситель, теплофизические свойства, показатель качества FOM, термосифон.

CHOICE OF COOLANT FOR CLOSED TWO-PHASE HEAT TRANSFER SYSTEMS

N. M. Kidun, T. N. Nikulina, P. S. Kolmacheva, A. V. Taran

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The calculation of the FOM quality index was performed for the selected R134a, R410a and R407c. The dependence of the thermal resistance on the supplied thermal load of the thermosiphon for the selected heat carriers has been experimentally determined. The most significant properties of heat carriers affecting the heat transfer process in closed two-phase heat transfer systems have been identified.

Keywords: coolant, thermophysical properties, figure of merit, thermosyphon.