

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА

2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

Одеська національна академія харчових технологій, 2017 р.

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

Єгоров
Богдан Вікторович
Бурдо
Олег Григорович
Атаманюк
Володимир Михайлович
Васильєв
Леонард Леонідович
Гавва
Олександр Миколайович
Гумницький
Ярослав Михайлович
Долинський
Анатолій Андрійович
Зав'ялов
Владимир Леонідович
Керш
Владимир Яковлевич
Колтун
Павло Семенович
Корнієнко
Ярослав Микитович
Малежик
Іван Федорович
Михайлов
Валерій Михайлович
Паламарчук
Ігор Павлович
Снежкін
Юрій Федорович
Сорока
Петро Гнатович
Тасімов
Юрій Миколайович
Товажнянський
Леонід Леонідович
Ткаченко
Станіслав Йосифович
Ульєв
Леонід Михайлович
Черевко
Олександр Іванович
Шит
Михайл Львович

- голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор
- Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор
- Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор
- Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ

Уланов Н.М. канд. техн. наук, Уланов М.Н. канд. техн. наук,
Чалаев Д.М. канд. техн. Наук
Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

ABOUT OPPORTUNITY THE USE OF DEEP WELL FOR HEAT PUMPS HEATING IN UKRAINE

Ulanov N.M. Ph.D., Ulanov M.N. Ph.D., Chalaev D.M. Ph.D.
Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine, Kyiv

Аннотация: В условиях растущего дефицита ископаемых энергетических ресурсов и ужесточения требований к техногенному воздействию человека на окружающую среду актуальной задачей является расширение масштабов применения экологически чистых возобновляемых источников энергии. Одним из направлений решения данных задач может быть широкое развитие экологически чистой геотермальной энергетики путем использования существующего государственного фонда ранее пробуренных законсервированных скважин и теплонасосных технологий теплоснабжения.

По данным "Реестра скважин месторождений ПАО "Укргаздобыча" с повышенными значениями пластовых температур по состоянию на 01.01.2015 г." гидротермические параметры большинства месторождений Украины являются низкопотенциальными с температурами 50-70 °С, на ряде месторождений температуры составляют 80-120 °С, а на нескольких аномальных - 120-160 °С. Такие параметры вполне достаточно для полноценной тепловой генерации в системах отопления и горячего водоснабжения и в отдельных случаях - для прямой генерации электрической энергии. В рамках работы предложены технические решения и разработаны методики расчета систем теплонасосного теплоснабжения на базе ранее пробуренных глубинных скважин.

Выработанные нефтяные и газовые месторождения даже после их полного закрытия по добыче углеводородов остаются важным энергетическим ресурсом с годовым потенциалом геотермальной энергии эквивалентным 12 млн. т. у. т., что позволяет сэкономить 10,5 млрд. м³ природного газа.

Abstract: The increase of application of environmentally friendly renewable energy sources is the urgent task in the face of growing scarcity of fossil energy resources and stricter requirements for human impact on the environment. The development of obtaining clean geothermal energy by using the existing previously drilled and conserved wells with heat pumps heating is one of the directions for solving these problems.

The hydrothermal parameters of most deposits in Ukraine are low-potential with temperatures of 50-70 °C, at a number of deposits the temperatures are 80-120 °C and at several anomalous the temperatures are 120-160 °C according to the "Register of PJSC "UkrGasVydobuvannya" of well fields with increased reservoir temperatures on the date 01.01.2015". Such parameters are quite enough for valid thermal generation in heating and hot water supply systems and in some cases for direct generation of electric energy. The technical solutions and methods for calculating heat supply systems with use heat pumps based on previously drilled deep wells have been developed in the work.

The worked oil and gas fields, even after their complete closure or conservation, remain an important energy resource. The potential of geothermal resources is equivalent to 12 million tons of equivalent fuel per year which allows to save 10,5 billion m³ of natural gas.

Ключевые слова: глубокие скважины, тепловой насос, теплоснабжение, коэффициент преобразования (COP).

Keywords: deep wells, heat pump, heating, the coefficient of performance (COP).

Перевод экономики страны на энергосберегающий путь развития и рациональное использование топливно-энергетических ресурсов является приоритетной задачей долгосрочной энергетической политики Украины. Одним из наиболее энергоемких и социально значимых секторов экономики является теплоснабжения. В этом секторе потребляется около 40% энергоресурсов, используемых в стране, из которых более половины приходится на коммунально-бытовой сектор. Сектор теплоснабжения остро нуждается в разработке мероприятий и технических решений, направленных на повышение надежности, качества и экономичности. В ноябре 2016 года вступило в силу Парижское климатическое соглашение, в соответствии с которым среднемировые темпы сокращения эмиссии CO₂ должны составлять примерно 5,5% в год. Для выполнения этих требований необходима кардинальная перестройка энергетики, базирующейся

на сжигании ископаемого топлива, и перевод традиционных способов выработки тепловой энергии на возобновляемые и экологически безопасные источники энергии.

Существенный вклад в решение этих задач может внести широкое использование геотермальной энергии, которая образуется за счет радиоактивного распада долгоживущих изотопов содержащихся в геосферах Земли, а также перехода энергии гравитационной дифференциации в глубинных оболочках планеты в тепло, которое компенсирует его внешние потери и определяет возобновляемость геотермальных ресурсов [1]. Значительным преимуществом геотермальной энергетики является низкий уровень вредных выбросов, неисчерпаемость запасов и полная независимость от условий окружающей среды, времени суток и года.

Подземная тепловая энергия масштабно используется в более 58 странах мира, а в некоторых из них уже свыше 100 лет для прямых технологий отопления и охлаждения жилья, а технологии непрямого использования подземной тепловой энергии существуют свыше 30 лет и в 21 стране энергию подземного тепла трансформируют в электрическую. Активно развивается геотермальная энергетика в странах ближайших соседей Украины – Польше, Венгрии, Словении [2]. В Украине разведанные геотермальные ресурсы в 20 раз больше, чем вместе взятые теплотворные полезные ископаемые (нефть, газ, конденсат, уголь, торф, древесина, растительная биомасса). Годовой потенциал геотермальной энергии эквивалентен 12 млн. т. у. т., что позволяет сэкономить 10,5 млрд. м³ природного газа. Несмотря на кажущуюся простоту и доступность использования геотермальной энергии, техническая и экологическая реализация этих технологий, является сложной научно-технической проблемой [3].

Таблица 1. Использование геотермальной энергии в некоторых странах мира по состоянию на 2015 г. (как для производства электроэнергии, так и прямого использования тепла)

Страна	электро- энергии	тепловой энергии		Страна	электро- энергия	тепловая энергия	
	МВт	МВт	ТДж/г		МВт	МВт	ТДж/г
Аргентина	-	163,60	1000,03	Португалия	29,0	35,20	478,20
Австралия	1,1	16,09	194,36	Россия	82,0	308,20	6143,50
Австрия	1,2	903,40	6538,00	Турция	397,0	2886,30	45126,00
Китай	27,0	17870,00	17435,00	США	3450,0	17415,91	75862,20
Франция	16,0	2346,90	15867,00	Украина	-	10,90	118,80
Германия	27,0	2848,60	19531,30	Польша	-	488,84	2742,60
Исландия	665,0	2040,00	26717,00	Словакия	-	149,40	2469,60
Италия	916,0	1014,00	8682,00	Венгрия	-	905,58	10268,06
Япония	519,0	2186,17	26130,08	Румыния	-	245,13	1905,32
Мексика	1017,0	155,82	4171,00	Болгария	-	93,11	1224,42

Общемировой объем инвестиций в геотермальную энергетику за последние 20 лет составил 22 млрд. долларов, большая половина из которых инвестирована частными структурами. Ожидаемые инвестиции на ближайшее 10 лет составят 18 – 20 млрд. долларов [4].

Основным фактором, сдерживающим развитие геотермальной энергетики в Украине, является высокая стоимость бурильных работ. В данной ситуации эффективным способом решения указанных проблем является извлечение геотермальной энергии путем использования существующего государственного фонда ранее пробуренных и законсервированных скважин. По приблизительным данным, в Украине существует около 20 000 добывающих, надзорных, разведывательных и других готовых скважин, из которых не менее двух тысяч содержат геотермальную составляющую.

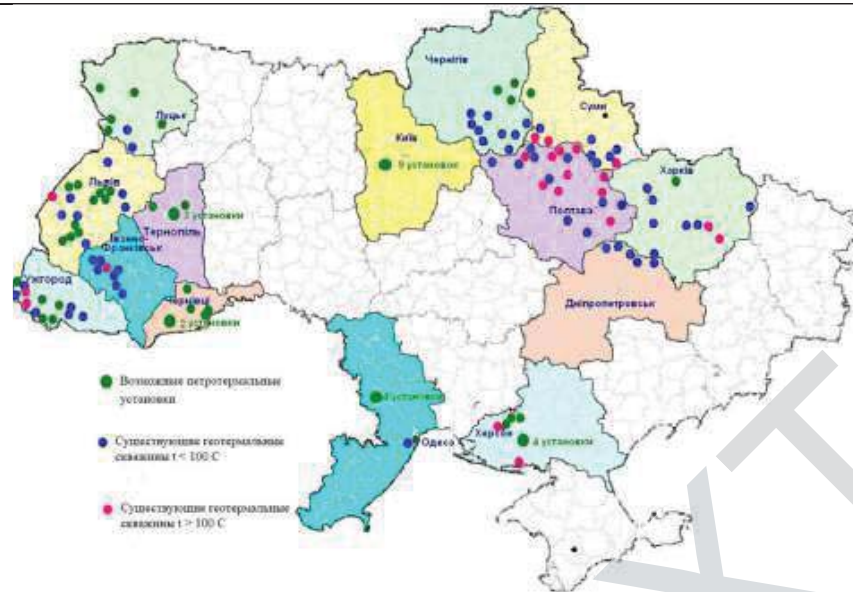


Рис. 1. Перспективные области для развития геотермальной энергетики в Украине с существующими геотермальными скважинами

Институтом технической теплофизики НАН Украины в сотрудничестве с НАК «Нафтогаз Украины» и ОАО «Укргаздобыча» собрана и систематизирована информация о законсервированных скважинах в Полтавской, Харьковской и Львовской областях, которые потенциально могут быть использованы для извлечения геотермальной энергии. Паспортные гидротермические данные скважин показывают, что большинство из них является низкопотенциальными с температурами около 50 °C, на ряде месторождений температуры составляют 70-100 °C, а на нескольких аномальных – 120-160 °C. Геологическими исследованиями установлено, что разведанный на сегодня потенциал термальных вод Украины составляет - 27 млн. м³/сут со средней температурой 70 °C. Суммарная экономия топлива по Украине, возникающая при использовании технически достижимого энергетического потенциала геотермальных источников энергии составляет 7,8 млн. т.у.т. или 6,9 млрд. м³ природного газа.

Таблица 2. Суммарное прямое использование геотермальной энергии в мире по различным категориям (мощность, МВт)

	1995 г.	2005 г.	2015 г.
Тепловые насосы	1854	15384	49898
Обогрев жилья	2579	4366	7556
Теплицы	1085	1404	1830
Бассейны	1097	616	695
С.-х. сушка	67	157	161
Индустриальное использование	544	484	610
Душевые	1085	5401	9140
Охлаждение/снеготаяние	115	371	360
Другое	238	86	79
Всего	8664	28269	70329

Одним из способов вовлечения в энергетический оборот низкопотенциальных геотермальных ресурсов, температурный потенциал которых недостаточен для прямой тепловой генерации в системах отопления и горячего водоснабжения, является создание систем теплоснабжения на основе теплонасосных установок парокомпрессионного или абсорбционного типа.

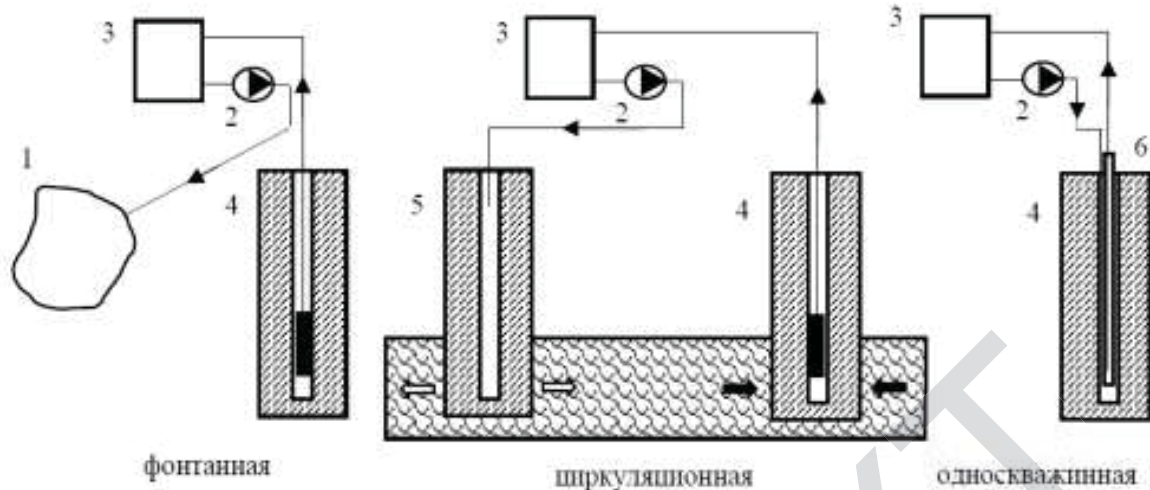


Рис. 2. Основные технологии извлечения геотермального тепла с помощью тепловых насосов

1 – водоем, 2 – насос геотермальной воды, 3 – тепловой насос, 4 – питающая скважина, 5 – скважина обратной закачки, 6 – скважинный теплообменник

Сегодня в мире работает свыше 20 млн. тепловых насосов мощностью от несколько киловатт до сотен мегаватт. Тепловая мощность мирового парка тепловых насосов, по минимальной оценке, составляет 300 тыс. МВт, годовая выработка теплоты свыше 1,8 млрд. Гкал, что соответствует замещению органического топлива в объеме до 160 млн. т. у. т. Мировой опыт показывает, что энергетические и экологические проблемы с неизбежностью приводят к необходимости широкого применения тепловых насосов [5]. К 2020 году по прогнозам Мирового энергетического комитета, доля тепловых насосов в мировом теплоснабжении составит 75%. Именно поэтому сегодня существует масса проектов применения тепловых насосов в пищевой, легкой, горнорудной промышленности, геотермальной энергетике и др. Но для выбора конкретного, наиболее эффективного типа теплового насоса и соответствующей технологии следует учитывать особенности их конструкции, области применения, требований экологии.

Введенные из эксплуатации скважины могут быть использованы для извлечения геотермального тепла путем различных технологий: фонтанной, циркуляционной и односкважинной. Схемы этих технологий приведены на рис. 2.

При фонтанной технологии горячая вода подается к испарителю теплового насоса, где происходит передача тепла быстро испаряющемуся хладагенту, пары которого сжимаются компрессором и направляются в конденсатор теплового насоса, где конденсируются при более высоком давлении, отдавая тепло воде циркулирующей в системе отопления здания. Охлажденная термальна вода сбрасывается в водоем или на рельеф. Эффективность работы теплового насоса по этой технологии повышается летом, когда тепловой насос работает в режиме холодильной машины. Фонтанная технология применима лишь в небольшом числе случаев из-за нерешенности проблем экологической безопасности – сброса отработанных термальных вод на рельеф, которые должны быть или пресными, или слабоминерализованными. Такие термальные воды составляют малую часть разведанных запасов.

Циркуляционная технология. Дальнейшее развитие освоения геотермальной энергии возможно с использованием технологии геотермальных циркуляционных систем. Эти технологии предусматривают извлечение термальной воды на поверхность, отбор тепла из нее и обратную закачку воды в пласт. Такой метод резко повышает потенциальную роль ресурсов глубинного тепла Земли, т.к. извлекается практически все тепло подземных вод, а также часть тепла водовмещающих горных пород. Кроме того, циркуляционная технология позволяет получить дополнительный технико-экономический эффект, за счет поддержания пластового давления, в результате чего может существенно увеличиться производительность скважин. Негативной стороной этой технологии является ее более высокая капиталов- и энергоемкость. Обратная закачка термальной воды в пласт с поддержанием пластового давления в 2 – 3 раза дороже фонтанной технологии. Кроме того, закачка отработанной, а, следовательно, более холодной термальной воды приводит к постепенному охлаждению пласта и снижению со временем теплового потенциала термальной воды.

При односкважинной технологии извлечение геотермального тепла происходит за счет его извлечения с помощью теплообменника встроенного в скважину вдоль центральной оси колонны. Скважина оборудуется насосом для циркуляции теплоносителя подаваемого в пространство между колонной и теплообменником. Теплоноситель нагревается от горных пород и по трубе теплообменника поступает в испаритель теплового

насоса, где процесс передачи тепла происходит так как и при фонтанной технологии, только охлажденный теплоноситель насосом подается в межтрубное пространство скважины и процесс повторяется. Такая технология в последнее время стала применяться в Германии, Швейцарии и других странах, благодаря ее эффективности и существенном сокращении капиталовложений в систему теплосбора [6]. По данным немецкого рынка при сравнении этой технологии с технологией геотермальной циркуляционной системой стоимость тепловой энергии будет на 20% ниже.

Примером геотермальной теплонасосной системы теплоснабжения может стать г. Самбор, Львовская область. В настоящее время теплоснабжение потребителей в г. Самбор в основном осуществляется от 9 котельных суммарной тепловой мощностью 42,6 Гкал/час с температурным графиком 95/70 °С. Топливом для этих котельных является природный газ. С целью перевода теплоснабжения г. Самбор на местный геотермальный ресурс предлагается создать экологически чистую геотермальную систему теплофикации с теплонасосной станцией, обеспечивающей нагрев сетевой воды в отопительный период до 95 °С и максимальное использование теплового потенциала геотермальной воды. В с. Пыняны расположением в 5 км от города Самбор имеется геотермальная скважина глубиной 2000 м и дающей на изливе 207 м³/сут. термальной воды с температурой 95 °С и минерализацией 48,6 г/дм³. В случае прямой утилизации тепла геотермальной воды через теплообменник для целей отопления и горячего водоснабжения, количество полученной при этом тепловой энергии составит 0,17 Гкал/ч, это объясняется маленьким дебитом существующей скважины. С целью повышения теплопроизводительности системы предложена каскадная система теплонасосной станции позволяющая максимально утилизировать тепло геотермальной воды. Принципиальная схема тепловой станции представлена на рис. 3.

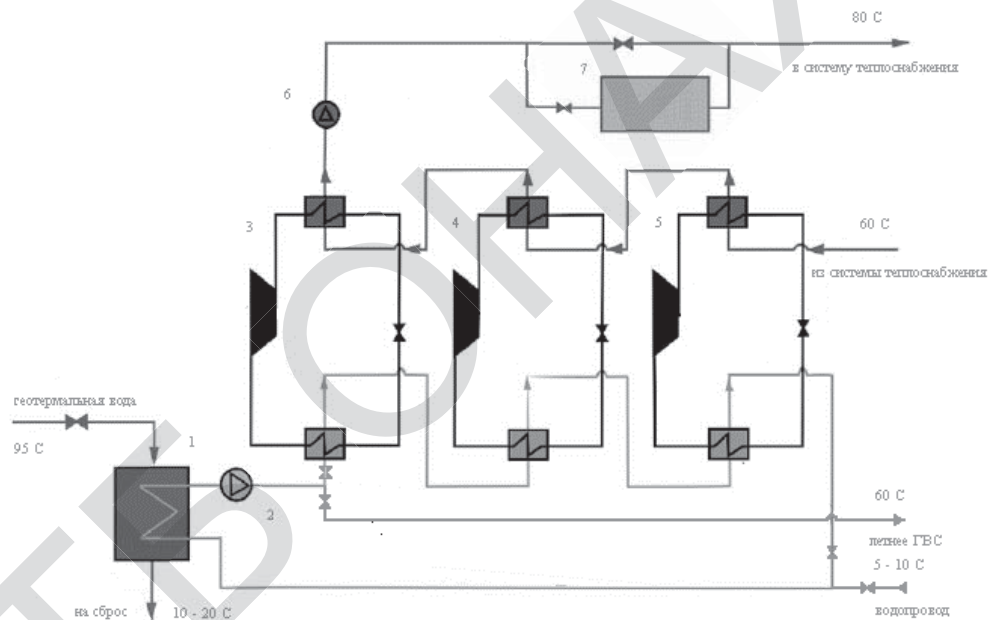


Рис. 3. Принципиальная схема геотермального теплоснабжения г. Самбор с использованием тепловых насосов

1 – геотермальный теплообменник, 2 – циркуляционный насос, 3, 4, 5 – тепловые насосы, 6 – сетевой насос, 7 – пиковая котельная

Станция имеет три контура: контур геотермальной воды; контур циркуляции промежуточного теплоносителя; контур системы теплоснабжения г. Самбор.

Геотермальная вода с этого месторождения с температурой 95 °С по трубопроводу поступает в теплообменник-утилизатор теплонасосной станции где охлаждается циркуляционной водой до температуры 10-15 °С и сбрасывается в зависимости от минерализации на рельеф пруд-отстойник. Геотермальная вода таким образом отделена от промежуточного теплоносителя или закачивается в приемную скважину циркуляционного контура, который в теплообменнике-утилизаторе нагревается до 40-45 °С. Затем промежуточный теплоноситель поступает в испарители последовательно включенных тепловых насосов, число которых определяется их техническими характеристиками.

На данной схеме показаны 3 последовательно включенных тепловых насоса. После охлаждения до 15 °С в испарителях промежуточный теплоноситель возвращается в теплообменник-утилизатор. Обратная сетевая вода с температурой 60 °С из системы теплоснабжения г. Самбор нагревается в конденсаторах

тепловых насосов до 80-85 °С. Догрев этой воды до 95 °С может быть осуществлен в пиковой котельной в зимний период года. В летний период времени потребность в горячем водоснабжении, если такая имеется, может быть обеспечена за счет тепла термальной воды без использования тепловых насосов. Расчетная теплопроизводительность этой станции 0,94 Гкал/ч. Объем сэкономленного природного газа необходимого для производства этого тепла в газовой котельной для целей отопления составит ~ 0,574 млн. м³. Таким образом, теплонасосная станция позволит в 5,5 раза повысить теплопроизводительность системы по съему теплового потенциала с геотермальной воды для целей отопления и горячего водоснабжения.

Выводы

1. Использование геотермальной энергии на значительной части территории Украины технически возможно и экономически целесообразно, а масштабы добычи ее должны обеспечить значительную долю в топливно-энергетическом балансе страны. Годовой потенциал геотермальной энергии эквивалентен 12 млн. т. у. т., что позволяет сэкономить 10,5 млрд. м³ природного газа.
2. Разработаны технико-экономические обоснования систем теплоснабжения использующих тепло глубоких скважин, в частности для г. Самбор, Львовской области предложенная теплонасосная установка позволяет в 5,5 раза повысить теплопроизводительность системы по съему теплового потенциала с геотермальной воды для целей отопления и горячего водоснабжения.
3. ИТТФ НАН Украины совместно с НАК «Нафтогаз Украины» и ОАО «Укргаздобыча» систематизировали сведения о законсервированных скважинах в Украине, которые потенциально могут быть использованы для извлечения геотермальной энергии. Геологическими исследованиями установлено, что разведанный на сегодня потенциал термальных вод Украины составляет - 27 млн. м³/сут со средней температурой 70 °С.
4. В ИТТФ НАН Украины предложены технические решения и разработаны методики расчета односкваженных теплонасосных систем теплоснабжения с замкнутым контуром циркуляции теплоносителя.

Литература

1. Гнатусь Н.А., Хуторской М.Д. Тепло «сухих» горных пород» - неисчерпаемый возобновляемый источник энергии. Литология и полезные ископаемые, 2010, №6, с. 1 – 9
2. Свалова В.Б. Геотермальная энергетика. Проблемы развития. Материалы Международного конгресса «Возобновляемая энергетика XXI век: энергетическая и экономическая эффективность», Москва 13 – 14 октября, 2016, с. 33 – 38
3. Лимаренко А.Н., Тараненко О.О. Экологические последствия получения и использования геотермальной энергии в Украине. Технологический аудит и резервы производства, 2015, №3/1 (23), с. 4 – 7
4. Михайлюк А.Л., Калашников А.Е. Энергетическая безопасность Украины в Черноморском регионе. Аналитический доклад. Одесса, Феникс, 2011, 55 с.
5. John W. Lund and Tonya L. Boyd. Direct utilization of geothermal energy 2015 worldwide review. Proceedings World Geothermal Congress 2015 Melbourne, Australia, 19-25 April 2015, p. 31
6. Калинин М.И., Баранов А.В. Метод расчета глубинных теплообменников для односкваженной технологии геотермального теплоснабжения. Разведка и охрана недр, 2003, №6, с. 53 – 60

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КОНДЕНСАТУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ЗАСТОСУВАННЯМ СПОСОБУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ	
Долінський А.А., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Коник А.В., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П.	4
ЕКОНОМІЯ ВОДИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	
Ткаченко С. Й., Іщенко К. О.	9
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНИТОРИНГ ОЛІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА	
Бурдо О.Г., Бандура В.М., Маренченко О. І., Пилипенко Є. О.	13
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ СОРБЦІЙНОГО АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІДКРИТОГО ТИПУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В СИСТЕМАХ	
Беляновська О.А., Сухий К.М., Коломієць О.В., Сухий М.П.	23
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА ИЗ УГЛЯ ПАРОПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИЕЙ	
Холявченко Л.Т., Опарин С.А., Давыдов С.Л.	28
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А., Давыдов В.А.	32
ДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОГО МІСКАНТУСА	
Атаманюк В.М., проф., Мосюк М.І., Гнатів З.Я.	37
ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГОТЕЛЬНО РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ	
І.М.Ощипок	41
ВИЛУЧЕННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ТЕПЛОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМОСИФОНІВ	
Морозов Ю.П., Чаласєв Д.М., Величко В.В.	47
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ	
Уланов Н.М., Уланов М.Н., Чалаєв Д.М.	51
ВПЛИВ ЕФЕКТІВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ	
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А.	57
ЕНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЙ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	
Бурдо О.Г., Давар Ростами Пур	62
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОНАДХОДЖЕННЯ ГЕЛОПАНЕЛІ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	
Козін В. М., Винниченко Б. О.	67
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	
Книш О.І., Беспалова А.В., Дашковська О.П., Файзуліна О.А.	72
АНАЛИЗ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ	
Янаков В.П.	79
ЕНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ГРАНАТОВОГО СОКА	
Давар Ростами Пур, Войтенко А.К., Светличный П.И., Мордынский В.П.	84
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Керш В.Я., Колесников А.В., Гедулян С.И., Твердохлеб С.А.	91
ЕНЕРГЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕПЛОВА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІМНАЗІЇ №5, М. ОДЕСА	
Безбах І. В., Чабанюк В.Р., Воронко О. Ю., Супрунець Є. М.	93
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КРУП'ЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АГРОПЕЛЕТ	
Хоренжий Н.В., Лапінська А.П., Перетяка С.М., Дєтков Г.Г.	96