

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ
XVI Всеукраїнської
науково-технічної
конференції
АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса



ОДЕСА

2016

ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

Голова:

Сторов Богдан Вікторович – ректор Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Замісники:

Поварова Наталія Миколаївна – проректор з наукової роботи Одеської національної академії харчових технологій, к.т.н., доцент,

Косой Борис Володимирович – директор Навчально-наукового інституту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. В.С. Мартиновського Одеської національної академії харчових технологій, д.т.н., професор.

Члени оргкомітету:

Артеменко С.В.

Бошкова І.Л.

Бошков Л.З.

Василів О.Б.

Гоголь М.І.

Дьяченко Т.В.

Желєзний В.П.

Зацеркляний М.М.

Князева Н.О.

Кологривов М.М.

Котлик С.В.

Крусір Г.В.

Мазур В.О.

Мазур О.В.

Мілованов В.І.

Морозюк Л.І.

Нікулина А.В.

Ольшєвська О.В.

Плотніков В.М.

Роганков В.Б.

Роженцев А.В.

Сагала Т.А.

Семенюк Ю.В.

Смирнов Г.Ф.

Тітлов О.С.

Шпирко Т.В.

Хлієва О.Я.

Хмельнюк М.Г.

Хобин В.А.

Цикало А.Л.

Відповідальний за випуск: **Тітлов О.С.**, завідувач кафедри теплоенергетики та трубопровідного транспорту енергоносіїв

Мова видання: українська, російська, англійська

За достовірність інформації відповідає автор публікації

Рекомендовано до друку Радою факультету прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій, протокол № 2 від 21 вересня 2016 року.

А 43 Актуальні проблеми енергетики та екології / Матеріали XVI Всеукраїнської науково-технічної конференції. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 312 с.

ББК 31:20.1

ISBN 978-966-930-137-6

© Одеська національна академія харчових технологій

© Факультет прикладної екології, енергетики та нафтогазових технологій

СЕКЦІЯ 1:
НЕТРАДИЦІЙНІ І ПОНОВЛЮВАНІ
ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ
ТЕПЛОВІ НАСОСИ ТА ТЕПЛОВИКОРИСТОВУЮЧІ
ХОЛОДИЛЬНІ МАШИНИ І АГРЕГАТИ

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УКРАИНЫ

Стоянов П.Ф., канд. техн. наук, ст. преподаватель, Лагутин А.Е., д-р техн. наук, профессор
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса

Работа посвящена анализу характеристик грунтовых тепловых насосов. Определены факторы, которые влияют на энергетическую эффективность, оценены особенности работы грунтовых тепловых насосов для климатических условий города Одесса. Рассмотрены особенности проектирования геотермальных тепловых насосов.

Ключевые слова: Тепловой насос – Низкопотенциальное тепло – Температура – Тепловой поток – Эффективность.

Истощение запасов ископаемых энергоносителей, а также возрастающие темпы их потребления повышают актуальность применения тепловых насосов. Потенциал геотермальной энергии, а, следовательно, использования грунтовых тепловых насосов, колоссальный. Принцип действия теплового насоса впервые был изложен в диссертации Сади Карно в 1824 г., а практическое схемное решение в свою очередь было уже предложено Вильямом Томпсоном (впоследствии - лорд Кельвин) в 1852 г. Впоследствии в 1912 г. в Швейцарии был выдан патент на технологию тепловых насосов. Широкое распространение использования тепловых насосов в различных сферах промышленности позволяет на сегодняшний день решать многочисленные задачи, такие как, горячее водоснабжение, отопление объектов, использование в различных технологических процессах. Мировой энергетический комитет прогнозирует, что в развитых странах к 2020 году тепловые насосы будут обеспечивать порядка 75% потребностей отопления и горячего водоснабжения. Одним из основных показателей устойчивого развития государства является степень автономности его энергетического комплекса. Учитывая, что для Украины характерен значительный импорт углеводородов, идея повсеместного внедрения повышающих термотрансформаторов звучит более чем актуально. Применение тепловых насосов позволяет решить как энергетические вопросы, так и улучшить экологическое состояние окружающей среды. Характерной отличительной особенностью тепловых насосов от электрических, газовых либо дизельных генераторов тепловой энергии является то, что в процессе производства тепла до 80% энергии извлекается из окружающей среды либо источников бросовой теплоты.

За последние годы в Украине отмечается существенное повышение динамики внедрения тепловых насосов в жилищно-коммунальном секторе. Однако, потенциал тепловых насосов еще достаточно мало практически применяется на крупных промышленных предприятиях. Это связано, прежде всего, с достаточно большими первоначальными капиталовложения, а также низкими тарифами на энергоносители, по сравнению, например, со странами Европейского союза.

Украина потребляет огромное количество энергии на отопление, поэтому рассмотрение опыта широкого внедрения тепловых насосов странами Северной Европы звучит более чем актуально. В случае широкого внедрения тепловых насосов также значительно сокращаются выбросы в атмосферу CO_2 , канцерогенных соединений образуемых при сгорании полезных ископаемых. Целью данной работы является анализ характеристик и возможностей применения грунтовых тепловых насосов для климатических условий Украины.

В качестве низкопотенциального источника тепла (НПИТ) возможно использование: вытяжного воздуха, наружного воздуха, грунта, сточных вод, подземных вод, поверхностных вод (озера, моря) и т.д. Оптимальный вариант источника НПИТ определяется в ходе анализа градостроительных условий расположения проектируемых объектов, архитектурно-планировочных решений и конструктивных параметров.

Одним из постоянных источников возобновляемой энергии для теплового насоса является грунт. При проектировании геотермальных тепловых насосов возможно использование вертикальных и горизонтальных грунтовых теплообменников. Распространено мнение, что температура грунта в течение года незначительно изменяется. На рисунке 1 представлен характер изменения температуры грунта в зависимости от глубины и месяца года.

По данным Одесской геофизической обсерватории изменение температуры грунта на различной глубине представлено на рисунке 2 [1]. Анализ рисунка 2 позволяет сделать вывод, что температура грунта на глубине порядка 4 м постоянна в течение года.

Для условий г.Брюссель в литературе [2] имеются экспериментальные данные, исходя из которых изменения температуры в грунте на протяжении года довольно существенны и даже на глубине 1 м зимой температура приближается к 0 °С (рисунок 3). Характер изменения изотерм по глубине грунта на рисунках 2 и 3 хорошо согласуется. Это позволяет распространять закономерность, изображенную на рисунке 3, на грунты Причерноморского региона Украины. Исследования показывают, что температура грунта по глубине зависит главным образом от типа грунта (песок, глина, гравий и т.д.) и его влажности. Все эти особенности необходимо учитывать в стадии проектирования геотермального теплового насоса.

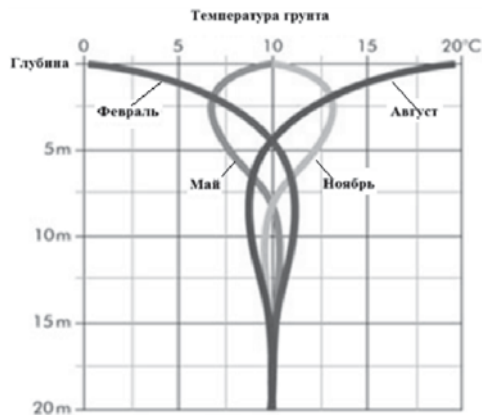


Рис. 1 – Характер изменения температуры грунта по глубине в зависимости от месяца года

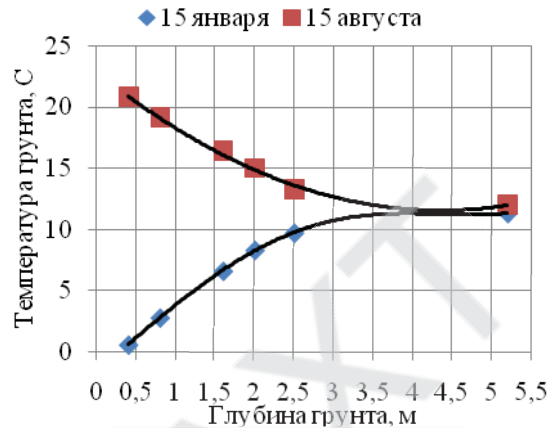


Рис. 2 – Изменение температуры в грунте по глубине (г. Одесса)

Контур горизонтального грунтового коллектора теплового насоса на практике располагается на глубине 1,2-1,5 м [4]. Глубина закладки горизонтальных коллекторов лежит в пределах существенного изменения температуры грунта в течение года (рисунок 3), поэтому следует учитывать существенное изменение производительности геотермального теплового насоса. Более глубокая закладка в грунт коллекторов приводит к неоправданному повышению строительных расходов и используется для регионов с более холодным и продолжительным зимним периодом. Для эффективной регенерации грунта участки земли, под которыми проложены горизонтальные коллектора теплового насоса должны быть минимально застроены и хорошо освещены. Таким образом обеспечивается подготовка грунта к началу отопительного сезона и эффективная работа термотрансформатора. Теплосъем грунтовых горизонтальных теплообменников зависит от типа грунта, его влагосодержания и климатической зоны, в которой располагается объект. Теплоотдача различных грунтов представлена в таблице 1 [4].

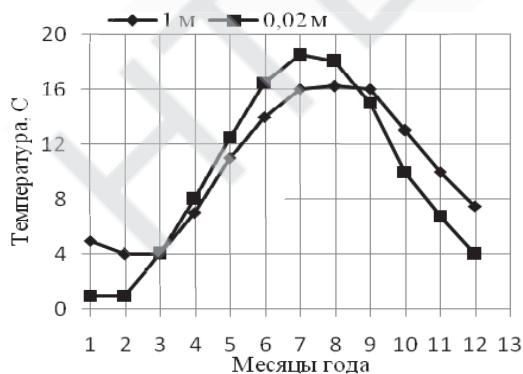


Рис. 3 – Изменение температуры в грунте в течение года (г.Брюссель)

Таблица 1 - Теплоотдача различных грунтов

Тип грунта	Удельный тепловой поток, Вт/м ²
Сухой песчаный грунт	10-15
Сырой песчаный грунт	15-20
Сухая глинистая почва	20-25
Сырая глинистая почва	25-30
Насыщенная грунтовыми водами почва	30-35

Основным недостатком при использовании горизонтальных грунтовых коллекторов является масштаб необходимых земляных работ. Использование вертикальных тепловых зондов по сравнению с горизонтальными коллекторами позволяет уменьшить требуемую поверхность грунта для геотермального теплового насоса в 10-20 раз [5]. При прокладке коллекторов также следует учитывать тот фактор, что возможна ситуация частичного обмерзания трубок грунтового теплообменника, что не оказывает существенного влияния на регенерацию грунта. Однако, пагубно действует на корневые системы растений и деревьев.

Вертикальные грунтовые тепловые зонды термотрансформаторов устанавливаются путем бурения скважин на глубину порядка 50-200 м. В зависимости от типа грунтов удельный тепловой поток существенно изменяется. В таблице 2 приведены значения удельного теплового потока для вертикальных грунтовых тепловых зондов в зависимости от типа грунта [3]. Рекомендуется располагать горизонтальные зонды на расстоянии друг от друга не менее 5-6 м.

Таблица 2 - Зависимость удельного теплового потока для вертикальных грунтовых тепловых зондов в зависимости от типа грунта

Тип грунта	Удельный тепловой поток, Вт/м
Сухой песчаный грунт	20
Сырой песчаный грунт	40
Влажный каменистый грунт	60
Водоносные слои грунта (содержащие гравий)	80-100

Выводы

В настоящей работе проведен анализ особенностей работы грунтового теплового насоса, определены факторы, оказывающее наибольшее влияние на энергетическую эффективность системы. Проанализирован температурный уровень работы грунтового теплообменника повышающего термотрансформатора при условии его эксплуатации в г. Одесса. Выявлено, что стандартная глубина закладки горизонтальных коллекторов геотермального теплового насоса не оптимальна с точки зрения поддержания стационарного температурного поля в толще грунта в течение года. Этот фактор оказывает существенное влияние на работу термотрансформатора. В открытых источниках содержатся ограниченные корректные экспериментальные данные относительно долговременной эксплуатации геотермальных тепловых насосов, надежности данных систем при условии их длительной эксплуатации, эффективного периода регенерации тепла грунта вокруг грунтового теплообменника.

Литература

1. Мартыновский В.С. Тепловые насосы: Государственное энергетическое издательство. - Москва-Ленинград, 1955. - 191 с.
2. Godard O. and Poppe H. Temperatures in the soil in Belgium and in Luxembourg/ Bulletin of the Belgian Society of Astronomy, Meteorology and Earth Sciences, Vol.76, №9-10, Sept/Oct. 1963. (In French).
3. В.Г.Горшков Тепловые насосы. Аналитический обзор/ Справочник промышленного оборудования, №2, 2004, с.47-80
4. Руководство по проектированию. Тепловые насосы // Viessmann Werke GmbH & Co, 2011, 125 с.
5. Рей Д., Макмайкл Д. Тепловые насосы: Пер. с англ. - М.: Энергоиздат, 1982. - 224 с., ил.

ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ

Кошельнік О.В., канд. техн. наук, доцент
Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

Сутність системи випарного охолодження (СВО) полягає у використанні прихованої теплоти пароутворення води для відводу тепла від охолоджуваних деталей металургійних печей. Прихована теплота пароутворення води при атмосферному тиску становить приблизно 2260 кДж/кг. При переході на випарне охолодження витрата води скорочується в 60 – 100 разів залежно від конструктивних й експлуатаційних характеристик системи в порівнянні з проточною схемою.

Водяна пара СВО доменних печей може бути використана для виробництва електричної енергії безпосередньо в електрогенераторах, так і в двоконтурних схемах із нетрадиційним робочим тілом. У

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1

Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії теплові насоси та тепловикористовуючі холодильні машини і агрегати	3
--	----------

СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ НА ОСНОВІ ТЕПЛООВОГО НАСОСА ТА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ГРУНТОВОГО КОЛЕКТОРА <i>Басок Б.І., Недбайло О.М., Ткаченко М.В., Божко І.К.</i>	4
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ОЦІНКА УТВОРЕННЯ ПАЛИВНИХ ПЕЛЕТ, ЩО ВМІЩУЮТЬ ПОБУТОВІ ВІДХОДИ ПОЛІЕТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТУ (ПЕТФ) <i>Клименко В.В., Кравченко В. І., Личук М.В., Солдатенко В.П.</i>	7
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ УКРАИНЫ <i>Стоянов П.Ф., Лагутин А.Е.</i>	9
ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОПОТЕНЦІЙНОЇ ПАРИ СИСТЕМ ВИПАРНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ ДОМЕННИХ ПЕЧЕЙ <i>Кошельнік О.В.</i>	11
СИСТЕМА УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОТИ ДИМОВИХ ГАЗІВ ТЕПЛОТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ СКЛЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ <i>Кошельнік О.В., Долобовська О.В.</i>	12
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК ПОРІВНЯНО З АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ <i>Остапенко О. П.</i>	13
НАУКОВІ ОСНОВИ З ОЦІНЮВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НА ОСНОВІ КОГЕНЕРАЦІЙНО-ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК <i>Остапенко О. П.</i>	15
ЭФФЕКТИВНЫЙ ТЕПЛООБМЕННИК ДЛЯ ПОДОГРЕВА МАЗУТА <i>Потапов М.Д., Дорошенко Ж.Ф.</i>	17

СЕКЦІЯ 2

Процеси тепломасообміну і тепломасообмінні апарати. Нанотехнології в теплоенергетиці і енергомашинобудуванні. Теплофізичні властивості теплоносіїв і робочих тіл	19
---	-----------

СХЕМНЫЕ РЕШЕНИЯ КОНДЕНСАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ <i>Бутовский Е. Д., Козут В. Е., Бушманов В. М., Хмельнюк М. Г.</i>	20
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ У ТРУБЧАТОМУ УТИЛІЗАТОРІ ТЕПЛОТИ ГАЗІВ, ЩО ВІДХОДЯТЬ З ДОМЕННОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Ганжа А. М., Засць О. М.</i>	22
МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНИХ ТЕПЛООБМІННИХ АПАРАТІВ З УРАХУВАННЯМ РОЗПОДІЛУ ЛОКАЛЬНИХ ІНТЕНСИВНОСТЕЙ ТЕПЛООБМІНУ <i>Ганжа А. М., Марченко Н. А., Підкопай В. М.</i>	24
КОНСТРУИРОВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ МИКРОВОЛНОВОГО ЭКСТРАКТОРА <i>Георгиев Е.В.</i>	26
ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОС У КОНВЕКТИВНИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ КОМІРКАХ З ПАРАБОЛІЧНИМ ПРОФІЛЕМ ДНА І ТВЕРДИМИ ГРАНИЧНИМИ УМОВАМИ <i>Іванюк М. І., Андрєєва О. Л., Кулик О. П.</i>	28
К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ <i>Колесниченко Н.А., Волгушева Н. В., Бошкова И.Л.</i>	30
ПРОЦЕССЫ ТЕПЛОМАСООБМЕНА МАСЛЯНО-ВОЗДУШНЫХ СМЕСЕЙ В ГТД <i>Михайленко Т. П., Петухов И.И., Лисица А. Ю., Немченко Д. А., Дуаиссиа Омар Хадж Аисса</i>	33

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ХОЛОДУ, КРІОТЕХНОЛОГІЙ
ТА ЕКОЕНЕРГЕТИКИ ім В.С. МАРТИНОВСЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНОЇ ЕКОЛОГІЇ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА НАФТОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

МАТЕРІАЛИ

XVI Всеукраїнської

науково-технічної конференції

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ

ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ

5-7 жовтня 2016 року, м. Одеса

Підписано до друку 28.09.2016 р.
Формат 60x84/8. Папір Офс.
Ум. арк. 34,64 . Наклад 300 примірників.

Видання та друк: ФОП Грінь Д.С.,
73033, м. Херсон, а/с 15
e-mail: dimg@meta.ua
Свід. ДК № 4094 від 17.06.2011