

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський національний технічний університет

**МАТЕРІАЛИ**  
**П'ятої Всеукраїнської науково-практичної**  
**інтернет-конференції студентів, аспірантів і**  
**МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**  
**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ**  
**СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**



20-22 травня 2020 р.  
м. Херсон, Херсонський національний технічний університет  
[http://kntu.net.ua/Conference\\_APME](http://kntu.net.ua/Conference_APME)

Матеріали V-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: ПП "Резнік", 2020. – 234 с.

У матеріалах конференції викладені результати досліджень, які присвячені актуальним проблемам сучасної традиційної та альтернативної енергетики: питанням електроенергетики та теплоенергетики, дослідженню, впровадженню та оптимізації систем нетрадиційної та відновлюваної енергетики, енергозбереженню та автоматизації енергетичних процесів, а також їх економічним та екологічним аспектам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції. Відповідальність за підбір і точність наведених фактів, цитат, економіко-статистичних даних, імен та інших відомостей, а також за те, що матеріали не містять даних, які не підлягають відкритій публікації, несуть автори та наукові керівники опублікованих матеріалів.

Організацію та проведення конференції затверджено наказом по Херсонському національному технічному університету від 28.04.2020 №79.

Відповідно до пункту № 438 листа ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 20.01.2020 №22.1/10-143 «Про перелік міжнародних, всеукраїнських науково-практичних конференцій здобувачів вищої освіти і молодих учених»

**ISBN 978-617-7917-02-0**

Адреса організаційного комітету: 73008, м. Херсон, Бериславське шосе, 24,  
Херсонський національний технічний університет, корп. 1, ауд. 125.

© Колектив авторів, 2020  
© Дизайн та макетування. Кафедра енергетики, електротехніки і фізики  
Херсонського національного технічного університету

## ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ

### Голова оргкомітету:

- д.е.н., проф. Савіна Г. Г. – проректор з наукової роботи;

### Заступник голови оргкомітету:

- к.т.н., доц. Баганов Є. О. – завідувач кафедри енергетики, електротехніки і фізики;

### Вчений секретар оргкомітету:

- к.т.н., доц. Андропова О. В. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;

### Члени оргкомітету:

- к.т.н., доц. Курак В. В. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- к.ф.-м.н., доц. Дон Н. Л. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- к.т.н., доц. Погребняк І. Ф. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- к.ф.-м.н., доц. Степанчиков Д. М. – доцент кафедри енергетики, електротехніки і фізики;
- Войцеховський О. Н. – старший викладач кафедри енергетики, електротехніки і фізики.

<b>Буратинський І.М. Шляхи забезпечення стабільності роботи фотоелектричної сонячної електростанції</b>	121
<b>Дон Н.Л., Костюченко М.В. Моделювання роботи мережевої сонячної електростанції для Кочубеївської сільської об'єднаної територіальної громади</b>	123
<b>Волчок В.О., Місюра М.С., Вальчишена А.О. Визначення фізичних властивостей сипкого біопалива</b>	127
<b>Решетняк І.Л., Моложенко О.О. Визначення потенціалу сонячного випромінювання в умовах сучасної міської забудови</b>	130
<b>Нестеренко Б.Б., Степанчиков Д.М. Дослідження генерації промислових фотоелектричних станцій у різних регіонах України</b>	132
<b>Дон Н.Л., Кур'янінов Є.С. Обґрунтування вибору площадки розміщення мережевої сонячної електростанції для Кочубеївської сільської об'єднаної територіальної громади</b>	136
<b>Яценко Н.В., Погребняк І.Ф. Автономна сонячна електростанція для забезпечення потреб приватного будинку</b>	140
<b>Демченко В.В., Погребняк І.Ф. Використання водоростевих культур для отримання біопалива</b>	142
<b>Алимкешова А.Х., Джамашева Р.А., Цой А.П., Титлов А.С. Разработка автономных систем охлаждения на базе возобновляемых и бросовых источников тепловой энергии</b>	145
<b>Ozolin M.E., Bilenko N.O., Kravchenko V.V., Titlov O.S. Thermodynamic analysis of periodic operation ammonia-water absorption refrigeration units in atmospheric water generation systems</b>	149
<b>СЕКЦІЯ 4. Енергозбереження та автоматизація енергетичних процесів</b>	151
<b>Попова І.О., Сідельніков Б.Ю., Щербаков С.В. Розширення функціональних можливостей датчика напруги</b>	152
<b>Коханіч Б.А., Баганов Є.О. Вплив утеплення внутрішніх укосу на лінійні тепловтрати через віконні прорізи</b>	155

## **РАЗРАБОТКА АВТОНОМНЫХ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ И БРОСОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ**

Алимкешова А.Х.<sup>1</sup>, Джамашева Р.А.<sup>1</sup>, к.т.н., проф. Цой А.П.<sup>1</sup>,  
д.т.н., проф. Титлов А.С.<sup>2</sup>

*1 – Алматинский технологический университет, г. Алматы*

*2 – Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса*  
teniz@bk.ru<sup>1</sup>; titlov1959@gmail.com<sup>2</sup>

Научные руководители: канд. техн. наук, профессор Цой А.П.<sup>1</sup>,  
д-р техн. наук, профессор Титлов А.С.<sup>2</sup>

Несмотря на высокие темпы индустриализации и электрификации в современном мире, во многих странах имеется значительное количество территорий, где или отсутствуют источники электроснабжения, либо их качество неудовлетворительно.

Одним из таких примеров являются фермерские и крестьянские хозяйства, которые находятся в местах заготовки и первичной обработки продукции животного и растительного происхождения.

Особенно остро стоят проблемы качественного обеспечения первичной холодильной обработки мясных и молочных продуктов в соответствии с технологическими требованиями. И, если в регионах с холодным климатом можно еще использовать известные издавна технологии применения водного льда, то в странах с умеренным и тропическим климатом нужно применять только искусственное охлаждение.

Из всего спектра современного холодильного оборудования для решения задач автономного искусственного охлаждения наиболее эффективными, с энергетической точки зрения, являются парокомпрессионные холодильные машины (ПКХМ), работающие от дизель-генераторов или солнечных батарей, а также теплоиспользующие абсорбционные холодильные машины, источником тепловой энергии для которых служат потоки нагретых газов и жидкостей.

Как показал сопоставительный анализ, для условий работы в автономном режиме можно использовать только водоаммиачные абсорбционные холодильные машины (АВХМ). В отличие от бромистолитиевых аналогов они не требуют обязательного жидкостного охлаждения теплорассеивающих элементов (конденсатора, дефлегматора, абсорбера) и значительно дешевле при изготовлении из-за доступности конструкционных материалов (углеродистых сталей). При этом если учитывать всю цепочку производства электрической энергии на тепловых станциях, то АВХМ энергетической эффективности становятся сопоставимы с ПКХМ.

При разработке новой автономной техники необходимо помнить, что дефицит и высокая стоимость органических топливных ресурсов, особенно ощутимые в настоящее время в мире, а также ожесточающиеся экологические

требования по снижению потенциала глобального потепления на планете ставят как никогда ранее актуальную задачу снижения потребления топлива в энергетических, холодильных и энерготехнологических установках.

В этой связи актуальной становится задача поиска путей повышения энергетической эффективности и автономных систем охлаждения, как на базе ПКХМ, так и на базе АВХМ.

Наиболее рациональным будет комплексный подход, когда рассматриваются и внешний (особенности работы в изменяющихся в течение суток и времени года условиях теплоотвода в окружающую среду) и внутренний фактор (совершенствование термодинамических циклов и схем).

#### **Объект, цель и задачи исследования**

Объект исследования – системы охлаждения на базе ПКХМ и АВХМ.

Цель исследования – разработать схемы и конструкции автономных систем охлаждения на базе ПКХМ и АВХМ с использованием альтернативных и возобновляемых источников энергии и определить энергетические эффективные режимы их работы при различных условиях теплоотвода в различное время суток и года.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить такие задачи:

1. Разработать методику моделирования режимов АВХМ и провести аналитические исследования в широком диапазоне рабочих термодинамических параметров.

2. Разработать перспективные схемы автономных систем охлаждения на базе ПКХМ и АВХМ с использованием альтернативных и возобновляемых источников энергии, в том числе и с использованием технологии «эффекта ночного излучения».

В последнее время, в связи с требованием энергоэффективности и сокращением времени использования синтетических холодильных агентов (фреонов) холодильным системам, наблюдается стабильный интерес к пассивным способам охлаждения. Одним из таких способов является охлаждение за счет радиационного излучения в космическое пространство.

Любая поверхность, обращенная к ночному небу, при определенных условиях может излучать больше тепловой энергии, чем получать обратно от окружающей среды. Данный эффект носит название «эффекта ночного излучения» (ЭНИ) и за счет него можно поддерживать температуру теплоносителя ниже температуры окружающего воздуха.

Использование ЭНИ в значительной степени определяется особенностями климата того или иного региона. В определенных климатических условиях холодильные системы, использующие радиационное излучение, будут работать более эффективно, чем в других.

Циклы АВХМ реализуются в насосной и безнасосной схеме. Насосные схемы имеют более высокую энергетическую эффективность, но имеют в своем составе циркуляционный насос и не автономны. Безнасосные схемы автономны, но недостаточно эффективны. Рабочее тело насосных АВХМ – водоаммиачный раствор (ВАР), безнасосных – ВАР с добавкой инертного газа (водорода).

Одной из особенностей АВХМ является взаимозависимость температур в характерных процессах цикла – температуры греющей среды, температуры охлаждающей среды, температуры объекта охлаждения. Из трех температур произвольно могут быть заданы только две.

Как показывает практика, работа холодильной установки должна обеспечивать заданный уровень охлаждения, а сама установка работать в соответствующих климатических условиях, то есть при заданной температуре охлаждающей среды. Поэтому, реальным параметром, который может изменяться является только температура греющего источника.

Для работы с низкопотенциальными источниками тепловой энергии разработан алгоритм расчета циклов АВХМ насосного типа.

При проведении вариантных и оптимизационных расчетов циклов АВХМ была разработана подсистема библиотечных функций термодинамических и теплофизических свойств чистого аммиака и ВАР, основанная на использовании стандартных функций аппроксимации (линейной либо сплайновой) системы MathCAD.

На рис. 1 приведена базовая схема насосной АВХМ с двумя регенеративными теплообменниками – растворов (РТР) и аммиака (РТА).

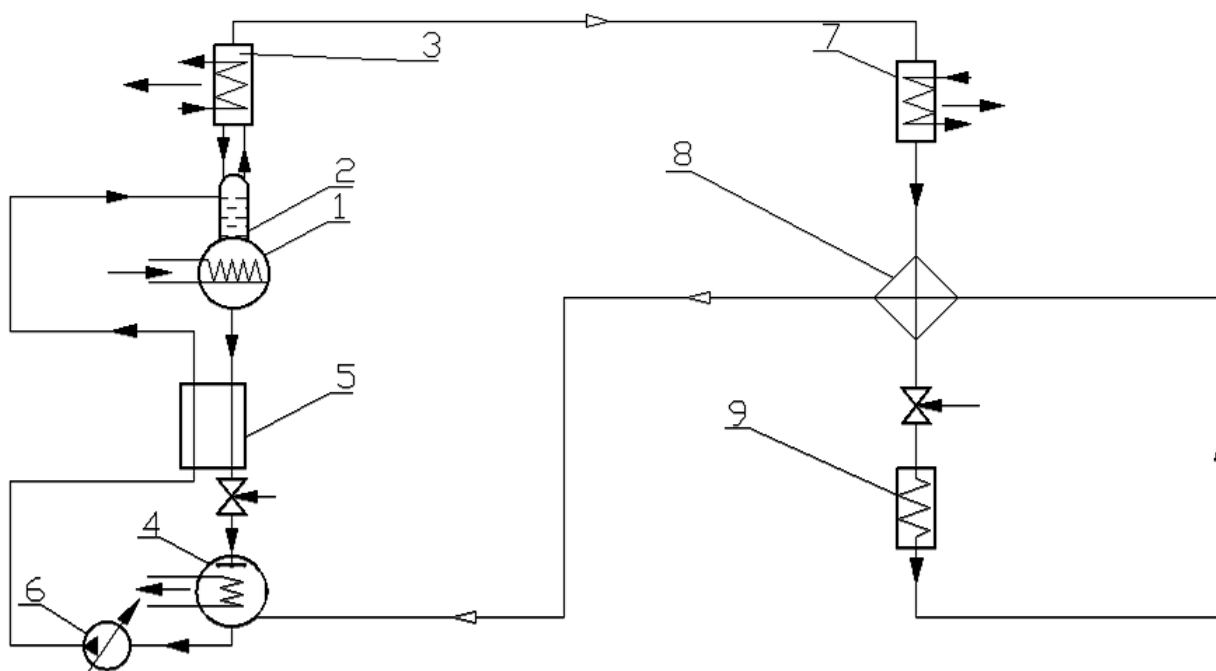


Рисунок 1 – Схема АВХМ с двумя регенеративными теплообменниками: 1 – генератор; 2 – ректификатор; 3 – дефлегматор; 4 – абсорбер; 5 – РТР; 6 – насос; 7 – конденсатор; 8 – РТА; 9 – испаритель

## Выводы

1. Показаны энергетические перспективы использования технологии ЭНИ для автономных систем охлаждения преимущественно в сельских и крестьянских хозяйствах.

2. Разработан оригинальный алгоритм поиска минимально необходимой температуры греющей среды в зависимости от температур объекта охлаждения и охлаждающей среды реальной АВХМ. Получены графические зависимости для широкого диапазона температур эксплуатации (температура окружающей среды – 17...47 °С, температура объекта охлаждения – минус 30...15 °С).

3. При реализации традиционных циклов АВХМ имеются режимы с максимальной энергетической эффективностью в практических диапазонах температур охлаждающей среды (от 10 до 32 °С) и объектов охлаждения (от минус 25 до минус 5 °С). Для достижения таких оптимальных режимов необходимо соответствующая комбинация состава крепкого ВАР и температуры греющего источника.

4. Работа насосной схемы АВХМ в области низких температур греющего источника (от 90 до 120 °С) предполагает наличие циркуляционного насоса с установочной мощностью на 2-3 порядка превышающую мощность насоса, работающего в схеме в диапазоне температур греющего источника от 120 до 160 °С.

5. Выполнен расчет циклов ПКХМ в условиях работы автономных систем охлаждения (температура атмосферного воздуха изменяется в диапазоне 10...40 °С). Показаны значительные преимущества при работе ПКХМ при низких температурах атмосферного воздуха. В качестве рабочего тела для этих условий рекомендован аммиак (R717), с максимальной энергетической эффективностью холодильного цикла среди рассмотренных аналогов (R134a; R22; R600 (изобутан); R744 (CO<sub>2</sub>)).

6. Разработаны оригинальные схемы автономных систем охлаждения молока на базе ПКХМ и АВХМ с использованием технологии ЭНИ.

Нестерчук Д.М.	15 (к), 18 (к)	Сідельніков Б.Ю.	11, 152
Нечаєва Т.П.	121 (к)	Соколовская И.Е.	60
Ніколайченко Д.А.	104	Соколовська І.Є.	64, 161
Нікульча М.В.	15	Станиціна В.В.	82
Орфанова М.М.	206 (к)	Степанчиков Д.М.	107, 111, 117, 132
Остапенко О. П.	78	Стикозін І.В.	161
Петренко А.О.	177	Тикшаєв С.О.	56
Петренко В.В.	177	Титлов А.С.	145
Погребняк І.Ф.	76, 140, 142	Ткаченко О.О.	34
Попова І.О.	11, 152	Фарина Д.С.	117
Попроцький Я. С.	78	Ханко А.О.	173
Прядка Є.С.	91	Цой А.П.	145
Путінцева К.К.	111	Чернега Р.М.	180
Пшенична Н.С.	159	Чуніхін К.В.	36
П'ятачук В.С.	211	Шелешей Т.В.	208 (к), 211 (к)
Райнов А.А.	184	Шиманська О.В.	194
Раснюк В.С.	72	Штельмах В.В.	115
Решетняк І.Л.	130	Штода С.Р.	206
Риндюк Д.В.	215 (к), 219 (к), 223 (к), 225 (к)	Щербаков С.В.	11, 152
Рогальський С.В.	169	Юрчук В.С.	208
Рогач А.І.	70	Яковенко І.С.	46
Рыжков И.И.	22, 26	Янковська О.М.	30
Савченко С.О.	175	Яценко Н.В.	140

\* (к) – тільки керівник роботи

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

МАТЕРІАЛИ

V-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів,  
аспірантів і молодих вчених

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ**

20-22 травня 2020 р.

м. Херсон, Херсонський національний технічний університет

[http://kntu.net.ua/Conference\\_ARME](http://kntu.net.ua/Conference_ARME)

Відповідальний за випуск: Баганов Є.О.

Підписано до друку 18.05.2020 р.

Формат 60x84/16 папір офсетний. Друк: ризографія.

Гарнітура Times New Roman. Умов. друк. арк. 10,63

Наклад 100 прим. Замовлення № 0010.

Надруковано з оригінал-макету ХНТУ

у видавництві ПП «Резнік»

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовлювачів і  
розповсюджувачів видавничої продукції:

серія ДК №6155 від 24.04.2018 р., видано Управлінням Держкомтелерадіо  
73008, м. Херсон, пров. 4-й Приміський, 6