

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

# **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

за матеріалами  
XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
онлайн-конференції  
**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року



Одеса  
Видавець Бондаренко М. О.  
2020

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

3-41

*Рекомендовано до друку Вченою радою  
Одеської національної академії харчових технологій,  
протокол № 3 від 6 жовтня 2020 р.*

Відповідальний редактор:

*Тітлов О. С.*, завідувач кафедри нафтогазових технологій, інженерії та теплоенергетики, д-р. техн. наук, професор.

*За достовірність інформації  
відповідає автор публікації*

**Збірник** наукових праць за матеріалами XVIII Всеукраїнської 3-41 науково-технічної онлайн-конференції «Актуальні проблеми енергетики та екології» 29-30 вересня 2020 року / ред. О. С. Тітлов. – Одеса : ФОП Бондаренко М. О., 2020. – 280 с.

ISBN 978-617-7829-81-1

До збірника включені матеріали сучасних наукових досліджень, що представлені вченими України, Білорусії, Молдови, Росії, а також роботи студентів.

Розглянуто наступні напрямки досліджень: тепломасообмін; теплофізичні властивості робочих тіл енергетичного обладнання; нанотехнології в холодильній техніці; екологічні проблеми енергетики; теплові насоси. Системи опалення та кондиціонування; теплообмінні апарати; енергетичні та екологічні проблеми нафтогазової галузі; енергетичні та екологічні проблеми холодильної техніки; енергетичні та екологічні проблеми харчової промисловості; екологічна безпека; екологічні проблеми сучасності; раціональне використання природних ресурсів.

УДК 621.31(075.8)

ББК 31.2я73

ISBN 978-617-7829-81-1

© Одеська національна академія  
харчових технологій, 2020

**Секція 1:**

**«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ  
ЕНЕРГЕТИКИ»**

8. Липовий В. М. «Підвищення енергетичних показників ортогональних вітродвигунів для використання вітрових потоків малої потужності»: канд. техн. наук: 05.05.17 Липовий Віталій Миколайович. – С., 2015. - 130с.
9. «Альбом течений жидкости и газа» М. Ван-Дайк. Издательство «Мир». 1986.
2. А. К. Aringazin, 2001. – Режим доступа: [www.usemagnetgas.com](http://www.usemagnetgas.com)
3. Комарова-Ракова Я.О. Исследования возможности получения «магнегаза» из водно-угольной смеси/ Королёв А. В., Комарова-Ракова Я.О. // Ядерная энергетика та доповіді №2 (8), 2016 – с. 64-66.

**УДК 621.311.245**

## **ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРОВЫХ ПОТОКОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ**

**Бошков Л.З., к.т.н., доцент, Филипенко А.А., аспирант  
Одесская национальная академия пищевых технологий**

Энергия ветра — это косвенная форма солнечной энергии, являющаяся следствием разности температур в атмосфере земли. Специалисты уверены, что ветряные турбины скоро будут усовершенствованы и станут эффективными. Ветер является необычным энергоносителем, неистощимым, но который имеет множество сложных и слабо предсказуемых физических параметров для каждого отдельно взятого географического места. Ветроэнергетическая техника в сравнении с другими источниками энергии обладает очевидными преимуществами. Среди них: отсутствие затрат на добычу и транспортировку топлива; низкие удельные трудозатраты на сооружение ветроэнергетических установок (ВЭУ) — эти затраты на порядок меньше, чем для тепловых и атомных станций, широкий технологический диапазон прямого использования энергии ВЭУ (в частности, автономность и работа в централизованных сетях, совместимость с другими источниками энергии); короткие сроки ввода мощностей в эксплуатацию; отсутствие вредного воздействия на окружающую среду (в этом отношении ветротехника уступает лишь геосистемам). В качестве главного экологического недостатка отмечают генерацию ветроэлектростанциями инфразвукового шума, вызывающего постоянное угнетенное состояние, чувство дискомфорта и беспокойства. Территории, где размещаются ветроэлектростанции, оказываются малоприспособленными для проживания [1, 2].

Кинетическая энергия, переносимая потоком ветра в единицу времени через площадь в  $1 \text{ м}^2$  (удельная мощность потока), пропорциональна кубу скорости ветра. Ветровое колесо, размещенное в свободном потоке воздуха, может в лучшем случае теоретически преобразовать в мощность на его валу  $16/27=0,59$  (критерий Бетца) мощности потока воздуха, проходящего через площадь сечения, обметаемого ветровым колесом. В действительности КПД ниже и достигает для лучших ветровых колес примерно 0,45. Это означает, например, что ветровое колесо с длиной лопасти 10 м при скорости ветра 10 м/с может иметь мощность на валу в лучшем случае 85 кВт. Ветер дует почти всегда неравномерно. Значит, и генератор будет работать неравномерно, отдавая то большую, то меньшую мощность, ток будет вырабатываться переменной частотой, а то и полностью прекратится, и притом, возможно, как раз тогда, когда потребность в нем будет наибольшей. В итоге любой ветроагрегат работает на максимальной мощности либо малую часть времени, а в остальное время он либо работает на пониженной мощности, либо просто стоит.

В большинстве регионов Украины среднегодовая скорость ветра не превышает 5 м/с [1, 3], в связи с чем привычные ветрогенераторы с горизонтальной осью вращения практически не применимы — их стартовая скорость начинается с 3-6 м/с, и получить от их работы

существенное количество энергии не удастся. Однако на сегодняшний день все больше производителей ветрогенераторов предлагают т. н. роторные установки, или ветрогенераторы с вертикальной осью вращения. Принципиальное отличие состоит в том, что вертикальному генератору достаточно 1 м/с чтобы начать вырабатывать электричество. Развитие этого направления снимает ограничения по использованию энергии ветра в целях электроснабжения. Наиболее прогрессивная технология — сочетание в одном устройстве генераторов двух видов — вертикального ветрогенератора и солнечных батарей. Дополняя друг друга, совместно они гарантируют производство достаточного количества электроэнергии на любых территориях и в любых климатических условиях.

Ветроэнергетика является нерегулируемым источником энергии. Выработка ветроэлектростанции зависит от силы ветра — фактора, отличающегося большим непостоянством. Соответственно, выдача электроэнергии с ветрогенератора в энергосистему отличается большой неравномерностью как в суточном, так и в недельном, месячном, годовом и многолетнем разрезах. Учитывая, что энергосистема сама имеет неоднородности нагрузки (пики и провалы энергопотребления), регулировать которые ветроэнергетика, естественно, не может, введение значительной доли ветроэнергетики в энергосистему способствует её дестабилизации. Данная особенность ветроэнергетики существенно удорожает получаемую от них электроэнергию. Энергосистемы с большой неохотой подключают ветрогенераторы к энергосетям.

Изменения скоростей ветра, а соответственно и колебания энергии ветра, по величине и по времени обуславливают применение в практике как буферных, так и ёмкостных аккумуляторов энергии. Буферные аккумуляторы способны запасать и отдавать потребителю накопленную энергию в короткие промежутки времени, исчисляемые секундами, минутами и до одного часа. Ёмкостные аккумуляторы способны запасать и отдавать потребителю накопленную энергию в течение продолжительного времени — от 1 до нескольких часов. По принципу действия применяемые в ветротехнике аккумуляторы можно подразделить на следующие типы: механические, электрические, гидравлические, тепловые, пневматические и водородные. Механические аккумуляторы запасают избыток энергии и отдают при её недостатке с помощью механизмов, как-то: маховика, пружины, подъёмника и т. д. Эти механизмы отдают накопленную энергию рабочей машине либо сейчас же, как маховик, либо в определённые моменты времени, как пружина. Как только скорость ветра снижается, снижаются обороты ветродвигателя, диск продолжает вращаться с теми оборотами, которые он развил к этому моменту, и муфтой вращает генератор уже за счёт той энергии, которую он накопил в момент возрастания скорости ветра. Таким образом, генератор работает непосредственно от ветродвигателя, или от инерционного аккумулятора. Частота переключений муфты зависит от длительности порывов ветра. В результате ветроустановка выдаёт до некоторой степени ровную энергию, несмотря на пульсирующий характер ветра. Это и есть тип буферного инерционного аккумулятора. Основным недостатком инерционных аккумуляторов является потеря на трение воздуха. Что же касается потерь на трение в подшипниках, то, при хорошем их выполнении и правильной смазке, эти потери представляют очень малый процент от потерь на трение воздуха. С целью снижения потерь на трение воздуха, заключают вращающийся диск в герметически закрывающийся кожух, в котором делается некоторое разрежение.

К механическим аккумуляторам относятся также упругие аккумуляторы, в которых для запаса энергии используются упругие свойства тел. Примером простейшего буферного аккумулятора являются резиновые амортизаторы, применяемые в авиации для шасси самолётов. Электрические аккумуляторы — устройства, позволяющие накапливать и сохранять электрическую энергию в виде постоянного тока для расходования её по графику потребления. Элемент электрического аккумулятора состоит из сосуда, наполненного разведённой серной кислотой, и опущенных в него электродов — свинцовых пластинок.

Число ампер-часов, которое аккумулятор может отдавать в сеть, называют ёмкостью аккумулятора. Ёмкость зависит от числа и размеров пластин каждого элемента и от силы

разрядного тока при одинаковых размерах пластин. Опыт показывает, что чем медленнее происходит разрядка, тем ёмкость аккумулятора оказывается больше, т. е. тем большее число ампер-часов может он развить, пока напряжение каждого элемента не упадёт с 2.05 до 1,8 вольт. Например, если аккумуляторная батарея способна при разрядке давать 70 ампер в течение 3 часов, то она обладает при этом ёмкостью в 210 ампер-часов. При силе тока этой же батареи только в 28 ампер, для её разрядки потребуется не 3, а 10 часов, т. е. её ёмкость при этих условиях возрастает до  $28 \times 10 = 280$  ампер-часов. Коэффициентом полезного действия аккумулятора называют отношение работы, получаемой при полной разрядке, к работе, затраченной при заряде. Величина этого коэффициента колеблется в пределах от 70 до 80%. Электрические аккумуляторы работают только на постоянном токе. Поэтому в сетях переменного тока перед зарядкой переменный ток преобразовывают в постоянный, а при разрядке постоянный ток аккумулятора трансформируется в переменный ток сети. Такая двойная трансформация снижает коэффициент полезного действия аккумуляторной батареи и увеличивает капитальные затраты установки. Гидроаккумулятор представляет силовую установку, где энергия ветра или другая какая-либо энергия преобразуется в потенциальную энергию в виде поднятой на некоторую высоту воды, которая при своём обратном падении может совершать работу. Например, ветродвигатель расположен в наиболее высокой точке, в открытом для ветра месте и работает на генератор. Получаемый от ветроэлектростановки электрический ток, приводит в движение электродвигатель с центробежным насосом, подающим воду по трубопроводу в напорный бассейн. При отсутствии ветра вода по этому же трубопроводу поступает в турбину, которая приводит в движение генератор. Наиболее серьёзным сооружением гидроаккумуляторной установки является напорный бассейн для запаса воды.

Водородный аккумулятор. Большой интерес для практического использования представляет водородный способ аккумуляции энергии. Российский ученый Г. А. Уфимцев в 1918 г. предложил аккумулировать энергию ветра путём электрического разложения воды на кислород и водород. Кислород идёт для промышленных целей, а водород для сжигания в двигателе внутреннего сгорания. Так как водород можно запасать в баллонах, то представляется возможность аккумулировать энергию в виде горючего водорода, который, по мере необходимости, должен быть израсходован на работу теплового двигателя. Самый распространенный в настоящее время метод электролиза воды основан на реакции:  $\text{электроэнергия} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$ . Электролиз может осуществляться в жидкой фазе при низкой температуре. Работают установки низкотемпературного электролиза воды мощностью до 3 МВт. Электролитические ванны оборудованы никелевыми электродами, в воду добавляются соли калия. КПД процесса электролиза достигает 85%. Для широкого распространения производства водорода электролизом необходима дешёвая электроэнергия, которую можно получать от нетрадиционных источников, а также с ТЭС и АЭС в часы провала нагрузки. Водород является оптимальным сырьём для топливных элементов, в которых электрический ток генерируется из химической энергии потребляемых компонентов, минуя тепловую энергию. Прямое преобразование химической энергии в электрическую происходит в топливных элементах без потерь, связанных с необходимостью отдавать часть подведённой теплоты в окружающую среду по второму закону термодинамики, поэтому топливные элементы имеют высокий КПД. При их работе практически не загрязняется окружающая среда. По принципу действия работа топливного элемента противоположна электролизу воды.

Электричество является чрезвычайно универсальной формой энергии, но имеет один большой недостаток: аккумуляторные батареи могут сохранять большое количество энергии, но это занимает несколько часов для их зарядки. Конденсаторы, с другой стороны, заряжаются почти мгновенно, но могут хранить небольшое количество энергии. В нашем электроприводном будущем, когда будет нужно аккумулировать и быстро расходовать большое количество электроэнергии, вполне вероятно, мы обратимся к суперконденсаторам, которые сочетают в себе лучшее от обычных батарей и конденсаторов.

### Информационные источники

1. Безруких П.П. Ветроэнергетика: справ. и метод. пособ.: / П.П. Безруких. – М.: ИД ЭНЕРГИЯ, 2010. – 320 с.
2. N. Neuberger, E. Nolle, Г. Пивняк, А. Бешта. Состояние и перспективы развития ветроэнергетики. Материалы XVIII международной конференции „Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика” 09.2011, Одесса, Украина.
3. Oleksii B. Ivanov, Fedir P. Shkrabets, Jan Zawilak. Electrical generators driven by renewable energy systems. Wroclaw University of Technology, Wroclaw – 2011. – 169 p.

УДК 662.99

## ВОЗДУШНАЯ КОМПРЕССОРНАЯ ТЕПЛОВАЯ УСТАНОВКА (ВКТУ)

Хлебников И., Одесса

В статье «Передовые климатические технологии: ваш друг тепловой насос GENERAL», на сайте: <http://zoom.cnews.ru/publication/item/31881>, сообщается о том, что, ещё в 1852 году, лордом Кельвином (Томсоном) был создан опытный образец одноцилиндровой поршневой установки, — «Умножитель тепла», с использованием в качестве рабочего тела атмосферного воздуха. Именно на его основе предлагается новое техническое решение -

«Патент на изобретение №117063, Воздушная Компрессорная Тепловая Установка». Зарегистрировано в Государственном реестре патентов Украины на изобретения 11.06.2018 года. Изобретатели: Карташев Богдан Валерьевич (UA), Хлебников Игорь Константинович (UA), Чижик Олег Анатольевич (UA). Но в те далёкие времена, изобретатели теплового насоса решили заменить однофазное рабочее тело, — «бесплатный» атмосферный воздух, «Умножителя тепла Кельвина» на двухфазное рабочее тело — дорогой, промышленного изготовления хладагент, работающий только в жидком и газообразном состоянии. Тем самым, новые изобретатели угробили «Теплоохладитель» — «Умножитель тепла Кельвина», сконструировав «Холодильник наоборот», назвав его «Тепловым насосом», который существует до настоящего времени, как довольно -таки дорогостоящее устройство с небольшим энергетическим коэффициентом эффективности  $COP = 3-5$ . А ведь предложенная Кельвином в 1852 году система отопления (с применением в качестве рабочего тела экологически безопасного атмосферного воздуха, возвращаемого обратно в атмосферу, после его отработки в тепловой установке), способна была давать 97 % тепловой энергии, используя только 3 % процента от энергии топлива (по словам Кельвина), затрачиваемого для отопления помещений.

То есть, «Умножитель тепла Кельвина» имел коэффициент энергетической эффективности  $COP=30$ . Чтобы «не пугать» специалистов, продавцов и покупателей современных тепловых насосов, в Патенте ВКТУ указан  $COP=10$ , то есть с троекратным запасом надёжности атмосферного воздуха для нагрева воды. Если для ВКТУ использовать расчётное количество горячего воздуха без запаса, то у ВКТУ коэффициент  $COP = 30$ . То есть энергетическая эффективность ВКТУ равна «Умножителю тепла Кельвина», — у обоих устройств  $COP=30$ . Таким образом, опытный образец ВКТУ можно сказать существовал уже в 1852 году.

Расчёт параметров ВКТУ следует начинать с определения величины внутреннего диаметра ( $D_{внт}$ ) медного патрубку теплообменника с горячим воздухом, путём совместного решения уравнения количества теплоёмкостной ( $Q_{те}$ ) теплоты Джозефа Блэка и уравнения количества теплопроводной ( $Q_{тп}$ ) теплоты Жана Фурье.

<b>ЗАСТОСУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ</b> <i>Волчок В.О., Власов О.К.</i> .....	65
<b>БУРЯКОВА ВІНАСА ЯК СИРОВИНА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ ТА ДОБРІВ</b> <i>Іванова Т.С., Кулічкова Г.І., Сивак В.О., Володько О.І., Лукашевич К.М., Циганков С.П.</i> .....	67
<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТРАБОТАННЫХ УГОЛЬНЫХ ШАХТ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ «МАГНЕГАЗА»</b> <i>Комарова-Ракова Я. О., Королев А.В.</i> .....	70
<b>ЗМЕНШЕННЯ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОДВИГУНА КОЛИВАЛЬНОГО РУХУ</b> <i>Медвідь А. М., Панченко В. О.</i> .....	72
<b>ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРОВЫХ ПОТОКОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ</b> <i>Бошков Л.З., Филипенко А.А.</i> .....	77
<b>ВОЗДУШНАЯ КОМПРЕССОРНАЯ ТЕПЛОВАЯ УСТАНОВКА (ВКТУ)</b> <i>Хлебников И.</i> .....	80
<b>БУРЯКОВА ВІНАСА ЯК ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ</b> <i>Циганков С.П., Іванова Т.С.</i> .....	83
<b>ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФІЛЬТРАТИВ ПОЛІМЕРВМІСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІДИН НА ФІЛЬТРАЦІЙНО-ЄМНІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕРИГЕННОГО КОЛЕКТОРА</b> <i>Ахметова В.М., Іванків О.О., Світлицький В.М.</i> .....	85
<b>ПОСТРОЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАСОСНЫХ СТАНЦИЙ НЕФТЕБАЗ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ НАСОСОВ МЕТОДОМ ХАРДИ КРОССА</b> <i>Бузовский В.П., Кологривов М.М.</i> .....	89
<b>ПІДВИЩЕННЯ ВИДОБУВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ХІМІЧНИХ МЕТОДІВ ВПЛИВУ</b> <i>Ковальчук Ю.І., Світлицький В.М., Іванків О.О.</i> .....	91
<b>ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА ТРУБОПРОВІДНИЙ ТРАНСПОРТ ПРИРОДНОГО ГАЗУ</b> <i>Кологривов М. М., Гнатовський А. С.</i> .....	94
<b>АНАЛІЗ ВПЛИВУ ВИСОТИ НАЛИВУ НАФТИ ПРИ ЗБЕРІГАННІ В РЕЗЕРВУАРАХ НА ВТРАТИ ВІД ВИПАРОВУВАННЯ</b> <i>Сагала Т.А., Овезов Аман, Дорошенко В.М.</i> .....	97

Наукове видання

## **ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

за матеріалами  
XVIII Всеукраїнської науково-технічної  
онлайн-конференції

### **«АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ЕКОЛОГІЇ»**

29-30 вересня 2020 року

*(українською, російською, англійською мовами)*

Підписано до друку 6.10.2020  
Формат 60×84/16. Папір офсетний. Гарнітура Times New Roman.  
Друк офсетний. Ум. др. арк. 16,27. Наклад 100 прим.  
Зам № 231120/2

Надруковано з готового оригінал-макету у друкарні «Апрель»  
ФОП Бондаренко М.О.  
65045, м. Одеса, вул. В.Арнаутська, 60  
тел.: +38 048 700 11 55  
[www.aprel.od.ua](http://www.aprel.od.ua)

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців ДК № 4684 від 13.02.2014 р.