

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»**

1. ПАТЕНТ на винахід № 117063 ПОВІТРЯНА КОМПРЕСОРНА ТЕПЛОВА УСТАНОВКА. Видано відповідно до Закону України «Про охорону прав на винаходи і корисні моделі». Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на винаходи 11.06.2018.

УДК 663.551.63:662.7

## **БУРЯКОВА ВІНАСА ЯК ДЖЕРЕЛО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОБНИЦТВА БІОЕТАНОЛУ**

**Циганков С.П., д.т.н., ст. наук. співроб., Іванова Т.С., к.б.н.  
Державна установа «Інститут харчової біотехнології та геноміки  
Національної академії наук України»**

Наразі в Україні працюють 6 заводів, які виробляють близько 50 тис. т біоетанолу на рік, в основному з цукрової меласи. Згідно прийнятих в Законах України положень про заміну викопних енергоносіїв на відновлювані, річна потреба в біоетанолі складає 300 тис. тонн. Біоетанольні заводи, виробляючи альтернативне паливо, самі є споживачами викопних енергоресурсів – природного газу або мазуту. На одну тону виробленого біоетанолу необхідно витратити близько 200...250 м<sup>3</sup> природного газу. Таким чином, у виробленому з поновлюваної сировини «зеленому» біоетанолі, є суттєва частка «не зеленої» енергії, що знижує його цінність як «екологічно дружнього» енергоресурсу. З іншого боку, підвищення цін на викопні енергоносії також змушує замислитися над пошуком нетрадиційних джерел для енергетичного забезпечення заводів з виробництва біоетанолу.

При виробництві біоетанолу утворюється значна кількість рідинних відходів – післяспиртрової барди (вінаси). На одну тону біоетанолу припадає 120...150 м<sup>3</sup> вінаси із вмістом близько 10 % органічної речовини, а решта – вода. Наразі утилізація вінаси являє собою велику проблему. Усі біоетанольні заводи України скидають її на поля фільтрації, де вона в результаті мікробіологічного розкладання виділяє у повітря шкідливі речовини і забруднює поверхневі водойми. Вінаса – залишок після дистиляції біоетанолу, рідина темно-коричневого кольору з високим рівнем хімічного споживання кисню (ХСК), до 100 кг/м<sup>3</sup> [1]. При потраплянні у водойми цих стічних вод, темний колір негативно впливає на фотосинтез рослин, а високе ХСК знижує вміст розчиненого у воді кисню, що призводить до загибелі флори та фауни [2]. Вінаса також може забруднювати ґрунти фенолами, сульфатами та важкими металами [3], призводити до утворення парникових газів та розмноження комах, які несприятливо впливають на розведення худоби [4]. Підприємства постійно знаходяться під тиском природоохоронних органів влади та населення близько розташованих місць, які змушують їх періодично зупиняти виробництво та нести відповідальність у судовому порядку.

Існує ряд методів для вирішення проблеми утилізації вінаси: біологічні (аеробне або анаеробне ферментування), окиснення органічних речовин (зокрема, реакцією Фентона або озонування) або коагуляція [1]. Вінасу можливо також використовувати як паливо для промислових котелень, якщо сконцентрувати до вмісту 55...60 % сухих речовин. Загальна кількість енергії в такому паливі повністю покриває потребу біоетанольного заводу, який і є джерелом скиду вінаси. Сконцентровані органічні речовини відходів можуть бути спалені в котлоагрегатах і практично повністю замінити викопні енергоносії (природний газ, мазут) для виробництва технологічної пари на потребу підприємства.

Сконцентрована барда для енергозабезпечення виробництва біоетанолу з недавнього часу використовується в основному в Бразилії, Індії. Там спалюється цукрово-тростинна вінаса, часто разом із тростинною багасою [5, 6]. Таке комбіноване паливо застосовується для потужних енергетичних агрегатів, які дають 20...60 тонн пари з температурою 400...450 °С.

Високопотенційна пара використовується для виробництва електроенергії, а ретурна (після парової турбіни) як технологічна. Зважаючи на відмінність цукрово-бурякової мелясної барди від цукрово-тростинної, існує потреба в технологічних розробках зі спалювання саме цукрово-бурякової мелясної барди для виробництва технологічної пари.

Метою досліджень є розроблення технології заміщення викопних енергоносіїв на підприємствах з отримання біоетанолу відходами від його виробництва, що призведе до збільшення виробництва палива на основі відновлювальних джерел енергії, а також до підвищення енергонезалежності та екологічної безпеки України.

Важливим питанням є вивчення складу та визначення потенційної тепло утворюючої здатності зразків відходів з різним вмістом залишкової вологи. В таблиці наведені усереднені результати визначення вищої теплоти згоряння бурякової вінаси, отриманої при виробництві паливного етанолу на ДП Гайсинський спиртовий завод. Вінасу з початковим вмістом сухих речовин 12 % піддавали випарюванню на роторному випарнику до зазначеної в таблиці концентрації сухих речовин (СР), а останню пробу висушували до постійної ваги (умовно 100 % СР).

Вища теплота згоряння сконцентрованої бурякової вінаси

Вміст сухої речовини в пробі, % мас.	40	45	50	60	100 % (умовно)
Вища теплота згоряння, кДж/кг	880	1195	1422	1780	3820

За результатами вимірювань, сконцентрована вінаса із вмістом СР 60 % і вище може бути використана як паливо для промислових парових котлів при додаванні до неї 10...15 % мазуту, або при одночасному використанні природного газу як допоміжного палива в пальниках відповідної конструкції.

За розрахунками, технологія дозволяє при отриманні 1 тони біоетанолу замінити 300 м<sup>3</sup> природного газу. В річному обчисленні це складає 110 млн. м<sup>3</sup>, що майже в 1,2 рази перевищує потреби самого виробництва. При актуальній ціні природного газу для промисловості близько 9 грн/м<sup>3</sup>, річний економічний ефект може становити 270 млн. грн.

Витрати на провадження результатів розробки на заводі біоетанолу середньої потужності (50 т/добу), становитимуть, за оцінкою, 40 млн. грн. Палива на заміну природного газу буде виробляти у вартісному вираженні близько 47 млн. грн. на рік. Таким чином, окупність інвестицій становитиме не більше одного року.

#### Інформаційні джерела

1. Syaichurrozi I., Sarto S., Sediawan W.B., Hidayat M. Mechanistic models of electrocoagulation kinetics of pollutant removal in vinasse waste: Effect of voltage // *Journal of Water Process Engineering*. – 2020. – Vol. 36. – doi: 10.1016/j.jwpe.2020.101312
2. Syaichurrozi I. Review – Biogas technology to treat bioethanol vinasse // *Waste Technology*. – 2016. – Vol. 4, Iss. 1. – P. 16-23.
3. Hakika D.C., Sarto S., Mindaryani A., Hidayat M. Decreasing COD in sugarcane vinasse using the Fenton reaction: the effect of processing parameters // *Catalysts*. – 2019. – Vol. 9, Iss. 881. – doi: 10.3390/catal9110881
4. Nakashima R.N., Oliveira Junior S. Comparative exergy assessment of vinasse disposal alternatives: Concentration, anaerobic digestion and fertirrigation // *Renewable Energy*. – 2020. – Vol. 147. – P. 1969-1978.
5. Cortez L.A.B., Brossard Perez L.E. Experiences on Vinasse Disposal – Part III: Combustion of Vinasse-#6 Fuel Oil Emulsions // *Brazilian Journal of Chemical Engineering*. – 1997. – Vol. 14, Iss. 1. – P. 9-18.
6. Lodi A., Modesto M. Analysis of the thermal exploitation of the vinasse from sugarcane ethanol production through different configurations of an organic Rankine cycle // *Chemical Engineering Transactions*. – 2018. – Vol. 65. – P. 619-624.

<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 ТРУБОПРІВІДНИЙ 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.