

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені М.П.Драгоманова  
ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
Кафедра загальнотехнічних дисциплін та охорони праці**

**МАТЕРІАЛИ VI ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**

**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ:  
НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

*Київ, 24 листопада 2021 р.*

**УДК 620.91: 621.31 (063)**

**Е90**

Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції. Київ, 24 листопада 2021 р. – Київ: НПУ імені М.П. Драгоманова, 2021. – 60 с.

*Друкується згідно з ухвалою Вченої ради  
Інженерно-педагогічного факультету  
НПУ імені М.П. Драгоманова,  
протокол № 5 від 1 грудня 2021 р.*

Збірник містить матеріали VI Всеукраїнської науково-практичної конференції «Енергоефективність: наука, технології, застосування».

У рамках конференції розглянуто сучасний стан та перспективи використання енергоефективних технологій, раціонального використання енергії, технології отримання енергії з відновлювальних джерел та екологічні аспекти реалізації новітніх технологій.

**Редакційна колегія:**

**Д.Е. Кільдеров** – доктор педагогічних наук, професор (голова, науковий редактор)

**Ю.В. Немченко** – кандидат педагогічних наук, доцент

**В.В. Шевченко** – кандидат педагогічних наук, професор, завідувач кафедру загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

**Е.В. Компанець** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент

**О.М. Кучменко** – кандидат педагогічних наук, старший викладач кафедри загальнотехнічних дисциплін та охорони праці

**Н.М. Немченко** – викладач інформатики та інформаційних технологій Боярського академічного ліцею «Гармонія» (технічний секретар)

*Організаційний комітет висловлює подяку інформаційним партнерам,  
які поширили інформацію про роботу конференції на сторінках  
своїх інформаційних ресурсів*



© НПУ імені М.П. Драгоманова, 2021

© Автори статей, 2021

- історія проведення конкурсу та вибору слогану; обґрунтування та візуалізація обраного слогану у формі банеру (фото, графік, рисунок тощо);
- коротка історія зйомки відеоролика-реклами професії, який містив розповідь про те, чому вчать у закладі, ким будуть працювати випускники, перспективи професії, в т.ч. для дівчат.

**Висновки:** реалізація подібних конкурсів призводить до професійного самовдосконалення молоді шляхом дослідження та аналізування кращих практик і технологій, а також популяризації робітничих професій, що в свою чергу, сприятиме вирішенню кадрової проблеми у в сфері енергоефективного будівництва.

## РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ З ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ ВУГЛЕЗБАГАЧЕННЯ

### **Пінчук В.О.**

*доктор технічних наук, професор,  
завідувач кафедри енергетичних  
систем та енергоменеджменту*

### **Шишко Ю.В.**

*кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри енергетичних систем  
та енергоменеджменту*

### **Зима О.В.**

*студент кафедри енергетичних систем  
та енергоменеджменту  
Український державний університет  
науки і технологій  
Навчально-науковий інститут  
промислових та бізнес технологій*

**Анотація.** Проведено дослідження газифікації відходів вуглезбагачення довополуменового вугілля з зольністю 32-40,8%. Процес газифікації досліджувався при атмосферному тиску, як окислювач використовувалася повітря, повітря, збагачене киснем і кисень. Показано, що при газифікації відходів вуглезбагачення в залежності від складу застосовуваного дуття, кількісного співвідношення реагентів, параметрів технологічного режиму можливе отримання газів різного складу і теплової цінності. Запропоновано реалізацію процесу газифікації відходів вуглезбагачення здійснювати в реакторі-газифікаторі циклонного типу, в якому відбувається потокова автотермічна газифікація з рідким шлаковидалення.

**Ключові слова:** *відходи вуглезбагачення, газифікація, температура, окислювач, генераторний газ*

В Україні залягає і добувається вугілля практично всіх генетичних типів і стадій метаморфізму від бурих до антрацитів, чим обумовлена їх придатність для енергетичного, хімічного, побутового використання і інших напрямів переробки. Особливістю української вугледобувної галузі є те, що на більшості діючих шахт потужні пласти з відносно невеликою глибиною залягання вже відпрацьовані. Тому внаслідок високої зольності, пов'язаної з експлуатацією тонких пластів, видобуте рядове вугілля вимагає збагачення шляхом застосування різних методів збагачення. В результаті збагачення вугілля виходять концентрат - 49%, промпродукт - 2,5%, відсів - 45%, порода і шлам - 3,5% [1-3].

Загальний вміст вуглецю в сухих відходах шахт і збагачувальних фабриках перевищує 70 млн. т, паливна складова яких може бути залучена з таких відходів. Шламових відходів з зольністю 35...65% накопичено близько 120 млн. т [1,2], в тому числі, малозольних шламів коксового і металургійного виробництва з зольністю 35...45% - більше 20 млн. т. Зберігання таких шламів у вигляді відстійників нерентабельно з економічної точки зору і створює широкий спектр екологічних проблем. З аналізу складу відходів вуглезбагачення видно, що з відходами втрачається значна кількість вуглецю. Стосовно вугілля реально існують два шляхи вирішення проблеми втрати вуглецю: скорочення до допустимого мінімуму втрат горючої маси з відходами збагачення і залучення в товарне споживання вуглевмістких відходів для подальшої переробки.

Одним з варіантів використання відходів вуглезбагачення є їх термічна переробка (спалювання, піроліз, газифікація). Спалювання відходів вуглезбагачення пов'язане з труднощами теплотехнічних характеристик і необхідністю використання природного газу. Рациональним методом переробки відходів вуглезбагачення є газифікація [4-6]. У разі використання відходів вуглезбагачення необхідно отримувати газ в газогенераторах з рідким шлаковидаленням, а, отже, підтримувати температуру в реакторі газифікації на рівні 1700-1800°C. Таким чином, для газифікації вуглевмістких відходів збагачення доцільною є високотемпературна потокова газифікація з рідким шлаковидаленням.

Досліджено процес газифікації відходів вуглезбагачення (промпродукт і шлам) довгополуменевого вугілля. Склад відходів вуглезбагачення наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 - Склад відходів вуглезбагачення довгополуменевого вугілля, %

Вид відходів вуглезбагачення	Хімічний склад органічної маси відходів вуглезбагачення						
	C <sup>r</sup>	H <sup>r</sup>	N <sup>r</sup>	S <sup>r</sup>	O <sup>r</sup>	A	W
Промпродукт	76	5,8	1,2	6	11	32	10,9
Шлам	74	5	2	7	12	40,8	15,1

Дослідження процесів термічної переробки проведені за допомогою термодинамічної моделі, в основу якої покладено принцип максимуму ентропії в гранично рівноважному стані, і що дозволяє знайти концентрації компонентів і значення всіх параметрів багатоконпонентної

гетерогенної системи [7,8]. Процес газифікації досліджувався при атмосферному тиску. В якості окислювача використовувався повітря, повітря збагачене киснем і кисень, коефіцієнт витрати окислювача варіювався в діапазоні 0,2- 0,5.

Проведені дослідження встановили, що існує максимум вмісту CO в газі, який відповідає певному коефіцієнту витрати окислювача рівному 0,27 - 0,3. При зменшенні коефіцієнта витрати окислювача щодо максимуму вміст CO зменшується. При збільшенні коефіцієнту витрати окислювача щодо максимуму скорочується вміст відновлювальних компонентів, при цьому збільшується частка окислювальних компонентів. Вміст  $H_2$  в газі визначається наявністю водню і вологи у вугіллі і зі збільшенням коефіцієнта витрати окислювача зменшується, при цьому вміст  $H_2O$  в газі збільшується.

Необхідно підтримувати температуру в реакторі газифікації в середньому на рівні 1973 К. Дослідженнями встановлено, що при повітряної газифікації здійснення таких температурних режимів неможливо. На повітряному дуття можливий рівень температур 1600 К. При цьому частка відновлювальних компонентів генераторного газу ( $CO+H_2$ ) становить 37%, а окислювальних  $CO_2+H_2O$  -8,7%. Тільки при збагаченні повітря киснем від 35% і вище можливе ведення процесу газифікації при температурах 1873-1973 К.

При кисневої газифікації температурний рівень 1873-1973 К забезпечується при коефіцієнту витрати окислювача 0,36-0,4 залежно від виду відходів вуглезбагачення. У цьому випадку частка відновлювальних компонентів генераторного газу ( $CO+H_2$ ) становить в середньому 80%, а окислювальних  $CO_2+H_2O$  -14%.

Режимні показники процесу високотемпературної газифікації відходів вуглезбагачення при різних видах окислювача представлені в таблиці 2.

Таблиця 2 – Показники процесу високотемпературної газифікації відходів вуглезбагачення

Вид відходів вуглезбагачення	Коефіцієнт витрати окислювача	$CO + H_2$ , %	$CO_2+H_2O$ , %	$Q_{H_2}^p$ , МДж/м <sup>3</sup>	$V_{газу}$ , м <sup>3</sup> /кг
Киснева газифікація					
Промпродукт	0,36	87	10,0	11,0	1,03
Шлам	0,4	75,5	21,8	9,1	0,88
Повітряна газифікація із збагаченням повітря киснем до 75%					
Промпродукт	0,37	80	11,0	9,5	1,16
Шлам	0,41	65,7	19,0	7,9	0,98
Повітряна газифікація із збагаченням повітря киснем до 50%					
Промпродукт	0,39	63,0	11,6	7,6	1,44
Шлам	0,43	53,6	17,4	6,5	1,2
Повітряна газифікація із збагаченням повітря киснем до 35%					
Промпродукт	0,41	47,6	10,6	5,8	1,78
Шлам	0,46	38,2	15,5	4,6	1,5

З аналізу таблиці 2 видно, що при газифікації відходів вуглезбагачення виходить газ різної якості, що викликано розходженням вихідного потенціалу. Кращий газ виходить при газифікації промпродукту. Вміст відновлювальних компонентів ( $\text{CO} + \text{H}_2$ ) становить від 47 до 87% в залежності від типу газифікації. При цьому частка окислювальних компонентів ( $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) становить від 10 до 11%, а теплота згоряння газу змінюється від 5,8-11 МДж/м<sup>3</sup>.

Менш калорійний газ виходить при газифікації шламу, його теплота згоряння складає від 4,6-9,1 МДж/м<sup>3</sup>, при цьому частка відновлювальних компонентів становить від 38-75%, а частка окислювальних компонентів становить 15,5...21,8 %.

Технічна реалізація процесу газифікації може здійснюватися в реакторі-газифікаторі циклонного типу, в якому відбувається потокова автотермічний газифікація [9, 10]. Високі температури в циклонних топках дозволяють організувати процес з рідким шлаковидаленням і досягти максимального очищення (90-95%) топкових газів від зваженого в них шлакового пилу. У реакторі-газифікаторі здійснюється циклонний процес термохімічної обробки пиловугільного палива в закрученому потоці енергоносіїв. Ефективність процесу для установок великої продуктивності досягається використанням багатосекційних циклонних камер. Кількість пов'язаних секцій визначається потребою в генераторному газі. Оптимальне навантаження на одиничну секцію становить 5-7 т палива/год. Переробка такої кількості сировини забезпечить отримання 10-15 тис. м<sup>3</sup> генераторного газу /год.

### Інформаційні джерела

1. Скляр П. Т., Золотко О. А., Філіппенко Ю. М. Довідник показників якості, обсягу видобутку вугілля та випуску продуктів збагачення у 2011 р. Луганськ: УкрНДІвуглезбагачення, 2011. 68 с.
2. Полулях О. Д. Технологічні регламенти вуглезбагачувальних фабрик: Довідково-інформаційний посіб. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2002. 856 с.
3. Филиппенко Ю. Н., Курченко И. П. Состояние и перспективы развития углеобогащения в Украине. *Збагачення корисних копалин: науково-технічний збірник*. Дніпропетровськ, Нац. гірн. університет. 2008. Вып. 33 (74). С. 26-37.
4. Булат А. Ф., Надутый В. П., Маланчук Е. З. Перспективы развития сырьевой базы горного производства на основе комплексной переработки техногенных отходов. *Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр.* Днепропетровск: ИГТМ НАНУ. 2012. Вып. 101. С. 3-8.
5. Ковалев Е. Т. Основные направления энергохимического использования угля. *Современная наука: идеи, исследования, результаты, технологии*. Киев. 2012. Вып. 3(11). С. 40-44.
6. Пинчук В. А., Потапов Б. Б. Проблемы и перспективы использования в металлургии углей и продуктов их переработки. *Nowe Technologie i Osiagniecia W Metalurgii i Inzynierii Materialowej*. Czestochowa (Polska). 2008. P. 146-149.
7. Трусов Б. Г. Метод и алгоритм расчета равновесного состава и свойств многокомпонентных гетерогенных систем. Москва: МГУ, 2002. 27 с.
8. Пинчук В. А. Компьютерное моделирование процесса газификации угля с использованием равновесной модели. *Металлургическая теплотехника*. Сб.

- науч. трудов Национальной металлургической академии Украины. Днепропетровск: НМетАУ. 2002. Том 8. С.107-113.
9. Пинчук В. А., Шарабура Т. А., Потапов Б. Б. Особенности газификации водоугольного топлива в газификаторах циклонного типа. *Інтегровані технології та енергозбереження*. 2009. № 2. С.131-133.
10. Пинчук В. А., Б. Б. Потапов Перспективы внедрения конкурентоспособных и экологически чистых энерготехнологий переработки низкосортных углей Украины. *Екотехнологии и ресурсосбережение*. 2009. № 3. С.27-32.

## **СОЛНЕЧНАЯ УСТАНОВКА ДОСТУПНАЯ ДЛЯ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ**

**Ж.Р. Кодиров,**  
*доктор кафедри «Фізики»*

**Б.А. Ҳикматов**  
*магістр кафедри «Фізики»*

*Бухарский Государственный  
Университет, Узбекистан.*

**Аннотация.** Солнечная технология, имея ряд неоспоримых достоинств, в свою очередь является одной из самых дорогих в мире, в следствие чего менее популярна в применении на практике. В данной статье приводится технология изготовления солнечного параболического концентратора своими руками, а также некоторые данные, полученные с этой установки.

**Ключевые слова:** *солнечная энергия, технология производства, параболический концентратор, температура, солнечная радиация.*

В основе практически всех видов возобновляемых источников энергии лежит энергия излучения Солнца. Солнечная энергия – экологически чистый возобновляемый источник энергии, роль которого в современном мире легко оценить. Большая часть производимой энергии, вырабатываемой на ТЭЦ, сопровождается химическим загрязнением окружающей среды, истощением природных ресурсов и приводит к «тепловому загрязнению Земли».

Климатические условия нашего региона позволяют использовать солнечную энергию практически весь год, не считая некоторые пасмурные дни в осенне-зимний период. Существенная часть населения на территории страны живут в отдаленных пустынных и горных местностях. Для таких регионов использование собственных источников энергии является экономически целесообразным. Преобразование солнечной энергии в теплоту и электричество представляет большой интерес для удалённых потребителей.

Солнечная технология, имея ряд неоспоримых достоинств, в свою очередь является одной из самых дорогих в мире, вследствие чего менее

## ЗМІСТ

<i>Братюк П.В.</i> Підвищення ефективності перетворення енергії електричного струму на енергію тепла та світла .....	3
<i>Куриленко Я.М., Задорожня І.М., Задорожній М.О.</i> Підвищення енергоефективності електроприводів технологічних машин за принципом електромеханічної взаємодії з позицій синергетичного підходу .....	7
<i>Ибрагимов С.С.</i> Солнечный осушитель парникового типа для Сушки винограда .....	12
<i>Лісовик В.Л., Шевченко О.М., Шовкалюк М.М.</i> Популяризація робітничих професій у сфері енергоефективного будівництва серед студентів ЗПТО .....	16
<i>Пінчук В.О., Шишко Ю.В., Зима О.В.</i> Розробка ефективних рішень з енергетичного використання відходів вуглезбагачення .....	21
<i>Кодиров Ж.Р., Хикматов Б.А.</i> Солнечная установка доступная для народного потребления .....	25
<i>Шишко Ю.В., Пінчук В.О., Бебко С.П.</i> Дослідження енергетичної ефективності заходів з енергозбереження в хлібопекарській печі .....	26
<i>Немченко К. Ю.</i> Адаптивне управління освітлювальними установками .....	33
<i>Йоненко Г.М.</i> Використання відходів органічного виробництва в якості сировини генерації біогазу .....	41
<i>Павленко К.С., Шевченко В.В.</i> Особливості використання альтернативних джерел енергії .....	45
<i>Павлюк Л.В.</i> Перспективи виробництва біометану в Україні .....	48
<i>Закусило А.І.</i> Про виробництво електровантажівок в Україні .....	51

**Наукове видання**

**Збірник матеріалів  
VI Всеукраїнської науково-практичної  
конференції**

**«ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГІЇ, ЗАСТОСУВАННЯ»**

Київ, 24 листопада 2021 р.

Комп'ютерна верстка: Немченко Н.М.  
Відповідальний за випуск: Немченко Ю.В.

За зміст публікацій, достовірність результатів  
досліджень відповідальність несуть автори.

Матеріали друкуються в авторській редакції.

---

Підписано до друку 1.12.2020. Формат 60x84/16  
Папір офсетний. Друк цифровий. Гарнітура Verdana,  
Умов. друк. арк. 3,87. Наклад 100 ек.

Адреса редакції:  
вул. Саратовська, 20, м. Київ, 04000