

Міністерство освіти і науки України  
Херсонський національний технічний університет

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



**Актуальні проблеми  
сучасної енергетики**

До 60-річчя заснування  
Херсонського національного технічного університету



22-24 травня 2019 р.  
м. Херсон, Херсонський національний технічний університет  
[http://kntu.net.ua/Conference\\_APME](http://kntu.net.ua/Conference_APME)

Матеріали IV-ї Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Актуальні проблеми сучасної енергетики». – Херсон: ХНТУ, 2019. – 184 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.

Відповідальний за випуск: Резнік В.О.

Комп'ютерне макетування: к.т.н., доц. Баганов Є.О.

Організацію та проведення конференції затверджено наказом по Херсонському національному технічному університету від 18.04.2019 №120.

Відповідно до пункту №265 листа ДНУ «Інститут модернізації змісту освіти» від 08.02.2019 №22.1/10-405 «Про перелік наукових конференцій здобувачів вищої освіти та молодих учених»

**ISBN 978-966-97799-7-7**

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

© Колектив авторів, 2019  
© Дизайн та макетування. Кафедра енергетики, електротехніки і фізики  
Херсонського національного технічного університету

<b>СЕКЦІЯ 3. Нетрадиційна та відновлювана енергетика</b>	86
Сокол К.І., Андропова О.В. <b>Закрита пасивна система опалення будівлі</b>	87
Іскра Б.М., Степанчиков Д.М. <b>Математичне моделювання характеристик потужності сучасних вітроенергетичних установок</b>	90
Курак В.В., Дроговоз І.І. <b>Оптимізація потужності вітроелектричної установки для автономної станції</b>	94
Васильченко О.О., Баганов Є.О. <b>Розробка програми імітаційного моделювання автономних фотоелектричних систем</b>	97
Рязанцев О.М., к.т.н., доц. Андропова О.В. <b>Мобільна вітроелектрична установка</b>	100
Ганощенко Є.Є., Курак В.В. <b>Техніко-економічні показники автономної фотоелектричної станції</b>	102
Корчинська Н.Л., Степанчиков Д.М. <b>Порівняння роботи різних алгоритмів оптимізації вихідної потужності сонячної електростанції</b>	105
Фатєєв С.О., Михайловський Д.Ю. <b>Термоелектричний збирач вторинної енергії</b>	109
Кравчик В.В., Прядка Є.С., Степанчиков Д.М. <b>Можливість генерування електричної та теплової енергії у малопотужних вітроенергетичних установках</b>	111
Волчок В.О., Зубкова З.С., Костін В.В. <b>Визначення кількості золи і складу лушпиння соняшника</b>	115
Німич І.О. <b>Альтернативні джерела енергії полтавщини: стан та перспективи</b>	118
Баганов Є.О., Токарев А.В. <b>Моделювання прямої роботи двигуна постійного струму від модуля ФЕП в умовах хитавиці</b>	121
Дон Н. Л., Умнов В. С. <b>Моделювання динамічного режиму роботи автономної ВЕУ з асинхронним генератором</b>	125

## ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ЗОЛИ І СКЛАДУ ЛУШПИННЯ СОНЯШНИКА

К.т.н., Волчок В.О., Зубкова З.С., Костін В.В.

*Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса*  
recvicv@gmail.com

Науковий керівник: к.т.н., Волчок В.О.

При вирішенні завдань ефективного теплопостачання житлових, громадських і виробничих будівель вибір виду палива, як джерела тепла, теплоносія і його параметрів повинен базуватися на техніко-економічних обґрунтуваннях.

Традиційно основними видами викопних палив, які використовуються в промисловості, є: нафта, природний газ, кам'яне вугілля, торф і горючі сланці. В останні десятиліття в якості палива використовують продукти деревообробки та рослинні відходи сільського господарства.

Останніми роками Україна впевнено посідає одну з перших позицій на світовому ринку по переробці насіння соняшника, виробництва та експорту олії. Це призводить до утворення значної кількості відходів виробництва - лушпиння. Вихід лушпиння складає 11-20% від маси насіння [1]. Лушпиння насіння соняшнику, як один з видів палива з біомаси, часто залишається поза детального розгляду.

В даний час близько половини річного обсягу утвореного лушпиння спалюється в котлах для виробництва теплової енергії. Близько 20% використовується для виробництва гранул і брикетів. Велика їх частина продається в європейські країни, де на них є досить великий попит. Решта вивозиться на смітники, певна кількість продається сільськогосподарським підприємствам і населенню для господарських потреб [2].

Зміст і склад зольних елементів рослин залежать від видової приналежності, росту і розвитку рослин і особливо від ґрунтово-кліматичних та агротехнічних умов їх вирощування. Концентрація зольних елементів істотно відрізняється в різних тканинах і органах культурних рослин. Так, листя зазвичай містять більше золи, ніж інші частини рослини. Крім того, концентрація зольних елементів не є сталою величиною і змінюється з року в рік.

За відносною кількістю, необхідного для нормального росту рослин, всі зольні елементи доволно ділять на макроелементи (К, Са, М, N, Р, Мп, С1) і мікроелементи (Сі, В і ін.). Деякі мікроелементи виявлені в рослинах в мізерно малих кількостях (I, Со, Ni, Ag, РЬ та ін.).

Експеримент, як відомо, є надійним джерелом інформації о властивостях речовин. Визначення золи засноване на спалюванні матеріалу і наступному кількісному визначенні залишку. При експериментальному визначенні зольності палива існують три методи озолення: повільне, прискорене з природною вентиляцією і прискорене з подачею в муфельну піч кисню. Вони мають власні переваги і недоліки.

Вологість палива визначали гравіметричним методом. Вихідний зразок, роздроблений до фракції 7-10 мм, зважували, потім розташовували в сушильній шафі і витримували при температурі 110-120 °С кілька годин до припинення втрати маси. Після просушування зразок знову зважували і на підставі різниці мас визначали вологість палива.

Для отримання золи вихідного палива його повністю спалювали при високій температурі в муфельній печі в присутності повітря. Спалювання проводили в кварцовому тиглі, в який насипали лушпиння. Необхідна кількість повітря для повного згоряння палива забезпечувалася відчиненими дверцятами муфельної печі.

Тиглі ставили в слабонагрітій муфель (100°C) для випарювання окислювачів. Потім нагрівання муфеля поступово посилювали до темно-червоного розжарювання, що відповідає температурі до 500°C. В цих умовах тиглі повинні простояти 25-30 хв. При більш високій температурі зростають втрати K, Na, P, S, Si, Al, Fe, Mn, які можуть переходити в нерозчинні сполуки.

У кожен тигель додавали по 2 або 3 см<sup>3</sup> розчину оцетокислого магнію в етанолі, перемішували і давали просочитися, потім поміщали в слабонагрітій муфель і підсилювали нагрівання. Для озолення досить однократного додавання каталізатора і нагрівання протягом 45-60 хв. Отримана зола в залежності від аналізованого матеріалу може мати найрізноманітніші кольори і відтінки. Після цього тиглі виймають з муфеля і ставили в ексікатор, по охолодженні (близько 30 хв.) тиглі зважували з точністю до 0,1 мг.

Для обчислення відсотка золи із загальної маси золи віднімають внесену кількість магнію або кальцію в перерахунку на їх окис. Титр цих розчинів встановлювали ваговим методом. Для цього в заздалегідь прожарений і зважений тигель наливали з бюретки 5 см<sup>3</sup> розчину оцтовокислого магнію або кальцію, випарювали, прожарювали і підраховували, яка кількість окису магнію або кальцію міститься в 1 см<sup>3</sup> приготовленого розчину.

Аналітичну зольність (%) випробовуваного палива визначали за формулою:

$$A^n = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \cdot 100, \quad (1)$$

де  $m_1$ ,  $m_2$  і  $m_3$  — маси відповідно прожареного тиглю, тиглю з навіскою випробовуємого палива і тиглю із залишком після озолення навіски палива, г.

За результатами випробувань приймали середнє арифметичне двох паралельних визначень.

Для перерахунку результатів аналітичної проби на зольність  $A^n$  аналітичної проби на зольність другого стану палива, наприклад, сухого одночасно із тією ж пробі беруть навіски для визначення стану вологи  $W^n$  в аналітичній пробі.

Визначивши зміст вологи  $W^n$  в аналітичній пробі, підраховують зольність  $A^c$  (%) в сухому стані палива:

$$A^c = 100 \cdot A^n / (100 - W^n), \quad (2)$$

Зольність аналітичної проби перераховують зольність  $A^p$  робочої маси палива по формулі:

$$A^p = A^a (100 - W^p) / (100 - W^a), \quad (3)$$

де  $W^p$  - робоча волога палива, %.

В табл. 1 наведені експериментальні значення вмісту золи і складу зольного залишку в перерахунку на вищі оксиди.

*Таблиця 1*

**Експериментальні значення зольності та хімічного складу лушпиння соняшника**

Вміст золи, мас. %	Na <sub>2</sub> O, мас. %	K <sub>2</sub> O, мас. %	MgO, мас. %	CaO, мас. %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , мас. %
2,4	2,1	42,3	11,6	12,4	1,3

Незважаючи на низький вміст золи, в порівнянні з вугіллям, в складі золи лушпиння соняшника міститься підвищена кількість оксидів лужних металів (Na<sub>2</sub>O и K<sub>2</sub>O). Їх наявність обумовлює низьку температуру плавлення золи в топці, що є технічною складністю при спалюванні цього виду палива [3]. Співвідношення основних і кислотних оксидів в золі палива є істотним чинником при визначенні ступеня шлакуємості і температури плавлення золи. Підвищена кількість з'єднань натрію і калію призводить до збільшення шлакування золи, а також до склеювання інертного матеріалу.

Від складу мінеральних речовин також може залежати ступінь плавкості золи. І, звичайно, велике значення надає каталітична дія мінеральних речовин на процес горіння твердого палива. Знання мінерального складу лушпиння соняшнику дає можливість вибору оптимального методу її спалювання і ефективного способу регулювання процесу згоряння з метою зменшення втрат і отримання теплової енергії.

#### Список літератури:

1. Листопад В.Л. Рынок лузги подсолнечника в Украине и реализация проектов по производству твердого топлива в масложировой отрасли / В.Л. Листопад, В.Г. Кухта // Масложировой комплекс. – 2010. – №2(29). – С. 16-20.
2. Ткачев А. Рынок пеллет Украины [Электронный ресурс] / А. Ткачев. – Режим доступа: <http://www.youtube.com/watch?v=mGSYA9uM8rs> (дата обращения 03.05.2019). – Название с экрана.
3. Горбатенко В.Я. Топочное устройство для сжигания лузги / В.Я. Горбатенко, Е.А. Данилин, М.В. Колосов // Вестник НТУ ХПИ. Серия: Энергетические и теплотехнические процессы и оборудование: сбор. науч. труд. – 2007. – С. 159-163.