

Висновки. Проведені дослідження показали, що способи і режим зварювання певним чином впливають на мікроструктуру, вміст водню та властивості зварних з'єднань сплаву OT4. За принципово аналогічного характеру мікроструктури зварних з'єднань, – це суміш α і α' -фази, більш дрібнозерниста структура зварних з'єднань наявна під час імпульсно-дугового зварювання. Дослідження розподілу величини ТЕРС за перерізом зварних з'єднань дало змогу виявити, що за всіх способів і режимів зварювання утворюються локальні ділянки, збагачені воднем. З підвищенням жорсткості режимів протяжність цих ділянок та величина максимального зниження ТЕРС, а цим самим і вміст водню в них, дещо зменшуються. Зварювання із електромагнітним коливанням дуги, а також імпульсно-дугове забезпечують кращі умови для дегазації водню із ванни, порівняно із аргонодуговим зварюванням стаціонарною дугою. Найвищі показники статичної тріщиностійкості зразків із попередньо наведеною тріщиною відповідають способам зварювання у контрольованій атмосфері та електронно-променевому.

Література

1. Колачев Б.А. Механические свойства титана и его сплавов / Б.А. Колачев, В.А. Ливанов, А.А. Буханов. – М.: Изд-во "Металлургия", 1974. – 476 с.
2. Моисеев В.Н. Сварные соединения титановых сплавов / В.Н. Моисеев, Ф.Р. Куликов, Ю.Г. Кирилов, В.Л. Шолохова, Ю.В. Васькин. – М.: Изд-во "Металлургия", 1979. – 248 с.
3. Білоус В.Ю. Управління формуванням шва при зварюванні сплавів титану у вузький зазор вольфрамовим електродом з магнітокерованою дугою : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / В.Ю. Білоус; ІЕЗ ім. С.О. Патона. – К., 2008. – 20 с.
4. Зайчук Н.П. Структурний стан корпусу вентилятора зі сплаву OT4-1 / Н.П. Зайчук, П.П. Савчук, Н.Ю. Імбирович, Д.Ю. Шух // Наукові нотатки : Міжвузівський зб. – Луцьк, 2013. – Вип. 40. – С. 96-101.

Надійшла до редакції 16.05.2016 р.

Palash V.M., Dzyubuk A.R., Palash R.V., Nazar I.B. Оценка способов сварки титанового сплава OT4

Исследовано влияние различных способов аргонодуговой сварки вольфрамовым электродом: в непрерывном режиме в контролируемой атмосфере; в непрерывном режиме с местной потоковой защитой; импульсно-дуговая с местной поточной защитой; с электромагнитными колебаниями дуги при поточной защите аргоном; а также электронно-лучевая сварка на насыщение сварных соединений сплава OT4 водородом, их микроструктуру и стойкость к хрупкому разрушению. Методом замера локальной ТЭДС в сварных соединениях выявлены три участка, насыщенные водородом, что негативно влияет на их трещиностойчивость.

Ключевые слова: титановый сплав, водород, способа сварки, сварной шов, зона термического влияния, микроструктура сплава.

Palash V.M., Dzyubuk A.R., Palash R.V., Nazar I.B. Evaluation of Welding Titanium Alloy OT4

The effect of different types of TIG welding on gas saturation of hydrogen in welding joints of alloy OT4 have been studied in this project. Their microstructure and resistance to brittle fracture in the following: continuous mode in a controlled atmosphere; continuous operation with the local jet protection; pulsed arc with the local jet protection; electromagnetic waves in the arc jet argon protection; and electron beam welding. Three areas, enriched with hydrogen in welded joints, have been discovered by the method of measuring local TERP. Areas rich in hydrogen are proved to negatively affect joint crack-resistance.

Keywords: titanium alloy, hydrogen, welding methods, weld, heat-affected zone, alloy's microstructure.

УДК 543.57

ТЕРМІЧНИЙ АНАЛІЗ ДЕРЕВИНИ ВЕРБИ *SALIX VIMINALIS*

В.І. Ялечко¹, В.В. Кочубей², Я.М. Гнатишин³, Ю.П. Павловський⁴

Методом комплексного термогравіметричного та диференційного термічного аналізу досліджено вплив віку швидкоростучої енергетичної верби *Salix viminalis* на її теплотворну здатність. Установлено, що трирічна верба має більшу теплотворну здатність порівняно із однорічною вербою. Про це свідчить поява більш значних екзотермічних ефектів на кривих ДТА, які супроводжують процеси полуменевого горіння та згорання карбонізованого залишку зразків. Збільшення ступеня подрібнення зразків сприяє зростанню ефективності їх горіння. Про це свідчить інтенсивніша втрата маси зразків на всіх стадіях термолізу та зростання екстремумів на кривих ДТА.

Ключові слова: термічний аналіз, енергетична верба, біопаливо, дериватограф, термограма.

Актуальність питання. Сьогодні біомаса є четвертим видом палива для вироблення енергії [1-5]. Одним із різновидів біомаси є швидкоростуча фітоса, якої нині приблизно є 20 видів (верба, тополя, міскантус, евкالیпт, тополя, сорго, топінамбур тощо). Особливо популярна та поширена в усьому світі "Вербова енергетика" [6]. Енергетична верба – це рослина, яку вивели вчені шляхом селекції. Вона невибаглива до якості ґрунтів, має теплотворну здатність схожу до вугілля, поглинає у 10-15 разів більше двоокису вуглецю, ніж дикі породи дерев. Вербова енергетика є виробництвом замкненого циклу. Плантація верби дає не тільки енергетичну деревину, але й корм для тваринницьких господарств, які, водночас, забезпечують плантації добривами, потрібними для підвищеної врожайності. Нині найбільші плантації верби є у Швеції, які становлять приблизно 18-20 тис. га, у Польщі – понад 6 тис. га. В Україні перші плантації енергетичної верби з'явилися у Волинській, Львівській, Івано-Франківській та Рівненській області.

Як біопаливо найчастіше використовують трирічну швидкоростучу вербу. Однак під час заготовки деревини поряд із пагонами трирічної трапляються пагони дво- та навіть однорічної деревини. Для підвищення ефективності горіння на виробництві найчастіше використовують деревину високого ступеня подрібнення. Однак під час перероблення біомаси ніколи не вдається досягти одного ступеня її подрібнення.

Мета роботи – методом комплексного термічного аналізу дослідити вплив віку та ступеня подрібнення швидкоростучої енергетичної верби *Salix viminalis* на її теплотворну здатність та ефективність перебігу процесів горіння.

Об'єкт та методи дослідження. Об'єктами досліджень були зразки верби *Salix viminalis* однорічної із розміром частинок $d < 0,08$ мм (зразок 1) та $d \approx 0,5$ мм (зразок 2); трирічної верби *Salix viminalis* із розміром частинок $d < 0,08$ мм (зразок 3) та $d \approx 0,5$ мм (зразок 4). Розмір частинок різного ступеня под-

¹ асист. В.І. Ялечко – НЛТУ України, м. Львів;

² доц. В.В. Кочубей, канд. хім. наук – НУ "Львівська політехніка";

³ доц. Я.М. Гнатишин, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів;

⁴ доц. Ю.П. Павловський, канд. хім. наук – НУ "Львівська політехніка"

рібнення визначали за допомогою ситового аналізу. Для зразків верби різного віку проведено елементний аналіз, результати якого наведено в табл. 1.

Табл. 1. Результати елементного аналізу зразків верби *Salix viminalis*

Вік верби	C, мас.%	H, мас.%	N, мас.%	O, мас.%
Однорічні пагони	44,3	4,18	0,60	2,82
Трирічні пагони	47,25	4,76	0,38	0,51

Термічний аналіз зразків деревини верби проводили на дериватографі Q – 1500D системи "F. Paulik – J. Paulik – L. Erdey" з реєстрацією аналітичного сигналу втрати маси та теплових ефектів за допомогою комп'ютера. Взірці деревини аналізували в динамічному режимі зі швидкістю нагрівання 10 °C/хв в атмосфері повітря. Маса зразків становила 100 мг. Еталонною речовиною був алюмінію оксид.

Результати дослідження та їх обговорення. Для аналізу впливу віку верби на її теплотворну здатність здійснено дослідження термічної стійкості одно- та трирічної верби високого ступеня подрібнення. Термограми зразків 1 і 3 наведено на рис. 1. Результати термогравіметричного аналізу досліджених зразків наведено в табл. 2.

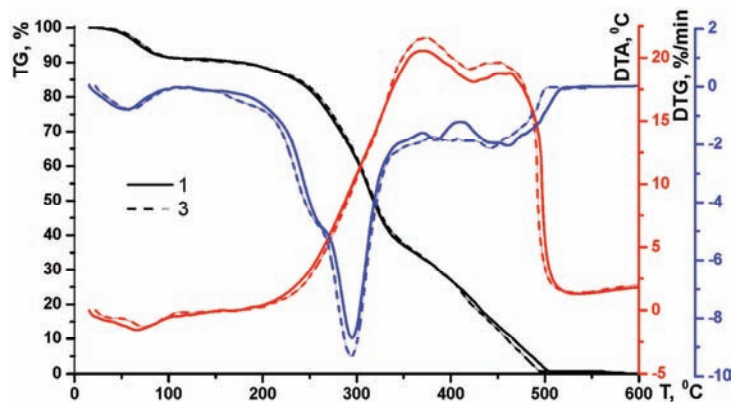


Рис. 1. Термограми зразків 1 і 3

Табл. 2. Результати термогравіметричного аналізу зразків

Зразок	Стадія	Температурний інтервал, К	Втрата маси, %
1	I	20-170	9,87
	II	170-270	14,33
	III	270-415	52,26
	IV	415-513	23,54
2	I	20-170	8,15
	II	170-275	17,06
	III	275-420	49,27
	IV	420-530	25,52
3	I	20-170	9,87
	II	170-270	14,33
	III	270-415	52,26
	IV	415-500	23,54

На першій стадії термолізу зразків 1 і 3, яка перебігає в межах температури 20-170 °C, відбуваються ендотермічні процеси, зумовлені випаровуванням хімічно незв'язаної та конституційної води [7]. На другій стадії, яка відбувається в межах температури 170-270 °C, поряд з ендотермічними процесами дегідратації та піролізу з відщепленням летких продуктів деструкції, які супроводжуються різким зниженням ступеня полімеризації целюлози, розвиваються екзотермічні термоокисні деструктивні процеси, про що свідчить хід кривої ДТА зразків верби.

На третій стадії термолізу (270-415 °C), яка супроводжується найбільшою втратою маси зразків верби та появою яскравого екзотермічного ефекту на кривих ДТА, відбуваються активні термоокисні деструктивні процеси, які супроводжуються полуменевим горінням летких продуктів розкладу. На четвертій стадії термолізу, яка для зразка 1 перебігає в межах температури 415-513 °C, а для зразка 3-415-500 °C, відбувається вигорання карбонізованого залишку зразків. Процеси полуменевого горіння та згорання карбонізованого залишку зразка 3 перебігають інтенсивніше, ніж зразка 1.

Про це свідчить поява вищих екзотермічних ефектів на кривій ДТА зразка 3 на третій та четвертій стадіях термолізу. Згорання карбонізованого залишку зразка 3 перебігає у вужчому температурному інтервалі, порівняно із зразком 1.

Різницю у теплотворній здатності зразків 1 і 3 можна пояснити відмінностями у їх хімічному складі. За даними елементного аналізу (див. табл. 1), зразок 3 відзначається більшим вмістом вуглецю та водню. Його теплотворна здатність, розрахована за наближеним рівнянням Менделєєва [8], становить 19592 кДж/кг. Теплотворна здатність зразка 1 є меншою і дорівнює 17801 кДж/кг. Для аналізу впливу дисперсності на характер термолізу в роботі проведено дослідження зразків різного ступеня подрібнення. На рис. 2, 3 наведено термограми зразків 1 і 2 та 3 і 4, відповідно.

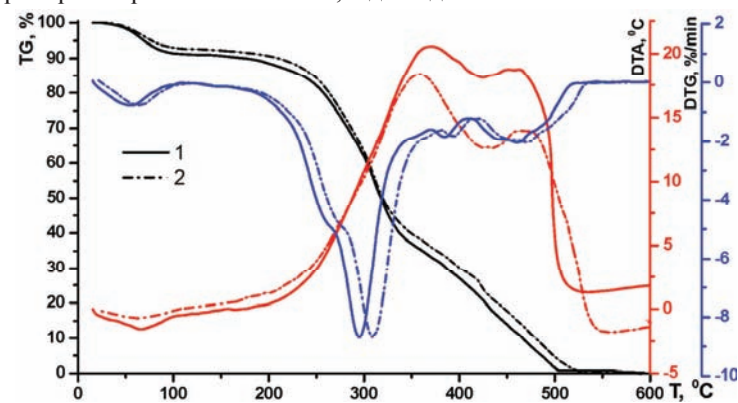


Рис. 2. Термограма зразків 1 і 2

Термоліз зразків верби різного віку тонкого подрібнення перебігає інтенсивніше, ніж термоліз зразків верби грубого подрібнення. Про це свідчить інтенсивніша втрата маси зразків 2 і 4 у процесі їх нагрівання на всіх стадіях термолізу та поява більш виражених екзотермічних ефектів на кривих ДТА цих

зразків. Основний екстремум кривої DTG, який відповідає процесам полуменевого горіння продуктів деструкції зразків 1 і 3, порівняно із зразками 2 і 4, зміщений до нижчих температур.

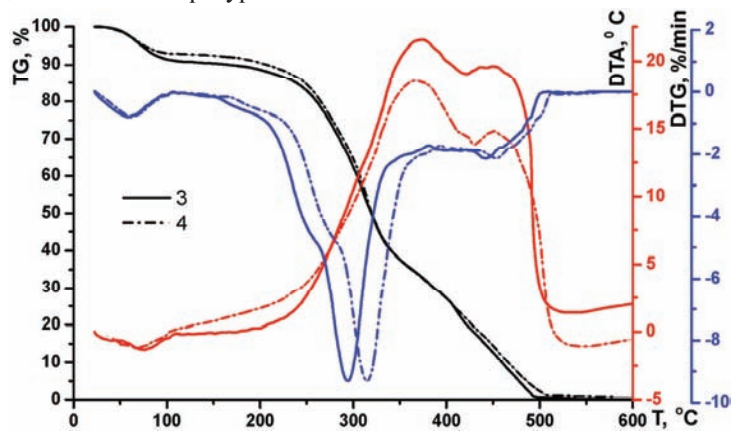


Рис. 3. Термограма зразків 3 і 4

Зростання інтенсивності перебігу деструктивних, термоокисних процесів у зразках із більшим ступенем подрібнення можна пояснити збільшенням їх питомої поверхні.

Висновки. За даними комплексного термічного аналізу, зразок трирічної верби має більшу теплотворну здатність, порівняно із зразком однорічної верби. Полуменеве горіння легких продуктів розкладу цього зразка та згорання його карбонізованого залишку супроводжується значнішим тепловим ефектом, порівняно із зразком однорічної деревини. Збільшення ступеня подрібнення зразків підсилює інтенсивність перебігу в них деструктивних, термоокисних та гетерогенно-окисних процесів під час нагрівання.

Література

1. Соуфер С. Биомасса как источник энергии / С. Соуфер, О. Заборски. – М. : Изд-во "Мир", 1985. – 368 с.
2. Василишин Р.Д. Энергетика лісових екосистем: основні напрями та тенденції наукових досліджень / Р.Д. Василишин // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.2. – С. 31-36.
3. Лакида П.І. Нормативи оцінки компонентів надземної фітомаси дерев головних лісотвірних порід України: довідник (нормативно-виробниче видання) / П.І. Лакида, Р.Д. Василишин, А.Г. Лашенко, А.Ю. Терентьев та інші. – К. : Вид. дім "ЕКО-інформ", 2011. – 192 с.
4. Лакида П.І. Надземна фітомаса та вуглецево-енергетичний потенціал ялицевих деревостанів Українських Карпат : монографія / П.І. Лакида, Р.Д. Василишин, О.М. Василишин. – Корсунь-Шевченківський : Вид-во ФОП В.М. Гавришенко, 2010. – 240 с.
5. Гелетуха Г.Г. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики України / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железна // Нетрадиционная энергетика. Промисловість. Теплотехніка : зб. наук. праць. – 2010. – № 3. – С. 73-79.
6. Івахів В. Энергетична верба як рішення для малих міст України / В. Івахів // Українська енергетика : зб. наук. праць. – 2012. – № 12. – С. 7.
7. Gabbott P. Principles and Applications of Thermal Analysis / P. Gabbott. – Blackwell Publishing, 2008. – 464 p.

8. Хзмалян Д.М. Теория топочных процессов : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов по спец. "Котло- и реакторостроение"] / Д.М. Хзмалян. – М. : Изд-во "Энергоатомиздат", 1990. – 352 с.

Надійшла до редакції 25.05.2016 р.

Ялечко В.И., Кочубей В.В., Гнатышин Я.М., Павловский Ю.П. Термический анализ древесины ивы *Salix viminalis*

Методом комплексного термогравиметрического и дифференциального термического анализа исследовано влияние возраста быстрорастущей энергетической ивы *Salix viminalis* на её теплотворную способность. Установлено, что трехлетняя ива имеет большую теплотворную способность по сравнению с однолетней. Об этом свидетельствует появление более крупных экзотермических эффектов на кривых ДТА, которые сопровождают процессы пламенного горения и сгорания карбонизованного остатка образцов. Увеличение степени измельчения образцов способствует росту эффективности их горения. Об этом свидетельствует интенсивная потеря массы образцов на всех стадиях термолитиза и рост экстремумов на кривых ДТА.

Ключевые слова: термический анализ, энергетическая ива, биотопливо, дериватограф, термограмма.

Yalechko V.I., Kochubey V.V., Hnatyshyn Y.M., Pavlovskiy Yu.P. Thermal Analysis of Willow Wood (*Salix Viminalis*)

The influence of the age of fast-growing energy willow *Salix Viminalis* on its calorific value is investigated by the method of complex thermogravimetry and differential thermal analysis. It is established that the three year-old willow has higher calorific value as compared with a year-old willow. This is evidenced by the emergence of a more significant exothermic effects on DTA curves that accompany the processes of flaming combustion and combustion carbonized residue of samples. Increasing the degree of grinding of samples promotes combustion efficiency. This is evidenced by intense mass loss of samples at all stages of thermolysis and growth the extremums on DTA curves.

Keywords: thermal analysis, energy willow, biofuel, derivatograph, thermogram.

УДК 647.038.3:681.2.083

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ФАНЕРИ З АВТОМАТИЗОВАНИМ СЕЛЕКТИВНИМ СОРТУВАННЯМ

О.С. Баранова¹, М.П. Василенко², І.Ю. Скрипник³, В.М. Головач⁴

Розглянуто проблему автоматизації процесу виявлення внутрішніх дефектів фанери з подальшим селективним сортуванням залежно від їх кількості у листі. В умовах сучасного виробництва для дефектоскопії фанери найчастіше застосовують метод ручного простукування, який потребує значних затрат часу. Тому виникає потреба у створенні обладнання неруйнівного контролю для визначення розшарованих областей фанери на ранніх стадіях виробництва або контролю її якості на кінцевих стадіях.

Запропоновано метод автоматизованого маркування та селективного сортування фанери на кінцевому етапі виробництва за кількістю наявних дефектів, який дасть змогу істотно пришвидшити процес дефектоскопії.

Ключові слова: фанера, неруйнівний контроль, метод вільних коливань, селективне сортування.

¹ аспір. О.С. Баранова – НУ Біоресурсів і природокористування України, м. Київ;

² асист. М.П. Василенко, канд. техн. наук – Київський національний університет технологій та дизайну, м. Київ;

³ ст. наук. співроб. І.Ю. Скрипник, канд. техн. наук – Український гідрометеорологічний інститут, м. Київ;

⁴ ст. наук. співроб. В.М. Головач, канд. техн. наук – НУ Біоресурсів і природокористування України, м. Київ