

ПРОБЛЕМИ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 676.18

В.А. Барбаш, І.В. Трембус,
О.С. Гапон, В.М. Шевченко

ОДЕРЖАННЯ СОЛОМ'ЯНИХ ВОЛОКНИСТИХ НАПІВФАБРИКАТІВ ПЕРОЦТОВИМ СПОСОБОМ ДЕЛІГНІФІКАЦІЇ

Вступ

У більшості країн світу основною сировиною для одержання волокнистих напівфабрикатів (ВНФ) є деревина, запаси і приріст якої не завжди забезпечують зростаючі потреби підприємств целюлозно-паперової галузі. Для таких країн, які не мають великих запасів вільної деревини, зокрема України, актуальною проблемою є розширення сировинної бази целюлозно-паперової промисловості (ЦПП) для виробництва паперу та картону за рахунок використання щорічно поновлюваної рослинної сировини, насамперед пшеничної соломи. За даними Міністерства аграрної політики, в Україні щорічні ресурси пшеничної соломи становлять близько 20 млн т на рік, які можуть бути використані для потреб ЦПП [1].

Домінуючими способами одержання целюлози у світовій практиці є сульфатний і сульфітний методи, які залишаються в ЦПП головним джерелом забруднення довкілля за рахунок викидів меркаптанів, сірководню, діоксинів, фуранів у повітря та похідних лігніну у водоймища [2].

З метою зменшення негативної дії існуючих технологій виробництва целюлози на навколишнє середовище вченими розробляються альтернативні методи одержання ВНФ: органосольвентні, гідротропні, відновлювальні, біотехнологічні. Серед них найбільш поширеними і розробленими є органосольвентні способи делігніфікації рослинної сировини, які, крім екологічних переваг, дають можливість отримувати ВНФ більш високого виходу з показниками якості, що перевищують показники якості сульфітних ВНФ і порівнюються з показниками сульфатних ВНФ [3].

У літературі описано технології одержання волокнистих напівфабрикатів із хвойної та листяної деревини на відміну від делігніфікації недеревної рослинної сировини, зокрема пшеничної соломи. Серед окисно-органосольвентних способів найбільше поширення отримав пер-

оцтовий метод делігніфікації. Тому метою даної статті є розробка пероцтового способу одержання солом'яних волокнистих напівфабрикатів для потреб ЦПП.

Постановка задачі

Для досягнення вказаної мети були поставлені такі задачі:

1) дослідити вплив основних технологічних параметрів (гідромодуля, температури і тривалості процесу делігніфікації, витрат варильних реагентів і каталізаторів) на показники якості пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів;

2) визначити оптимальні параметри процесу одержання пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів із використанням методів математичного планування експерименту та оптимізації;

3) отримати кінетичні характеристики процесу пероцтової делігніфікації пшеничної соломи.

Методики і результати експерименту

Для одержання волокнистих напівфабрикатів використовувалась пшенична солома з Київської області. Варіння солом'яних ВНФ в лабораторних умовах проводилось у термостійких скляних колбах ємністю 0,5 дм³, занурених у водяні бані і з'єднаних із зворотними холодильниками. Приготування варильного розчину проводилось змішуванням розчинів оцтової кислоти і попередньо охолодженого до 0–2 °С 30 %-ного пероксиду водню та відстоюванням одержаного розчину впродовж двох–чотирьох діб. Концентрація пероксиду водню і пероцтової кислоти (ПОК) перевірялась титруванням згідно з методикою [4]. Температура варіння змінювалась від 70 до 90 °С, тривалість – від 60 до 150 хв, гідромодуль – від 7:1 до 12:1. Одержаний солом'яний волокнистий напівфабрикат промивався проточною водою до нейтральної реакції і висушувався до повітряно-сухого стану. Визначення виходу ВНФ, ступеня делігніфікації і вмісту залишкового лігніну проводилось згідно з прийнятими методиками [5]. Фізико-механічні показники окисно-органосольвентних солом'яних волокнистих напівфабрикатів визначались у лабораторії ЗАТ “Інститут паперу” після їх розмелювання в центробіжно-розмелювальному апараті ЛА-1 до ступеня помелу 60 ± 20° ШР. Маса відливки абсолютно

сухої сировини (а.с.с.) в розрахунку на 1 м² становила 75 ± 1 г/м².

Вплив гідромодуля варіння. З метою вивчення впливу гідромодуля (ГМ) варіння на показники якості одержаних пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів проведено серію варінь з ГМ від 7:1 до 12:1. Температура процесу делігніфікації підтримувалася протягом варіння постійною: 90 ± 1 °С. Делігніфікація пшеничної соломи проводилася варильним розчином при об'ємному співвідношенні оцтової кислоти і пероксиду водню 70:30 %, тривалістю 60–150 хв. У табл. 1 наведено результати досліджень.

Як видно з даних табл. 1, збільшення гідромодуля варіння призводить до зниження виходу солом'яних ВНФ і вмісту залишкового лігніну. Така закономірність зміни показників якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів від ГМ варіння пояснюється збільшенням концентрації делігніфікуючих речовин – пероцтової кислоти і пероксиду водню, які сприяють більш швидкому розчиненню макромолекул лігніну, екстрактивних і мінеральних речовин, а також вуглеводів рослинної сировини, насамперед геміцелюлоз, і переведенню їх до варильного розчину. Збільшення ГМ варіння до 12:1 не призводить до істотних змін показників якості одержаного солом'яного волокнистого напівфабрикату, тому для проведення подальших досліджень пероцтової делігніфікації пшеничної соломи використовували гідромодуль 10:1.

Вплив температури варіння. Для дослідження впливу температури на процес окисно-органосольвентної делігніфікації пшеничної соломи проведено серію варінь при температурі від 70 до 90 °С, тривалістю від 90 до 150 хв,

ГМ 10:1, об'ємному співвідношенні оцтової кислоти і пероксиду водню 70:30 %. Результати проведених досліджень наведено в табл. 2.

Як видно з даних табл. 2, при зростанні температури та тривалості процесу пероцтової делігніфікації вихід солом'яних волокнистих напівфабрикатів і вміст залишкового лігніну закономірно зменшуються, що пов'язано з інтенсифікацією процесу деструкції лігніну за рахунок розщеплення α - і β -етерних алкіларильних зв'язків макромолекул лігніну. Слід зазначити, що при зростанні температури варіння пшеничної соломи розчином пероцтової кислоти покращуються фізико-механічні показники одержаних солом'яних волокнистих напівфабрикатів. Така закономірність пов'язана з прискоренням процесу делігніфікації рослинної сировини і збереженням геміцелюлоз, які мають високу здатність до створення міжмолекулярних водневих зв'язків.

Вплив об'ємного співвідношення делігніфікуючих реагентів. Для дослідження впливу витрат делігніфікуючих реагентів (оцтової кислоти НАс і пероксиду водню H₂O₂) на процес пероцтової делігніфікації пшеничної соломи проведено серію варінь при об'ємному співвідношенні НАс і H₂O₂ від 10:90 до 90:10 %, температурі варіння 90 °С, тривалістю від 30 до 90 хв, ГМ 10:1. Результати проведених досліджень наведено в табл. 3.

Як видно з наведених у табл. 3 даних, склад делігніфікуючих розчинів має значний вплив на показники якості одержаних солом'яних ВНФ. Із зростанням вмісту пероксиду водню у варильному розчині вихід солом'яних ВНФ зменшується від 81,7 до 54,6 % від маси а.с.с., і відповідно зменшується і вміст залишкового лігніну

Таблиця 1. Вплив гідромодуля варіння на показники пероцтових солом'яних ВНФ

ГМ	Тривалість варіння, хв	Вихід ВНФ, % від маси а.с.с.	Вміст залишкового лігніну, % від маси а.с.с.	Ступінь делігніфікації, од. Каппа
7:1	60	71,4	5,1	22,1
	90	67,0	4,7	16,4
	120	66,6	4,2	14,2
	150	66,0	3,6	13,9
10:1	60	69,4	3,6	20,2
	90	65,1	2,7	14,6
	120	54,0	2,4	12,1
	150	51,2	2,1	9,3
12:1	60	65,8	2,7	13,8
	90	62,1	2,5	12,4
	120	50,3	2,2	9,9
	150	49,1	1,9	8,2

від 4,5 до 1,1 % від маси а.с.с., що пов'язано із збільшенням у варильному розчині концентрації гідроксид-аніонів (HOO^-), під дією яких відбувається інтенсивна окиснювальна деструкція лігніну. Крім того, із зростанням концентрації гідроксид-аніонів поряд з реакцією окиснення лігніну частково відбувається і реакція окиснення вуглеводної частини соломи, що призводить до зниження виходу солом'яного волокнистого напівфабрикату.

Слід відзначити, що при збільшенні вмісту пероксиду водню у варильному розчині більше 50 % не спостерігається істотного покращення показників якості одержаних пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів, що підтверджується і літературними даними [6]. Тому з економічної точки зору доцільно проводити пероцтову делігніфікацію пшеничної соломи при об'ємному співвідношенні компонентів H_2O_2 : H_2O варильного розчину 70:30 %.

Визначення оптимальних параметрів процесу делігніфікації. Серія попередніх досліджень

дає змогу визначити кількість технологічних параметрів і рівні їх варіювання для використання повного факторного експерименту (ПФЕ). Для одержання математичних залежностей показників якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів (Y_i) від основних технологічних факторів (x_i) пероцтового способу варіння пшеничної соломи використовувався повний факторний експеримент типу 2^3 [7]. Як змінні фактори (x_i), що впливають на показники якості пероцтових солом'яних ВНФ, досліджувалися: тривалість процесу делігніфікації (x_1), температура варіння (x_2), вміст оцтової кислоти у варильному розчині (x_3). За вихідні змінні (Y_i), що визначають якість пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів, було вибрано вихід волокнистого напівфабрикату (Y_1), ступінь делігніфікації (Y_2) і вміст залишкового лігніну (Y_3).

Рівняння регресії процесу окисно-органосольвентного варіння солом'яних ВНФ для кожного показника якості Y_i має такий вигляд:

Таблиця 2. Вплив температури варіння на показники якості пероцтових солом'яних ВНФ

Температура варіння, °С	Тривалість варіння, хв	Вихід, % від маси а.с.с.	Вміст лігніну, % від маси а.с.с.	Розривна довжина, м	Опір продавлюванню, кПа	Опір роздиранню, мН	Міцність на злом під час багаторазових перетягів, к.п.п.
70	90	76,2	3,9	4200	212	280	10
	120	73,1	3,5	4800	275	320	25
	150	69,8	3,0	6900	320	345	30
80	90	72,3	3,7	5300	240	300	30
	120	67,5	3,2	6200	310	340	80
	150	64,5	2,8	7100	340	355	110
90	90	65,1	2,7	6550	245	320	50
	120	54,0	2,4	7250	345	350	110
	150	51,2	2,1	7450	370	375	125

Таблиця 3. Вплив об'ємного співвідношення делігніфікуючих реагентів на показники якості пероцтових солом'яних ВНФ

Показники якості ВНФ	Тривалість варіння, хв	Об'ємні співвідношення H_2O_2 : H_2O , %								
		90:10	80:20	70:30	60:40	50:50	40:60	30:70	20:80	10:90
Вихід, % від маси а.с.с.	30	81,7	74,0	70,0	68,2	66,5	65,1	64,5	63,0	62,3
	60	73,9	70,0	69,4	63,8	61,2	60,0	59,1	57,8	56,6
	90	70,2	67,5	65,1	62,1	59,4	57,9	56,8	55,7	54,6
Вміст лігніну, % від маси а.с.с.	30	4,5	3,8	3,4	2,7	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6
	60	4,0	3,8	3,6	2,2	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2
	90	3,7	3,1	2,7	2,1	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1

$$Y_i = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3, \quad (1)$$

де Y_i – показник якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів; $b_0, b_1, b_2, b_3, b_{12}, b_{13}, b_{23}$ – коефіцієнти математичної моделі; x_1, x_2 і x_3 – значення факторів процесу варіння в кодованій формі.

Розрахунок коефіцієнтів рівнянь регресії процесу пероцтового варіння солом'яних ВНФ для кожного показника якості Y_i і пошук оптимальних параметрів проведено за програмою STAT-SENS, яку розроблено в НТУУ “КПІ” [8].

Для перевірки однорідності построкових дисперсій використовувався критерій Кохрена. Значущість коефіцієнтів одержаної експериментально-статистичної моделі перевірялась за допомогою критерію Стюдента. Перевірка адекватності одержаних математичних моделей виконувалась за критерієм Фішера [8]. Вихідні дані для побудови матриці планування експерименту наведено в табл. 4.

Таблиця 4. Рівні та інтервали варіювання факторів процесу пероцтового варіння солом'яних ВНФ

Фактори (x_i)	Рівні варіювання факторів			Інтервал варіювання
	(+1)	(-1)	(0)	
x_1 – тривалість варіння, хв	90,0	30,0	60,0	30,0
x_2 – температура варіння, °С	90,0	70,0	80,0	10,0
x_3 – об'ємний вміст оцтової кислоти у варильному розчині, %	80,0	60,0	70,0	10,0

В результаті математичної обробки експериментальних даних визначено рівняння регресії, що адекватно описують залежності вихідних змінних Y_i від технологічних факторів x_i :

$$Y_1 = 70,64 - 4,09x_1 - 1,48x_2 + 6,68x_3 - 0,52x_1x_2 - 0,55x_1x_3 - 0,44x_2x_3,$$

$$Y_2 = 22,63 - 1,34x_1 - 0,71x_2 + 5,78x_3,$$

$$Y_3 = 3,13 - 0,26x_1 - 0,15x_2 + 1,18x_3.$$

Аналіз наведених рівнянь регресії свідчить про те, що коефіцієнти, які характеризують вплив технологічних факторів варіння (x_1 і x_2), мають від'ємний знак. Тому збільшення

тривалості і температури процесу делігніфікації призводить до зниження абсолютних значень вказаних вище показників якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів. Слід зазначити, що фактор тривалості варіння має більший вплив на зниження абсолютних значень показників якості ВНФ. Протилежну дію має технологічний фактор x_3 , зростання якого призводить до збільшення абсолютних значень показників якості одержаних солом'яних ВНФ.

Пошук оптимальних параметрів проведення процесу пероцтової делігніфікації пшеничної соломи здійснювався з використанням методу багатокритеріальної оптимізації [8]. Розв'язання задачі оптимізації полягає в отриманні значень вхідних змінних досліджуваного об'єкта, яким відповідають найкращі значення цільової функції. Оптимізація виконувалась за однакових параметрів узагальненого критерію оптимізації для кращого порівняння результатів оптимізації. В результаті виконання розрахунків було отримано значення показників якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів у вигляді оптимальної точки: $x_1 = 90$ хв; $x_2 = 90$ °С; $x_3 = 70:30$ % за об'ємом. Показники якості отриманого солом'яного волокнистого напівфабрикату в точці оптимуму мають такі значення: вихід – 64,8 % від маси а. с. с.; ступінь делігніфікації – 13,9 од. Каппа; вміст залишкового лігніну – 2,9 % від маси а. с. с.

Вплив каталізатора. З метою інтенсифікації процесу пероцтової делігніфікації пшеничної соломи розчином пероцтової кислоти проведено серію лабораторних варінь із використанням різних каталізаторів. Пшенична солома варилась за встановленим оптимальним режимом. Як каталізатори використовувалися молібдат натрію і оксид титану з витратами 1 % та сірчана кислота з витратою 2 % від маси а. с. с. У табл. 5 наведено показники якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів, одержаних у результаті пероцтових варінь із використанням різних каталізаторів.

Як видно з наведених у табл. 5 даних, додавання до складу варильного розчину вказаних каталізаторів призводить до зниження вмісту залишкового лігніну в одержаному солом'яному ВНФ від 0,4 до 1,8 % від маси а. с. с., при цьому вихід зменшується на 0,3–5,0 %. Та-

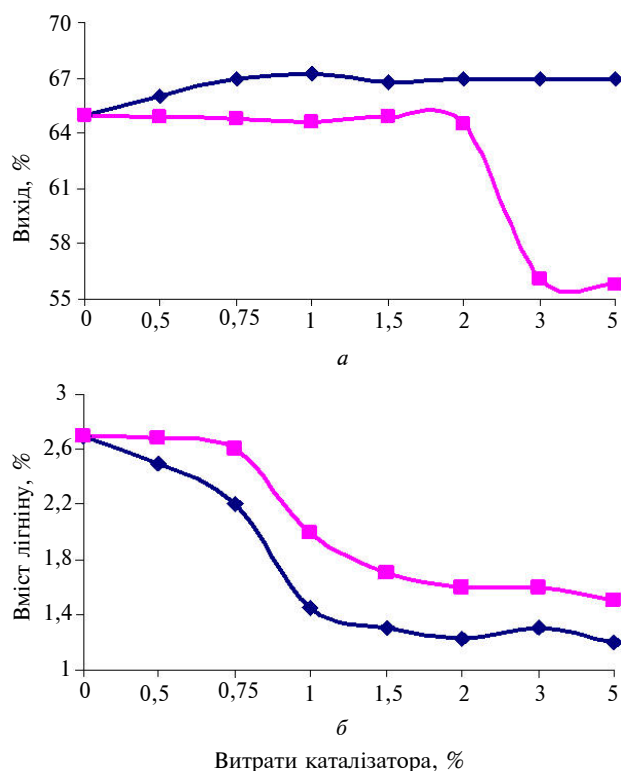
Таблиця 5. Вплив вмісту каталізаторів на показники якості пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів

Тривалість варіння, хв	Вихід ВНФ, % від маси а. с. с.	Вміст залишкового лігніну, % від маси а. с. с.	Ступінь делігніфікації, од. Каппа
Без каталізатора			
60	69,4	3,6	20,2
90	65,1	2,7	14,6
120	54,0	2,4	12,1
150	51,2	2,1	9,3
Вольфрамат натрію (Na_2WO_4)			
60	54,8	3,5	16,6
90	50,4	2,6	11,2
120	47,9	2,2	8,7
150	46,2	2,1	7,1
Оксид титану (TiO_2)			
60	69,9	1,8	8,1
90	67,2	1,4	7,5
120	65,8	0,7	5,7
150	63,6	0,5	5,1
Сірчана кислота (H_2SO_4)			
60	68,4	2,3	11,0
90	64,9	1,6	9,1
120	57,7	1,1	7,7
150	56,3	0,9	5,8

кі зміни показників якості солом'яних ВНФ пов'язані з прискоренням процесу розчинення макромолекул лігніну і переведення їх до варильного розчину і кращим збереженням низькомолекулярних фракцій целюлози і геміцелюлоз. Одержані експериментальні дані узгоджуються з літературними даними про каталітичну дію досліджених каталізаторів [9].

Отримані результати досліджень свідчать про те, що найбільшу каталітичну дію мають оксид титану та сірчана кислота. При їх використанні зменшується вміст лігніну на 1,8–2,0 та 1,3–1,4 %, відповідно, порівняно з аналогічними варіннями пшеничної соломи без застосування каталізатора. Крім того, слід відзначити, що у випадку додавання TiO_2 вихід одержаних солом'яних ВНФ зростає в середньому на 6,6 % від маси а. с. с. Тому оксид титану та сірчана кислота використовувались для подальших досліджень впливу витрат каталізатора на процес окисно-органосольвентної делігніфікації пшеничної соломи.

Для цього делігніфікація пшеничної соломи проводилася при температурі 90 °С, тривалістю 60–150 хв, при об'ємному співвідношенні оцтової кислоти і пероксиду водню 70:30 %, ГМ 1:10, витраті TiO_2 і H_2SO_4 від 0,5 до 5 % від маси а. с. с. Результати досліджень наведено на рисунку.



Залежність виходу (а) і вмісту залишкового лігніну (б) пероцтових солом'яних волокнистих напівфабрикатів від витрат каталізатора: —◆— — TiO_2 ; —■— — H_2SO_4

Як видно з рисунка, введення до варильного розчину вказаних каталізаторів найбільш ефективно при їх витраті до 1 % оксиду титану і 2 % сірчаної кислоти від маси а. с. с. За таких умов проведення процесу окисно-органосольвентної делігніфікації пшеничної соломи спостерігається максимальне зменшення вмісту залишкового лігніну в солom'яному волокнистому напівфабрикаті при максимальному збереженні його виходу. Подальше збільшення витрат каталізаторів є недоцільним, оскільки воно не призводить до помітного покращення показників якості пероцтових солom'яних волокнистих напівфабрикатів, але збільшує вартість хімікатів.

Вплив каталізаторів на фізико-механічні характеристики солom'яних ВНФ, одержаних окисно-органосольвентною делігніфікацією пшеничної соломи при температурі 90 °С і різній тривалості варіння з додаванням 1 % оксиду титану та 2 % сірчаної кислоти від маси а. с. с., наведено в табл. 6.

Як видно з даних табл. 6, використання каталізаторів дає змогу не тільки отримувати солom'яні волокнисті напівфабрикати з високим виходом і низьким вмістом залишкового лігніну, але й покращувати їх фізико-механічні показники порівняно з аналогічними варіннями без використання каталізатора. При цьому встановлено, що кращі показники якості пероцтових солom'яних волокнистих напівфабрикатів досягаються при використанні 1 % оксиду титану від маси а. с. с.

Визначення кінетичних характеристик процесу пероцтової делігніфікації пшеничної соломи. Кінетичні параметри процесу пероцтової делігніфікації пшеничної соломи визначалися при ізотермічних умовах варіння ВНФ згідно з розробленою на кафедрі Е та ТРП НТУУ “КПІ” методикою [10]. Після проведення аналізу одержаних кінетичних кривих було встановлено, що процес окисно-органосольвентної делігніфікації пшеничної соломи описується кінетичним рівнянням першого порядку:

$$\ln\left(1 - \frac{[A_0] - [A]}{[A_0]}\right) = kt, \quad (2)$$

де k – константа швидкості процесу; t – тривалість процесу делігніфікації; $[A_0]$ – вміст лігніну в пшеничній соломі; $[A]$ – вміст лігніну в солom'яному волокнистому напівфабрикаті.

У табл. 7 наведено розраховані графічним і аналітичним методами значення констант швидкості та енергії активації процесу делігніфікації пшеничної соломи розчином пероцтової кислоти.

Як видно з наведених у табл. 7 даних, константи швидкості процесу делігніфікації пшеничної соломи розчином пероцтової кислоти закономірно збільшуються з підвищенням температури варіння, що відповідає відомим залежностям впливу температури на швидкість реакції делігніфікації (закон Арреніуса).

У результаті проведених досліджень встановлено, що органосольвентна делігніфікація пшеничної соломи характеризується нижчими

Таблиця 6. Фізико-механічні показники пероцтових солom'яних ВНФ

Тривалість варіння, хв	Розривна довжина, м	Опір роздиранню, мН	Опір продавлюванню, кПа	Міцність на злом під час багаторазових перегинів, к.п.п.
Без каталізатора				
90	6550	245	320	50
120	7250	345	350	110
150	7470	370	375	125
Оксид титану (TiO ₂)				
90	7450	630	365	125
120	8100	670	420	150
150	8150	790	490	225
Сірчана кислота (H ₂ SO ₄)				
90	6800	590	340	120
120	7550	600	380	145
150	7900	635	415	155

Таблиця 7. Кінетичні характеристики процесу окисно-органосольвентної делігніфікації пшеничної соломи

Температура варіння, °С	Графічний метод		Аналітичний метод	
	Константа швидкості, хв ⁻¹	Енергія активації, кДж/моль	Константа швидкості, хв ⁻¹	Енергія активації, кДж/моль
70	$1,8 \cdot 10^{-3}$	16,6	$2,6 \cdot 10^{-3}$	17,2
80	$2,3 \cdot 10^{-3}$		$2,8 \cdot 10^{-3}$	
90	$2,7 \cdot 10^{-3}$		$3,1 \cdot 10^{-3}$	

чисельними значеннями енергії активації, ніж органосольвентна делігніфікація деревини, для якої відповідні значення лежать у межах 63–117 кДж/моль. Ця відмінність пояснюється тим, що лігнін однорічних рослин менш полімеризований, а тому легше і швидше переходить до варильного розчину в процесі варіння і потребує менших витрат енергії на проведення процесу делігніфікації пшеничної соломи.

Висновки

У статті показана можливість переробки пшеничної соломи розчином пероцтової кислоти на волокнисті напівфабрикати, які за показниками якості не поступаються сульфатній целюлозі з листяних порід деревини.

З використанням методу математичного планування експерименту були розраховані рівняння регресії, які адекватно описують експериментальні дані і можуть бути використані як математична модель окисно-органосольвентного варіння солом'яних ВНФ. Методом багатокритеріальної оптимізації умов окисно-органосольвентного варіння пшеничної соломи

визначено оптимальні технологічні параметри проведення процесу делігніфікації.

Встановлено, що найбільшу каталітичну дію при пероцтових варіннях пшеничної соломи має оксид титану, додавання якого в кількості 1 % від маси а.с.с. призводить до покращення показників якості солом'яних волокнистих напівфабрикатів порівняно з ВНФ, одержаними без використання каталізатора.

Визначені кінетичні характеристики свідчать про те, що окисно-органосольвентна делігніфікація пшеничної соломи розчином пероцтової кислоти характеризується нижчими чисельними значеннями енергії активації (16,6–17,2 кДж/моль), ніж органосольвентна делігніфікація деревини (63–117 кДж/моль), і описується кінетичним рівнянням першого порядку.

У подальших дослідженнях планується вивчення можливості використання одержаних окисно-органосольвентних солом'яних волокнистих напівфабрикатів у композиції масових видів картонно-паперової продукції з метою покращення показників якості паперу і картону і зменшення їх собівартості.

В.А. Барбаш, І.В. Трембус, Е.С. Гапон,
В.М. Шевченко

ПОЛУЧЕНИЕ СОЛОМЕННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ПЕРУКСУСНЫМ СПОСОБОМ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ

Исследовано влияние основных технологических параметров процесса получения соломенных волокнистых полуфабрикатов перуксусным способом делигнификации. Найдены уравнения регрессии процесса получения соломенных волокнистых полуфабрикатов с использованием метода полного факторного эксперимента. Определены основные кинетические характеристики процесса перуксусной делигнификации пшеничной соломы.

V.A. Barbash, I.V. Trembus, O.S. Gapon,
V.M. Shevchenko

OBTAINING OF STRAW PULPS BY PERACETIC PULPING METHOD OF DELIGNIFICATION

The paper studies the influence of the basic technological parameters of obtaining straw fibrous semi-finished products by the peracetic method of delignification. Using the method of full factorial experiment, we obtain the regression equations of producing straw fibrous semi-finished products. Furthermore, we determine main kinetic characteristics of the delignification process of wheat straw.

1. *Сырье солома // Целлюлоза. Бумага. Картон.* – 2007. – № 2. – С. 7.
2. *Технология целлюлозно-бумажного производства: В 3 т.* – СПб., 2003. – Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2. Производство полуфабрикатов. – 633 с.
3. *Примаков С.П., Барбаш В.А., Черьопкіна Р.І.* Виробництво сульфитної та органосольвентної целюлози. – К.: ЕКМО, 2009. – 280 с.
4. *Пен Р.З., Бышев А.В., Шапиро И.Л. и др.* Низкотемпературная окислительная делигнификация древесины. Активность катализаторов окисления лигнина пероксидом водорода // *Химия растительного сырья.* – 2001. – № 1. – С. 43–48.
5. *Примаков С.П., Антоненко Л.П., Барбаш В.А.* Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Технологія целюлози”. – К.: ЕКМО, 2003. – 71 с.
6. *Зильберглейт М.А., Резников В.М.* Изучение основных закономерностей делигнификации древесины водными растворами органических надкислот. – Минск: Белорусский технол. ин-т, 1981. – 15 с. / Деп. в НИИТЭХИМ. – № 503. – ХП-Д81.
7. *Бондарь А.Г., Статюха Г.А., Потяженко И.А.* Планирование эксперимента при оптимизации процессов химической технологии. – К.: Вища шк., 1980. – 264 с.
8. *Статюха Г.О., Складаний Д.М.* Планування оптимального експерименту. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – К.: Політехніка, 2004. – 36 с.
9. *Кузнецова С.А., Яценкова О.В., Данилов В.Г. и др.* Делигнификация древесины осины уксусной кислотой в присутствии пероксида водорода и гетерогенного катализатора TiO_2 // *Химия растительного сырья.* – 2007. – № 4. – С. 21–24.
10. *Барбаш В.А., Примаков С.П., Дейкун І.М., Трембус І.В.* Методичні вказівки до виконання розрахунків кінетичних характеристик процесів делігніфікації рослинної сировини. – К.: НТУУ “КПІ”, 2000. – 27 с.

Рекомендована Радою
інженерно-хімічного факультету
НТУУ “КПІ”

Надійшла до редакції
16 жовтня 2009 року