

ра залежить від температури преса. Дані експериментальних досліджень підтверджують результати, отримані при чисельних реалізаціях моделі [3].

Література

1. Бехта П.А. Технологічні розрахунки у виробництві ДСП. – К: ІСДО, 1994. – 156 с.
2. Ганцюк В.М. Інтенсифікація процесу пресування деревинностружкових плит в установках пезперервної дії/ Автореф. дис. канд. техн. наук. – Львів: УкрДЛТУ. – 1996. – С. 9-14.
3. Соколовський Я.І., Петрів О.М. Чисельне моделювання нестационарних полів тепломасоперенесення в процесі пресування деревностружкових плит// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2004, вип. – С. 57-59.
4. Humphrey P.F., Bolton A.J. The hot pressing of dry-formed Wood-based composites. A simulation model for heat and moisture transfer// Holzforschung 43 № 3, 1989 P. 199-206.
5. Frünwald A., Steffen A., Humphrey P.E., Haas G.V. Entwicklung und Überprüfung eines Modells des thermodynamischen und des rheologischen Verhaltens von Fassermatten für MDF während der Heispressung in Taktpressen und Ansätze zur modelirung von Endlosrpessen. – Universität Hamburg, 1999.

УДК 674.02:621.923

Доц. О.А. Кійко, канд. техн. наук – НЛТУ України

ПЕРЕВІРКА НА АДЕКВАТНІСТЬ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ КАЛІБРУВАННЯ-ШЛІФУВАННЯ ПЛИТНИХ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ ЖОРСТКИМИ АБРАЗИВНИМИ ІНСТРУМЕНТАМИ

Розроблено структуру перевірки імітаційної моделі процесу калібрування-шліфування плитних деревних матеріалів на адекватність. Послідовно здійснена валідація та верифікація, розроблені заходи із забезпечення довіри до моделі.

Doc. O.A. Kyiko – NUFWT of Ukraine

Check on adequacy to a simulation model of calibrating-polishing process of wooden boards materials by abrasive tools

The pattern of check of a simulation model of calibrating-polishing process of boards wooden materials on adequacy is designed. Sequentially is made validation and verification, the measures on maintenance of confidence to model are designed.

Потреби різних галузей промисловості України в деревині на сьогодні не можуть бути задоволені внутрішніми ресурсами. В умовах зростання темпів імпорту деревини питання економії деревини приймає стратегічне значення. У меблевій промисловості вирішення вище означеної проблеми вирішують шляхом заміни масивної деревини плитними деревними матеріалами (ДСП, фанера, MDF та інші), у процесі виготовлення яких існує можливість економії власне деревини.

Технологічний процес виготовлення плитних деревних матеріалів передбачає обов'язкове оброблення в розмір за товщиною та вигладжування. Для цієї мети науковці НЛТУ України запропонували використати жорсткий абразивний циліндр, що не має аналогів в межах України та за кордоном. Широке запровадження цього інструмента стримується недостатньою кількістю досліджень. З метою підвищення ефективності процесу калібрування-шліфування плитних деревних матеріалів автором даної статті створена імітаційна модель [1-3].

Одна із найскладніших проблем, з якою трапляється будь-який аналітик імітаційного моделювання полягає у вирішенні питання, чи існуюча імітаційна модель відповідає реальній системі, тобто чи модель адекватна цій системі. Послідовність перевірки адекватності імітаційної моделі процесу калібрування-шліфування плитних деревних матеріалів жорсткими абразивними інструментами представлено на рис. 1.

На першому етапі ми проведено процес валідації, який дає змогу встановити, чи є імітаційна модель точним представленням системи для конкретних задач дослідження. На цьому етапі прийнято рішення про представлення плитного деревного матеріалу умовно нескінченим [4], здійснена перевірка відповідності емпіричного закону розподілу товщини оброблюваних плит нормальному із застосування процедури видалення грубих промахів.

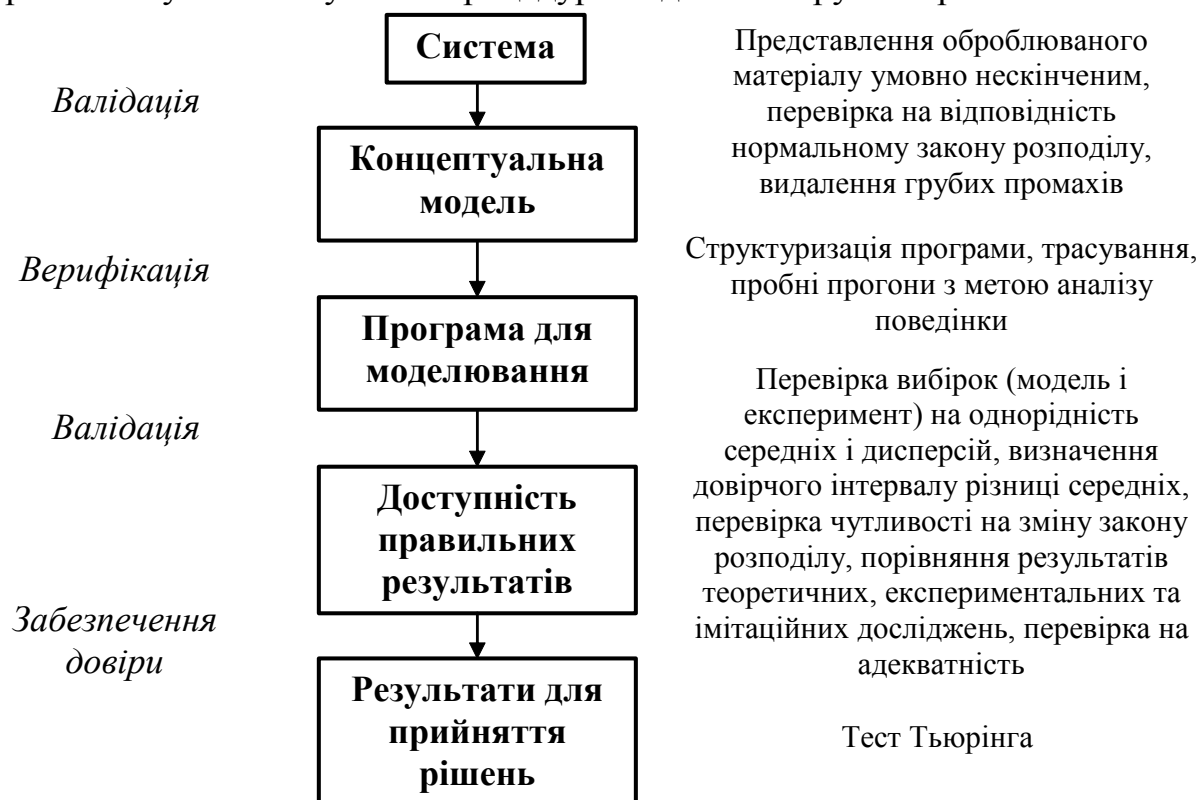


Рис. 1. Схема перевірки адекватності

Верифікацію імітаційних моделей здійснювали шляхом порівняння розподілів випадкової величини товщини плитного деревного матеріалу, отриманого на основі експериментальних даних і за допомогою машинного генерування псевдовипадкових чисел; перевірки чутливості моделі на зміну закону теоретичного розподілу; оцінювання поведінки моделі за умови зміни величини основних вхідних чинників.

У процесі порівняння емпіричного та імітаційного розподілів перевіряли за допомогою критерію χ^2 статистичну гіпотезу про однорідність розподілів; отримували полігони розподілу для двох випадків і розраховували основні статистичні характеристики; здійснювали перевірку однорідності дисперсій і однорідності середніх.

Порівняння здійснювали для розподілу товщини ДСП та фанери на основі результатів експериментальних досліджень, проведених у виробничих

умовах СП "Інтерплит" (рис. 2, табл. 1), ВАТ "Кроно-Львів" (рис. 3, табл. 2),
ВАТ "Костопільський ДОК" (рис. 4, табл. 3).

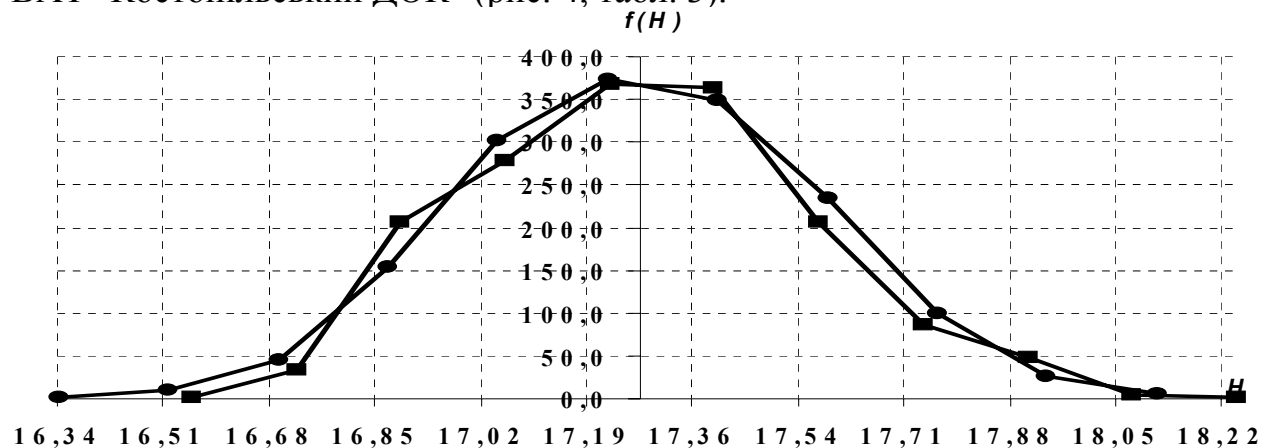


Рис. 2. Полігон розподілу товщини ДСП: —●— за результатами досліджень, виконаними на СП "Інтерплит"; —■— за результатами імітаційного моделювання

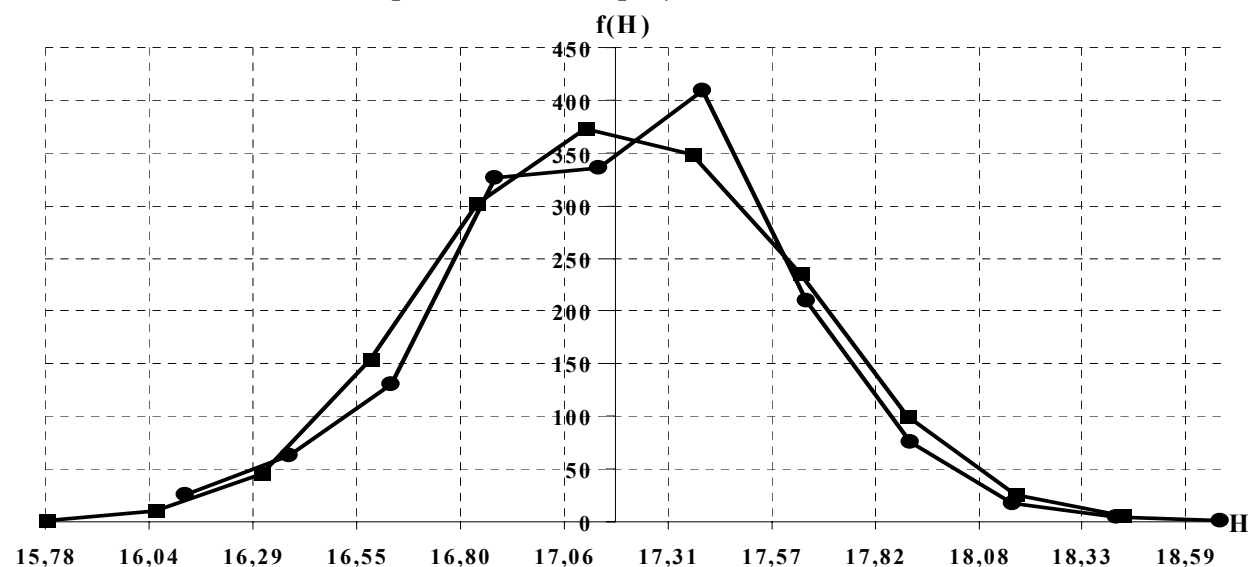


Рис. 3. Полігон розподілу товщини ДСП: —●— за результатами досліджень, виконаними на ВАТ "Кроно-Львів"; —■— за результатами імітаційного моделювання

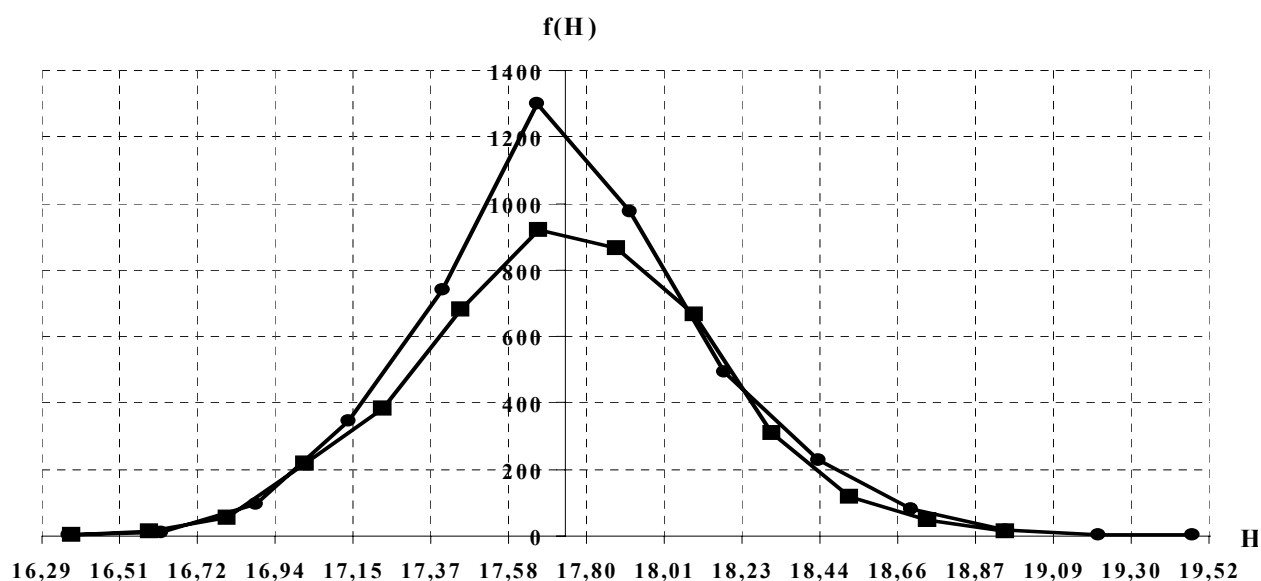


Рис. 4. Полігон розподілу товщини ДСП: —●— за результатами досліджень, виконаними на ВАТ "Костопільський ДОК"; —■— за результатами імітаційного моделювання

Табл. 1. Результати порівняльного статистичного аналізу товщини ДСП (СП "Інтерплит")

Найменування параметрів	Позначення	Значення	
		Експериментальні дані	Імітаційна модель
Кількість інтервалів	k	11	11
Максимальний елемент	H_{max}	18,325	18,201
Мінімальний елемент	H_{min}	16,475	16,256
Величина інтервалу	ΔH	0,168	0,177
Середнє значення вибірки	H_{cp}	17,2815	17,279
Дисперсія	S^2	0,0751	0,0807
Середньоквадратичне відхилення	S	0,2740	0,2840
Коефіцієнт варіації	V	1,59	1,64
Середньоквадратична похибка середнього значення	SH	0,0068	0,0071
Показник точності досліджу	P	0,040	0,041
Рівень значимості	α	0,010	0,010
Критерій Стюдента	t	2,579	2,579
Інтервал довіри для середнього значення:	mH_{min}	17,2639	17,2613
	mH_{max}	17,2992	17,2979

Табл. 2. Результати порівняльного статистичного аналізу товщини ДСП (ВАТ "Кроно-Львів")

Найменування параметрів	Позначення	Значення	
		Експериментальні дані	Імітаційна модель
Кількість інтервалів	k	11	11
Максимальний елемент	H_{max}	18,800	18,56499
Мінімальний елемент	H_{min}	16,000	15,65535
Величина інтервалу	ΔH	0,255	0,265
Середнє значення вибірки	H_{cp}	17,1894	17,1865
Дисперсія	S^2	0,1681	0,1807
Середньоквадратичне відхилення	S	0,4100	0,4250
Інтервал групування вибірки при $P=0,9973$:	$D -$	15,9594	15,9114
	$D +$	18,4194	18,4616
Коефіцієнт варіації	V	2,39	2,47
Середньоквадратична похибка середнього значення	SH	0,0102	0,0106
Показник точності досліджу	P	0,060	0,062
Рівень значимості	α	0,002	0,002
Критерій Стюдента	t	3,095	3,095
Інтервал довіри для середнього значення:	mH_{min}	17,1576	17,1537
	mH_{max}	17,2211	17,2194

Перевірку однорідності дисперсій проводили за F -критерієм Фішера. Розрахункове значення критерію Фішера розраховували за формулою:

$$F_{розр} = S_1^2 / S_2^2 \quad (S_1^2 > S_2^2),$$

де S_1^2 і S_2^2 – дисперсії вибірок, отриманих в результаті експериментальних досліджень та імітаційного моделювання.

Оскільки для всіх досліджуваних нами випадків справедливою є нерівність $F_{розр} < F_{табл}$ (табличне значення критерію Фішера вибирають згідно з рівнем значущості і кількістю степенем волі для двох вибірок), прийнята

гіпотеза про однорідність вибірових дисперсій, тобто можна вважати, що обидві вибірки взяті з однієї генеральної сукупності.

Табл. 3. Результати порівняльного статистичного аналізу товщини ДСП (ВАТ "Костопільський ДОК")

Найменування параметрів	Позначення	Значення	
		Експериментальні дані	Імітаційна модель
Кількість інтервалів	k	13	13
Максимальний елемент	H_{max}	19,600	19,06128
Мінімальний елемент	H_{min}	16,23333	16,26377
Величина інтервалу	ΔH	0,259	0,215
Середнє значення вибірки	H_{cp}	17,7387	17,7385
Дисперсія	S^2	0,1554	0,1602
Середньоквадратичне відхилення	S	0,3942	0,4003
Інтервал групування вибірки при $P=0,9973$:	$D -$	16,5562	16,5377
	$D +$	18,9212	18,9394
Коефіцієнт варіації	V	2,22	2,26
Середньоквадратична похибка середнього значення	SH	0,0060	0,0061
Показник точності досліджу	P	0,034	0,034
Рівень значимості	α	0,010	0,010
Критерій Стюдента	t	2,577	2,577
Інтервал довіри для середнього значення:	mH_{min}	17,7232	17,7228
	mH_{max}	17,7542	17,7543

Перевірку однорідності середніх проводили за t -критерієм Стюдента. Розрахункове значення критерію Стюдента розраховували за формулою:

$$t_{розр} = |\overline{H}_1 - \overline{H}_2| / \sqrt{(S_1^2 + S_2^2) / n}$$

де $\overline{H}_1$ – середнє значення товщини плити першої вибірки; $\overline{H}_2$ – середнє значення товщини плити другої вибірки; n – об'єм вибірок.

Для вибору табличного критерію Стюдента розраховували кількість ступеней волі:

$$f = n_1 + n_2 - 2.$$

Результати проведених обчислень показали, що для всіх вибірок виконується нерівність $t_{розр} < t_{табл.}$. Тому прийнята гіпотеза про однорідність середніх. На останньому етапі перевірки адекватності здійснювали тест Тюрінга, що дав змогу прийняти остаточне рішення.

Таким чином, у результаті комплексу перевірочних заходів, що полягали у послідовній перевірці відповідності концептуальної моделі реальній системі, модельної програми концепції і доступності правильних результатів нами прийняли рішення про адекватність імітаційної моделі.

Література

1. Кійко О.А. Дослідження процесу калібрування-шліфування деревостружкових плит методами імітаційного моделювання// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.3 – С. 103-107.
2. Кійко О.А. Оптимізація процесу калібрування деревостружкових плит жорсткими абразивними циліндрами// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2003, вип. 13.1. – С. 103-106.

3. Кійко О.А. Калібрування-шліфування деревностружкових плит жорсткими абразивними інструментами: Монографія. – Львів: Вид. дім "Панорама", 2004. – 235 с.

4. Кійко О.А. Ідентифікація розподілу товщини деревностружкової плити// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 2002, вип. 12.2. – С. 172-176.

УДК 661.21 *Аспір. Д.С. Баранович; проф. В.Т. Яворський, д-р техн. наук;
доц. З.О. Знак, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"*

ВПЛИВ ТИСКУ НА ОДЕРЖАННЯ ПОЛІМЕРНОЇ СІРКИ У ЗАКРИТІЙ СИСТЕМІ ВНАСЛІДОК КИСЛОТНОГО РОЗКЛАДУ НАТРІЮ ТІОСУЛЬФАТУ

Досліджено вплив початкового тиску у системі на процес кислотного розкладу натрію тіосульфату у закритій системі з утворенням полімерної сірки, вихід цільового продукту, основні його характеристики, якісний і кількісний склад газової і рідкої фаз. Уточнено механізм участі SO_2 у процесі одержання полімерної сірки у закритій системі.

*Doctorate D.S. Baranovych; Prof. V.T. Yavorskij;
doc. Z.O. Znak – NU "L'vivs'ka Politekhnik"*

Influence of pressure on reception of polymeric sulfur as a result of acid decomposition of sodium thiosulphate in the closed system

Influence of initial pressure in system on process of acid disintegration of sodium thiosulphate in the closed system with formation of polymeric sulfur, an output of a target product, its basic characteristics, qualitative and quantitative structure of gas and liquid phases is investigated. The mechanism of participation SO_2 during reception of polymeric sulfur in the closed system is refine.

Екологічна проблема, яка зумовлена накопиченням відходів на багатьох підприємствах, є однією з головних екологічних проблем сьогодення. На підприємствах накопичені величезні кількості відходів, котрі не утилізуються. Зокрема, на нафтопереробних, коксохімічних підприємствах накопичені відходи тіосульфатів, котрі можна використати як сировину для одержання такого цінного продукту, як полімерна сірка. Завдяки своїм специфічним властивостям полімерна модифікація сірки знайшла широке застосування в гумово-технічній промисловості як вулканізуючий агент.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одержання полімерної сірки із натрію тіосульфату досліджена недостатньо. Показано лише принципову можливість одержання полімерної сірки із натрію тіосульфату внаслідок кислотного розкладу натрію тіосульфату [1]. Чіткого механізму участі SO_2 у процесі кислотного розкладу натрію тіосульфату у закритій системі немає. Існують лише загальні теорії кислотного розкладу тіосульфатів [2].

Постановка проблеми. У роботах [1,3] авторами досліджено процес одержання полімерної модифікації сірки на модельних розчинах у відкритій реакційній системі.

Внаслідок кислотного розкладу $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ виділяється SO_2 , в результаті чого половина введеної у систему сірки з натрієм тіосульфатом виводиться зі сфери реакції. Тобто, крім втрати сірки, постає екологічна проблема і виникає потреба у складних очисних спорудах. Теоретично газова фаза могла би