

1. Використання, здебільшого, k -е моделі турбуленції на адресу якої останнім часом звучить безліч критичних зауважень.
2. Універсальність програмного забезпечення призводить до того, що особливості роботи циклона розглядаються неповною мірою.

Тому, на нашу думку, доцільно створити власний пакет прикладних програм, який врахував би специфіку геометрії та фізичних процесів, що відбуваються саме у циклонах та аналогічних апаратах. Теоретичні основи для створення такого програмного забезпечення закладено в монографії [3].

Література

1. **Пирумов А.И.** Аэродинамические основы инерционной сепарации / под ред. Н.Я. Фабриканта. – М. : Госстройиздат, 1961. – С. 13-19.
2. **Тисовский Л.О.** Математическое моделирование аэродинамических процессов в циклоне / Л.О. Тисовский, Л.М. Дорундяк, А.В. Ляшеник, Ю.Р. Дадак // Новейшие достижения в области импортозамещения в химической промышленности и производстве строительных материалов и перспективы их развития : матер. Междунар. научн.-техн. конф. – В 2-х ч. – Минск, 25-27 ноября 2009 г. – МН БГТУ, 2009. – Ч. 2. – С. 177-182.
3. **Лютий Є.М.** Циклони в деревообробній промисловості : монографія / Лютий Є.М., Тисовський Ю.Р., Дадак Ю.Р., Ляшеник А.В. – Львів : Вид-во "Український пасічник", 2009. – 148 с.
4. **Алиев Г.М.** Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов / Г.М. Алиев. – М. : Изд-во "Металлургия", 1986. – 63 с.
5. **Степанов Г.Ю.** Инерционные воздухоочистители / Г.Ю. Степанов, И.М. Зицер. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1988. – 96 с.
6. **SolidWorks.** Компьютерное моделирование в современной практике / Алямовский А.А., Собачкин А.А., Одинцов Е.В. и др. – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 800 с.

Дорундяк Л.М., Тисовский Л.О., Ляшеник А.В., Дадак Ю.Р. О некоторых математических подходах к моделированию движения воздушных потоков в циклоне

Сделан обзор известных теорий и подходов к моделированию движения воздушных потоков в циклонах и проанализированы их изъяны. Сформулированы требования к программному обеспечению моделирования работы циклона и очерчены пределы его применения.

Dorundyak L.M., Tysivskyj L.O., Lyashenyk A.V., Dadak Yu.R. Some methods of mathematical modeling air flow in cyclone

A review of known theories and approaches to modeling air flow in cyclones and analyzes their shortcomings. The requirements for the software simulation of the cyclone and outlined its scope.

УДК 674.8*674-423

Аспір. Л.І. Коваль¹ – НЛТУ України, м. Львів

ВІДХОДИ ВІД РОЗКРОЮ MDF – СИРОВИНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПОГОНАЖНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Наведено обсяги споживання, імпорту та експорту MDF в Україні та деяких країнах Європи, розроблено та подано класифікацію відходів, що утворюються у процесі розкрою MDF, проаналізовано типові карти розкрою MDF для виготовлення дверних накладок (полотен), і на підставі цього аналізу визначено залежність використання залишків розкрою від ширини профілю.

¹ Наук. керівник: доц. С.В. Гайда, канд. техн. наук – НЛТУ України, м. Львів

Ключові слова: обсяги споживання MDF, відходи розкрою MDF, класифікація відходів, відсоток використання відходів, залежність відсотка використання залишків від ширини профілю.

Актуальність дослідження. Деревоволокнисті плити середньої щільності (MDF – від англ. Medium Density Fiberboard) завдяки кращим фізико-механічним властивостям, ніж у ДСП, дедалі ширше застосовують як у меблевій, так і в будівельній промисловості, а обсяги їх виробництва і споживання постійно збільшуються (табл. 1). Особливо активно їх використовують для виготовлення фасадних елементів. Це пов'язано з тим, що цей матеріал добре піддається фрезеруванню.

Протягом 2004-2008 рр. в Україні та загалом в Європі спостерігалася позитивна динаміка збільшення кількості споживання MDF. Зменшення обсягів споживання цього матеріалу у 2009 р. пов'язане із глобальною фінансово-економічною кризою. Своєю чергою, збільшення обсягів використання MDF призводить до збільшення кількості відходів, які утворюються в процесі їх розкрою й які потрібно якимось чином утилізувати. Донедавна (кінець минулого століття) проблемі утилізації відходів деревооброблення не приділяли значної уваги, здебільшого їх вивозили на сміттєзвалище або просто спалювали. Нині на більшості деревообробних підприємств відходи виробництва використовують для обігрівання власних приміщень у холодну пору року і лише деякі переробляють їх на інші продукти (брикети, пелети тощо).

Оскільки відходи розкрою плитних матеріалів не придатні для перероблення на брикети чи пелети, то потрібно шукати інші варіанти їх утилізації. Одним із них може бути перероблення цих відходів на заготовки меншого розміру. Наприклад, із відходів розкрою MDF можна виготовляти заготовки для виробництва погонажних елементів. Такий підхід має не лише екологічне, а й економічне значення, адже це сприяє кращому використанню сировини та дає змогу отримувати грошові надходження від продукції, виготовленої із відходів.

Для впровадження вказаного варіанта використання відходів потрібно обґрунтувати його економічну доцільність (визначити відсоток використання відходів) та розробити технологічний процес виробництва.

Класифікація відходів розкрою MDF. Незважаючи на всі переваги над іншими плитними матеріалами, під час використання MDF також утворюються відходи в процесі розкрою. Кількість цих відходів залежить від розмірів заготовок та формату плити. Але загальноприйнято визначати не кількість відходів, а кількість одержаних заготовок. Параметр, який характеризує кількість одержаних заготовок в процесі розкрою плитного матеріалу, – це відсоток або коефіцієнт корисного виходу [3].

Під час розкрою MDF на розкрійному обладнанні з використанням круглих пилок утворюються відходи різної форми та розмірів. За формою одержані відходи можна поділити на такі групи: прямокутні; квадратні; інші геометричні фігури (трикутник, трапеція тощо). Відходи перших двох груп є найпоширенішими і утворюються за всіх схем розкрою. Їх найкраще використовувати для подальшого виробництва погонажних елементів. Це пов'язано з тим, що для подальшого використання їх досить просто розкроїти на заготовки (смуги) необхідної ширини.

Табл. 1. Обсяги виробництва, споживання, імпорту та експорту MDF [1, 2]

Країна	Виробництво, ×1000 м ³										Споживання, ×1000 м ³									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
Австрія	550	550	550	650	700	700	388	204	557	165	249	245								
Італія	1000	1100	1155	1155	965	800	920	1116	1145	1489	1246	1259								
Німеччина	3633	3800	3376	3736	3418	3418	1058	800	2743	3852	2103	2237								
Польща	1167	1506	1522	1726	1850	1750	844	1193	1453	1583	1758	1615								
Росія	338	446	624	1152	1171	1003	578	780	1081	1674	1183	1019								
Україна	–	–	–	–	–	–	61	140	172	182	182	182								
ЄС	11186	11901	11764	12394	12564	11008	7541	7674	10832	11521	12774	9667								
Європа загалом	12372	13772	13903	14694	14768	13534	8721	9743	13016	13770	14945	12017								
США	3556	3682	3896	3344	3021	2958	5050	4940	4997	4131	3390	4234								
Країна	Імпорт, ×1000 м ³ ×1000 USD										Експорт, ×1000 м ³ ×1000 USD									
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2004	2005	2006	2007	2008	2009		
Австрія	58	76	68	92	77	79	220	422	61	577	528	534								
	22451	24379	26351	57090	59657	48624	72060	276689	42605	415523	415557	375152								
Італія	326	276	261	845	672	771	406	260	271	511	391	312								
	91840	57198	78798	191353	175397	189884	101239	83653	78999	118210	120674	91550								
Німеччина	602	600	291	844	362	294	3177	3600	923	3252	1677	1476								
	111175	105576	107744	264868	250310	176808	1550439	1621572	316436	825760	972047	783265								
Польща	205	200	251	303	320	174	528	514	320	447	467	308								
	56960	58360	81456	132216	148547	73799	163286	179656	183476	230126	205201	122429								
Росія	320	424	597	676	205	193	80	90	140	154	193	177								
	91709	126870	155512	212503	179752	91748	8971	15540	54396	91510	86422	65124								
Україна	170	186	217	191	191	191	109	47	45	9	9	9								
	10272	14437	21228	40826	40826	40826	3121	2584	2651	2333	2333	2333								
ЄС	3851	4114	4594	5788	8821	4930	7496	8341	5526	6662	8610	6271								
	988436	1089945	1369484	2117572	2903381	1883301	2641911	312767	1786681	2786643	3495199	3406828								
Європа загалом	4352	4784	5184	6519	9426	5493	8003	8813	6071	7444	9249	7010								
	1121396	1280944	1535712	2422266	3214673	2151889	2823041	3294134	1981091	3123255	3900379	3406828								
США	1705	1510	1408	1140	821	839	211	252	307	353	452	355								
	435932	426589	418518	442776	450241	459949	62792	76871	89823	97548	127424	100198								

Відходи третьої групи – інші геометричні фігури – утворюються під час використання у меблевих виробках деталей непрямокутної форми. Їх отримують у процесі дорозкрою одержаних внаслідок розкрою плитного матеріалу заготовок прямокутної чи квадратної форми.

Процес використання таких відходів для подальшого виробництва погонажних елементів ускладнюється необхідністю їх раціонального розкрою і торцювання з метою формування прямого кута між поздовжньою і поперечною крайками. Для оптимального розкрою відходів такої форми потрібно складати міні-карти розкрою, що підвищуватиме відсоток використання відходів розкрою.

Під час серійного виробництва усі відходи третьої групи можна поділити на декілька типорозмірів, кількість яких, зазвичай, невелика. Якщо в процесі розкрою такі відходи були посортовані за типорозмірами, то їх розкрій не становитиме жодних труднощів: достатньо лише взяти стопу із одним типорозміром відходів і розкроїти її за потрібною міні-картою розкрою.

Ще одним типом відходів MDF, який можна використовувати для виробництва погонажних елементів, є відходи, утворені внаслідок "художнього" фрезерування заготовок, тобто виробництва вітражних фасадів й дверей або нестинового розкрою плит. Облікувати кількість таких відходів під час індивідуального і малосерійного виробництва дуже важко. Набагато простіше це робити під час серійного виробництва. Ці відходи можуть мати яку завгодно криволінійну форму, а тому їх застосування для виробництва погонажних елементів спричиняє певні труднощі. Для раціонального розкрою таких відходів також потрібно використовувати міні-карти розкрою.

Особливість розкрою таких відходів полягає в тому, що на відміну від відходів третьої групи, в яких за базову можна взяти будь-яку крайку, тут перші стадії розкрою в багатьох випадках потрібно здійснювати без базової крайки: її формують під час першого пропилю.

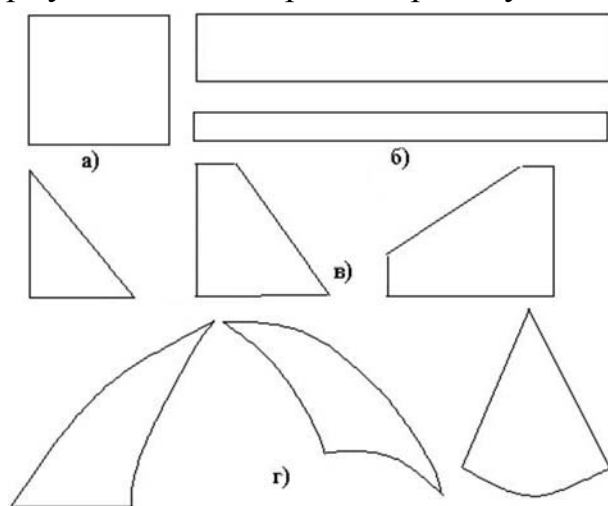


Рис. 1. Види форми відходів MDF, які можна використовувати для виробництва погонажних елементів

а), б), в) – види форм відходів, утворених внаслідок розкрою плитного матеріалу на заготовки:
а) – квадратна;
б) – прямокутна;
в) – інші форми);
г) – відходи, утворені внаслідок фрезерування пластей заготовок ("художнє" оброблення)

Визначення відсотка використання відходів розкрою. Для визначення відсотка використання відходів та його залежності від ширини заготовок (профілю) складаємо 10 карт розкрою MDF на дверні полотна типових розмірів. Формат листа MDF – 2060×2620 мм. Оскільки підприємства, на підставі даних яких сформовано типові розміри дверних полотен, виготовляють ще й погонаж довжиною 2300 і шириною 80 мм (дверна лиштва), то під час складання карт розкрою враховуємо і його.

Для складання карт розкрою використовуємо ЕОМ, а саме: програму "Sawyer", яка входить до програмного забезпечення для конструювання корпусних меблевих виробів "Woody 2.0". Середній відсоток корисного виходу заготовок отриманих карт розкрою – 84,1 %.

Аналізуючи розміри утворених відходів, шляхом складання міні-карт розкрою визначаємо вихід погонажу із залишків розкрою для п'яти основних ширин погонажних елементів. Одержані внаслідок такого аналізу результати заносимо в табл. 2.

Табл. 2. Вихід погонажу із залишків розкрою

№ карти розкрою	Профіль № 1 (80 мм)		Профіль № 2 (66 мм)		Профіль № 3 (50 мм)		Профіль № 4 (40 мм)		Профіль № 5 (30 мм)	
	% пл.	м.п	% пл.	м.п	% пл.	м.п	% пл.	м.п	% пл.	м.п
1	0	0	1,13	0,93	1,64	1,775	1,31	1,775	1,50	2,705
2	3,03	2,055	5,00	4,11	3,79	4,11	4,55	6,165	5,44	9,84
3	6,06	4,11	9,44	7,755	7,15	7,755	7,24	9,81	8,58	15,51
4	6,06	4,11	9,41	7,735	9,03	9,79	8,74	11,845	9,69	17,525
5	16,16	10,955	19,22	15,795	18,35	19,905	17,71	24,015	17,86	32,285
6	10,05	6,815	9,30	7,645	9,63	10,45	9,08	12,305	10,29	18,61
7	13,08	8,865	12,23	10,05	12,81	13,89	12,42	16,845	12,59	22,755
8	14,23	9,65	14,24	11,7	14,29	15,5	15,93	21,6	16,32	29,5
9	14,09	9,55	19,00	15,61	18,13	19,67	17,28	23,43	17,44	31,52
10	13,88	9,41	16,74	13,755	16,83	18,26	15,87	21,52	16,80	30,37
Сер. знач.	9,66	–	11,57	–	11,17	–	11,01	–	11,65	–
Всього	–	65,52	–	95,085	–	121,105	–	149,31	–	210,62

З даних табл. 2 видно, що використання відходів для виробництва погонажних елементів збільшує корисний вихід під час розкрою на 9-12 %. При цьому, чим менша ширина заготовок для виробництва погонажних елементів, тим більший загальний коефіцієнт корисного виходу (табл. 3).

Табл. 3. Відсоток корисного виходу з урахуванням заготовок для виробництва погонажу

№ карти розкрою	% кор. вих. при розкрої плит	Профіль № 1 (80 мм)	Профіль № 2 (66 мм)	Профіль № 3 (50 мм)	Профіль № 4 (40 мм)	Профіль № 5 (30 мм)
1	95,3	95,30	96,43	96,94	96,61	96,80
2	91,2	94,23	96,20	94,99	95,75	96,64
3	87,9	93,96	97,34	95,05	95,14	96,48
4	86,6	92,66	96,01	95,63	95,34	96,29
5	77,2	93,36	96,42	95,55	94,91	95,06
6	85,2	95,25	94,50	94,83	94,28	95,49
7	82,2	95,28	94,43	95,01	94,62	94,79
8	79,1	93,33	93,34	93,39	95,03	95,42
9	77,6	91,69	96,60	95,73	94,88	95,04
10	78,7	92,58	95,44	95,53	94,57	95,50
Сер. знач.	84,1	93,76	95,67	95,27	95,11	95,75

Відсоток використання залишків розкрою визначаємо шляхом ділення площі одержаних із них заготовок на їх загальну площу залишків:

$$\%_{\text{в.з}} = \frac{S_{\text{з.з}}}{S_{\text{з}}} \cdot 100, \% \quad (1)$$

де: $S_{\text{з.з}}$ – площа одержаних із залишків розкрою заготовок, м^2 ; $S_{\text{з}}$ – загальна площа залишків, м^2 ; $\%_{\text{в.з}}$ – відсоток використання залишків.

Результати розрахунку наведено в табл. 4.

Табл. 4. Відсоток використання залишків розкрою

№ карти розкрою	Кор. вих., %	Залишки, %	Відсоток використання залишків				
			Профіль № 1	Профіль № 2	Профіль № 3	Профіль № 4	Профіль № 5
1	95,3	4,7	0,00	24,08	34,82	27,85	31,84
2	91,2	8,8	34,45	56,84	43,06	51,67	61,85
3	87,9	12,1	50,10	78,00	59,09	59,80	70,90
4	86,6	13,4	45,24	70,25	67,36	65,20	72,34
5	77,2	22,8	70,88	84,31	80,49	77,68	78,33
6	85,2	14,8	67,92	62,86	65,10	61,32	69,56
7	82,2	17,8	73,46	68,71	71,94	69,80	70,71
8	79,1	20,9	68,11	68,13	68,37	76,22	78,08
9	77,6	22,4	62,89	84,81	80,96	77,15	77,84
10	78,7	21,3	65,17	78,59	79,04	74,52	78,87
Сер. знач.	84,1	15,9	53,82	67,66	65,02	64,12	69,03

На підставі результатів, наведених у табл. 4, будуємо графік залежності відсотка використання залишків від ширини профілю (рис. 2).

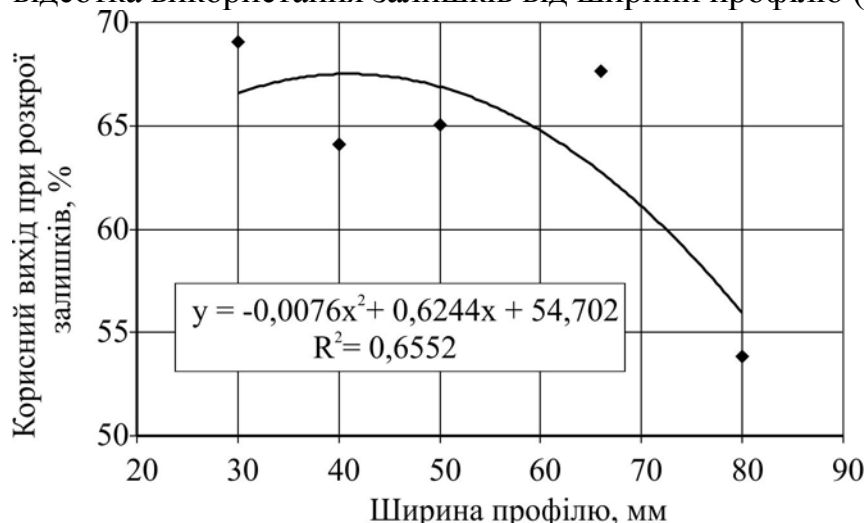


Рис. 2. Залежність відсотка використання залишків від ширини профілю

Як видно із графіка, зменшення ширини профілю збільшує відсоток використання залишків, але лише до певної межі. У цьому випадку такою межею є профіль шириною 40 мм. Подальше зменшення ширини профілю спричиняє незначне зменшення відсотка використання відходів. Таке явище пов'язане зі збільшенням втрат матеріалу на додаткові пропили.

Висновок. Встановлено, що:

- частка залишків у процесі виробництва дверних полотен із MDF сягає 20 %. Це за умови супутнього виробництва лиштви довжиною 2300 мм і шириною 80 мм. Якщо такого супутнього виробництва немає, то кількість залишків може сягати 35-40 %;

- використання залишків для виробництва погонажних елементів збільшує коефіцієнт корисного виходу під час розкрою до 12 %;
- відсоток використання залишків залежить від ширини профілю й становить 50-70 %, хоча в деяких випадках може перевищувати 85 %.

Література

1. **Koval L.** Wastes will cut out MDF as raw material for production of linear elements // Лісове господарство, лісова, паперова та деревообробна промисловість : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2009. – Вип. 35. – С. 101-106.
2. **Forest Products Statistics, 2005-2009.** – Geneva : UNECE/FAO. – July 2010. – 120 p.
3. **Грицюк Ю.І.** Оптимізація розкрою ДСтП на меблеві заготовки : дис. ... канд. техн. наук. – Львів 1994. – 195 с.
4. **Практическое руководство по деревообработке** / Составитель И.М. Фридман. – СПб. : Изд-во "Политехника". – 2000. – 543 с.
5. **ТУУ 36.1-32490658-001.** Погонаж із деревоволокнистих плит середньої щільності (MDF). – К. : Фабрика "Суперпрофіль". – 2003.
6. **Артемчик В.В.** Методичний посібник по курсовому і дипломному проектуванню (для студентів спеціальностей 2602, 1720, 0519 д): Вказівки по розрахунку норм витрат матеріалів у виробництві виробів з деревини / В.В. Артемчик, І.М. Заяць. – Львів : Вид-во ЛЛТІ, 1990. – 67 с.
7. **Гайда С.В.** Розроблення класифікатора вживаної деревини / С.В. Гайда, В.М. Максимів, Т.Ю. Туниця // Лісове господарство, лісова, паперова та деревообробна промисловість : міжвід. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во НЛТУ України. – 2008. – Вип. 34. – С. 55-68.

Коваль Л.И. Отходы от раскроя MDF – сырье для производства погонажных элементов

Приведены объемы потребления, импорта и экспорта MDF в Украине и некоторых странах Европы, разработана и подана классификация отходов, которые образуются в процессе раскроя MDF, проанализированы типичные карты раскроя MDF для производства дверных накладок (полотен), и на основании этого анализа определенно зависимость использования остатков раскроя от ширины профиля.

Ключевые слова: объемы потребления MDF, отходы раскроя MDF, классификация отходов, процент использования отходов, зависимость процента использования остатков от ширины профиля.

Koval L.I. MDF offcuts as raw material for production of linear elements

The volumes of consumption, import and export of MDF are resulted in Ukraine and some countries of Europe, classification of offcuts which appear in a process MDF offcuts is developed and given, typical maps are analysed will cut out MDF for the production of door protective straps (linens), and on the basis of this analysis certainly will cut out dependence of the use of tailings from the width of type.

Keywords: will cut out the volumes of consumption of MDF, MDF offcuts, classification of offcuts, percent of utilization of wastes, dependence of percent of the use of tailings from the width of type.

УДК 739.1+68.4

Ст. викл. Г.М. Ланіцька;
ст. викл. Г.М. Чайковська – НЛТУ України, м. Львів

ХУДОЖНЄ КУВАННЯ ТА ЙОГО ЗАСТОСУВАННЯ У МЕБЛЕВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Розглянуто історію розвитку ковальського ремесла, проаналізовано використання художнього кування у виробництві сучасних меблів, визначено основні тенденції їх розвитку.

Ключові слова: ковальське ремесло, кування, ковані садові меблі, металеві меблі.