

3. Яцюк А.І. Новый способ механической обработки древесины. – Львов.: Вища шк., 1975. – 253 с.
4. Бугаенко Я.П. Разработка рецептуры абразивного инструмента и оптимальных режимов. Шлифование паркетных изделий из древесины/ Автореф. дис. канд. наук. – Львов, 1984. – 20 с.
5. Бирюченко Н.В. Разработка абразивных кругов и оптимальных режимов калибрования-шлифования деталей музыкальных инструментов из древесины клена/ Автореф. дис. канд. наук. – Львов, 1985. – 23 с.
6. Гончар И.Н. Повышение эффективности абразивной обработки материалов скользящей поверхности лыж/ Автореф. дис. канд. наук. – Львов, 1988.-21 с.
7. Заяць І.М. Обробка деревини і деревних матеріалів абразивами. – Львів: Атлас, 2001. – 219 с.
8. Палинский В.И., Новоселов Ю.А. Определение теплового поля при многопроходном шлифовании твердых сплавов// Вестник машиностроения, 1963, № 11. – С. 46-51.

УДК 513.8

Доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – НЛТУ України

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ ДОПУСТИМИХ КАРТ РОЗКРОЮ ТОРЦЕВОЇ ТА ОСНОВНОЇ ЧАСТИН ПЛИТИ НА ЗАГОТОВКИ З ВВЕДЕННЯМ ДО НИХ КОМБІНОВАНИХ ЗАГОТОВОК

Розроблено методику моделювання всіх допустимих карт розкрою усієї плити чи її торцевої та основної частин на заготовки з введенням до карт комбінованих заготовок. Запропонована методика враховує обмеження на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин, дотримується вимога щодо застосування вкладених карт розкрою. Розроблено відповідну математичну модель, в яку входять математичне формулювання, алгоритм розв'язання і програмне забезпечення з використанням технології структурного програмування.

Doc. Yu.I. Gryciuk – NUFWT of Ukraine

Technique for forming of permissible charts for cutting the face-plate and basic parts of slab into blanks introducing combined blanks

The technique is developed for modeling all permissible cutting charts for the whole slab or its face-plate and basic parts into blanks with introduction to charts the combined blanks. The offered technique takes into account the limitations on repetition of blanks of small lengths and bars of small widths, the requirement is observed on application of the embedded cutting charts. The proper mathematical model was elaborated that includes the mathematical target setting, the solution algorithm and the software based on a structured programming technology.

Постановка завдання

Характерною особливістю технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів (ПДМ) на заготовки з використанням спеціалізованого обладнання [2, 3] за картами з суцільними позовжніми й індивідуальними поперечними пропилами (СПП/ПП) є те, що спочатку від закладки плит позовжніми пропилами відрізаються смуги, а потім кожна зі смуг окремо розрізається поперечними пропилами на заготовки чи готові деталі. Якщо це передбачено процесом виготовлення меблевих заготовок, то може здійснюватися додатковий розкрій залишків смуг на заготовки менших розмірів (див. [1], рис. 2.12). Необхідно зазначити, що під час формування карт розкрою плит

на заготовки з СПЙПП, якщо і появляються залишки ширини плити, однак вони є не придатними для розміщування на їхньому місці ще інших заготовок, позаяк вужчих заготовок від ширин отриманих залишків плити вже не існує. Тому, у цій роботі буде розглянуто тільки залишки довжин смуг, на місці яких ще можна розмістити комбіновані заготовки.

Серед декількох випадків отримання залишків смуг (див. [1], розд. 2.3) є тільки два з них, придатних для введення до них комбінованих заготовок під час формування карт розкрою плит на заготовки з СПЙПП (рис. 1). У першому випадку залишки смуг утворюються в кінці окремих широких смуг, після їх доповнення основними та допоміжними заготовками, які мають великі довжини. Такі залишки смуг можуть заповнюватися додатковими смугами менших ширин, а вони – заготовками менших довжин (рис. 1: а, б, г). У випадку поєднання в карті розкрою однотипних чи однорідних смуг, заповнених основними і допоміжними заготовками малих ширин і великих довжин, то у загальному залишку можна додатково розмістити заготовки як з більших, так і з менших ширин смуг (рис. 1, в).

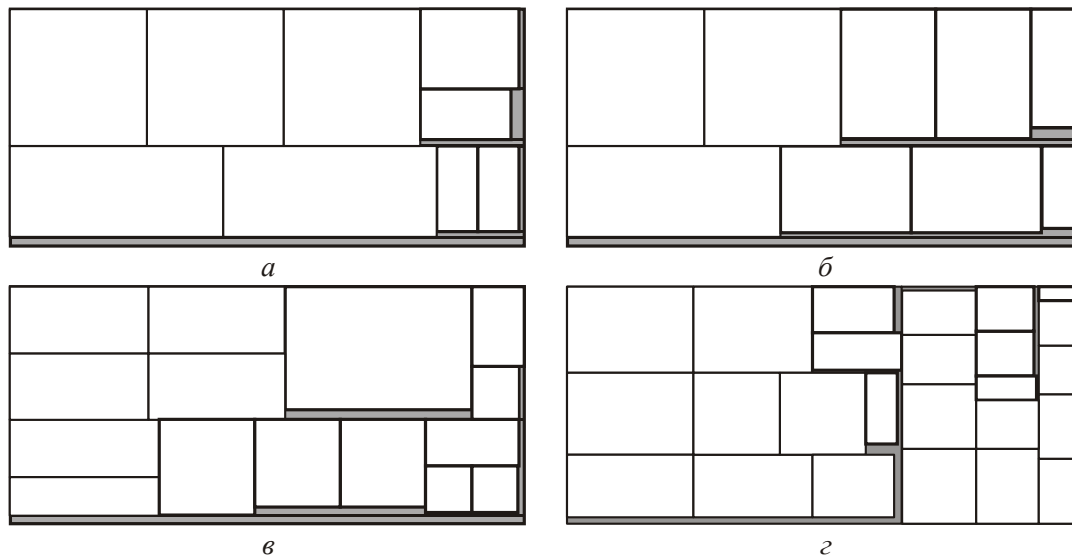


Рис. 1. Випадки введення до карт розкрою комбінованих заготовок: а, б, г – у залишки окремих смуг; в – у залишки декількох однотипних чи однорідних смуг

У розд. 2.3 [1] наведено низку основних причин, які спонукають до використання комбінованих заготовок під час формування карт розкрою, а також розроблено основні принципи їх формування. Зокрема, комбіновані заготовки пропонується вводити на однакових або обмежених правах у специфікацію нормалізованих розмірів заготовок із подальшим їх використанням під час формування карт розкрою для усієї плити, торцевої чи основної її частини. Нагадаємо, що під обмеженими правами розуміють одно- чи дворазову їх повторюваність у процесі розміщування вздовж смуг. Окрім того, передбачалося для формування комбінованих заготовок використовувати способи одно-, дво- і багатовимірного розміщування прямокутних об'єктів (ПО) у межах абстрактної частини прямокутної площини (АЧПП).

Тому, виходячи із зазначеного вище, *стосовно змістовної постановки задачі*, то **метою цієї роботи** є розроблення методики формування всіх допустимих карт розкрою ПДМ на меблеві заготовки з СПЙПП і з дотриманням вимоги щодо введення до них комбінованих заготовок.

1. Особливості методики розв'язання задачі

Основні особливості методики розв'язання зазначеної вище постановки задачі розглянемо на конкретних прикладах у наростаючому порядку складності вирішуваних завдань. Це означає, що спочатку розглянемо деякі випадки формування допустимих карт розкрою усієї плити на заготовки з СПйПП, а потім – карт розкрою торцевої та основної частин плити на заготовки з СПйПП для кожної з частин. У процесі формування карт розкрою має дотримуватися також вимога щодо використання максимальної ширини торцевої частини (МШТЧ) плити, враховуватися обмеження на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин. Окрім того, у кожному з цих випадків будемо дотримуватися вимоги щодо формування різних комбінованих заготовок як зі суцільними поздовжньо-поперечними пропилами (СП-ПП), так і з СПйПП.

Особливості процесу формування допустимих карт розкрою ПДМ на меблевій заготовці з СПйПП, а також з врахуванням обмежень на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин спочатку продемонструємо у змістовній постановці задачі, а вже потім – у постановці формальній.

Приклад 1. Нехай задано ПДМ довжиною 3500 мм і шириною 1750 мм. Задано смуги ширинами 825, 405 і 105 мм, у 1-й з яких заготовка має довжину 1305 мм, у 2-й смузі заготовки мають такі довжини: 1305, 505 і 155 мм, а у 3-й смузі – такі довжини: 505 і 155 мм. Завдання полягає у тому, щоби, використавши комбіновані заготовки і застосувавши вкладені карти, сформувати усі допустимі карти розкрою плит на заготовки з СПйПП. За критерій ефективності будь-якої карти розкрою потрібно прийняти максимальну інтенсивність заповнення заготовками усієї плити.

Оскільки в умові задачі нічого не сказано про можливість повертання заготовок під час формування допустимих карт розкрою, то їх довжини мають бути паралельними довжині ПДМ. Проаналізувавши вхідні дані, бачимо, що остання смуга має малу ширину. У 1-й смузі знаходиться тільки одна заготовка великих розмірів, а у кожній з наступних смуг є по одній вузькій заготовці. Це означає, що карти розкрою необхідно формувати з врахуванням обмежень на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин. Таким чином, із врахуванням вимог умови задачі та з дотриманням зазначеної вище домовленості якраз і будемо формувати усі допустимі карти розкрою плит на заготовки з використанням таких вхідних даних:

$$\begin{aligned} D^n &= 3500; & m^c &= 3; & N^c &= \begin{Bmatrix} 1 \\ 3 \\ 2 \end{Bmatrix}; & \overline{III}^c &= \begin{Bmatrix} 825 \\ 405 \\ 105 \end{Bmatrix}; & \overline{D}^c &= \begin{Bmatrix} 1305 & 0 & 0 \\ 1305 & 505 & 155 \\ 0 & 505 & 155 \end{Bmatrix}. \\ III^n &= 1750; \end{aligned}$$

Для зручності виконання відповідних обчислень підготуємо табл. 1, у якій для розміщування широких смуг по ширині плити, а на отриманих залишках ширини плити – розміщування вузьких смуг, для розкладання широких і вузьких смуг одна під одною, для розміщування довгих заготовок вздовж кожної з розкладених смуг, а на отриманих залишках довжин смуг – розміщування коротких заготовок застосуємо основні (базові) послідовності дій [1].

Отож, під час формування поточної u -ої карти розкрою ПДМ на заготовки з СПйПП, а також з врахуванням обмежень на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин за основу беруться усі базові етапи розв'язування задачі, однак тут необхідно ввести ще такі зміни і доповнення. Зокрема, внаслідок розміщення 1-ої широкої смуги і останньої вузької смуги по ширині плити утворюється, наприклад, $u=3$ -а карта розкрою ПДМ на заготовки з СПйПП (див. табл. 1, рис. 2, карта №3; 0). Проте, через великі розміри 1-ої заготовки, ця карта розкрою має надто мале значення ефективності використання розкроюваного матеріалу (всього 75.25 %). Тому доцільно в залишки 1-ої та 2-ої смуг чи в загальний залишок плити після цих смуг помістити ще деякі інші заготовки і, тим самим, дещо збільшити значення інтенсивності заповнення заготовками усієї плити. У даному прикладі розглянемо випадок заповнення заготовками загального залишку плити (рис. 2, карта № 3; 0). Для цього необхідно виконати ще таку додаткову послідовність дій.

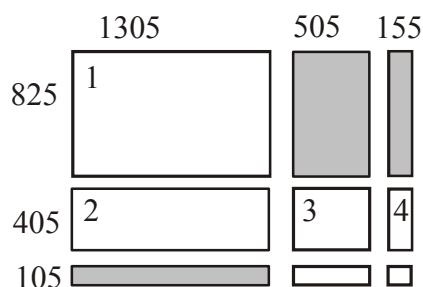
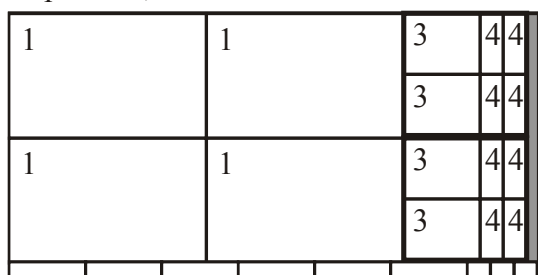
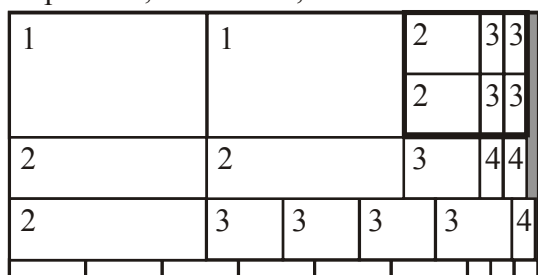
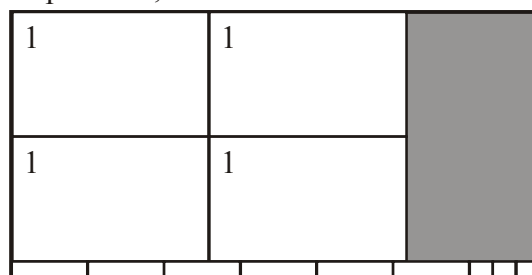
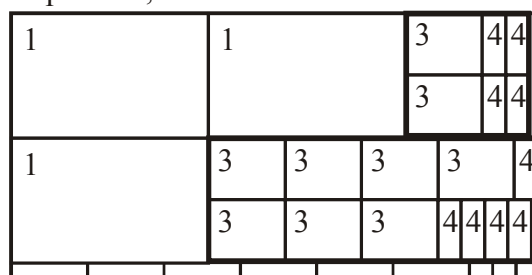
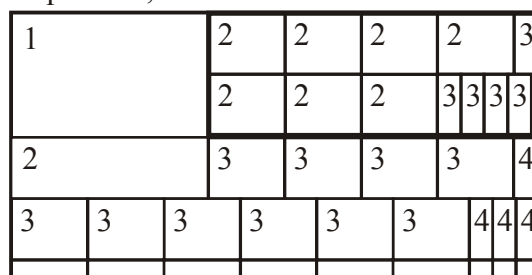

 Карта №3; 1. $K_z=96.15\%$

 Карта №5; 23. $K_z=96.62\%$

 Карта № 3; 0. $K_z=75.25\%$

 Карта №3; 15. $K_z=96.05\%$

 Карта №5; 86. $K_z=95.85\%$


Рис. 2. Карти розкрою ПДМ на меблеві заготовки з СПйПП, а також з використанням комбінованих заготовок і застосуванням вкладених карт розкрою (розміри ПДМ: 3500×1750 мм; площа плити: 6.125 м²)

Насамперед, потрібно обчислити робоче значення довжини залишку

$u=1$ -ої основної смуги: $d_{1,роб}^{зал} = D^n - \sum_{j=1}^{m_{ij}^{uv}} d_{1ij}^{uv} \cdot p_{1ij}^{uv}$, де $i = u$. Оскільки дві смуги є

однорідними, то робоче значення довжини залишку 2-ої смуги є аналогічним. Робочі значення ширин залишків смуг будуть дорівнювати ширинам смуг.

Після цього, маючи робочі розміри залишків смуг, можна приступати до процесу формування комбінованих заготовок, наприклад, з СП-ПП, а також до їх відбору із утвореної множини (способи і критерії відбору наведено в розд. 2.3 [1]). У нашому випадку їх буде сформовано декілька, але з СП-ПП інтерес представляє тільки одна (див. табл. 1, рис. 2, карта №3; 1). З використанням цієї комбінованої заготовки ефективність використання розкроюваного матеріалу зросте з 75.25 % до 96.15 %.

Отримана карта розкрою №3;1 з введеними до неї двома комбінованими заготовками (виділені товстішою лінією) є не чим іншим, як додатковим розкромом залишків смуг. Однак, часто можуть траплятися ситуації, коли у процесі розрахунку плану розкрою, зокрема під час врахування обмеження на задані кількості заготовок, на якомусь етапі моделювання карт розкрою може виникнути потреба у використанні 1-ої заготовки у кількості не 4 шт., а тільки 3 шт. У цьому випадку, якщо за основу прийняти карту під №3; 0, то залишок 2-ої широкої смуги збільшиться на довжину цієї широкої заготовки. Тепер, визначивши робочі розміри залишку цієї смуги, можна приступати до процесу формування комбінованих заготовок з СПйПП, використовуючи розглянуту вище методику виконання послідовності дій. У нашому випадку їх буде сформовано також декілька, але, наприклад, з СПйПП інтерес представляє тільки одна (див. табл. 1, рис. 2, карта №3; 15) з високою ефективністю використання плити (96,05 %).

Наведена карта розкрою №3; 15 з введеною до неї комбінованою заготовкою на звільнену ділянку 2-ої смуги (виділена товстішою лінією) є не чим іншим, як вкладеною картою розкрою. Зрозуміло, таких додаткових ділянок плити (тобто АЧПП) на карті розкрою може бути не одна, а декілька. Тому під час формування будь-якої поточної карти розкрою ПДМ на заготовки з СПйПП необхідно аналізувати усі залишки смуг на можливість заповнення їх ще заготовками менших розмірів. У випадку придатності того чи іншого залишку плити, будь-якої додаткової АЧПП обчислюються робочі розміри, запам'ятовуються координати їх місцезнаходження на карті розкрою і орієнтація смуг (якщо це впливає на текстуру поверхонь заготовок), а потім формуються та відбираються із утвореної множини комбіновані заготовки, придатні для виконання подальших розрахунків. Для довільної поточної карти розкрою будь-яка зміна варіанта комбінованої заготовки утворює таку карту розкрою для усієї плити.

Зрозуміло, що розглянута вище послідовність дій повністю використана для розв'язування задачі з прикл. 1, фрагменти результатів програмного розрахунку яких показано у табл. 1, а графічне представлення деяких з них – на рис. 2. Необхідно також зазначити, що у процесі розв'язання даної задачі враховуються обмеження на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин.

Таким чином, із дотриманням розглянутої вище основної та додаткової послідовностей дій можна згенерувати усі допустимі варіанти розміщення широких і вузьких смуг $\mathbf{m}_{di}$ ($i = \overline{1, m_d}$; $d = \overline{1, D}$) по ширині усієї ПП чи ширині d -ої додаткової АЧПП розміром $\mathbf{m}_d^0 \pm \Delta \mathbf{m}_d^0$ ($d = \overline{1, D + D'}$) і заготовок вели-

ких і малих довжин d_{dij} ($j = \overline{1, n_{di}}$; $i = \overline{1, m_d}$; $d = \overline{1, D}$) вздовж розкладених смуг чи вздовж d -ої додаткової АЧПП, кожна з яких має довжину d_d^{∂} ($d = \overline{1, D+1, D'}$), де D' – кількість додаткових АЧПП.

Табл. 1 (фрагмент). Параметри карт розкрою ПДМ на меблеві заготовки з СПйПП, а також з використанням комбінованих заготовок і застосуванням вкладених карт розкрою (розміри ПДМ: 3500×1750 мм; площа плити: 6.125 м²)

№ карти	Характеристика смуг		Повторюваність заготовок довжиною			Заповнення смуг заготовками довжиною				Залишок смуги	Відходи, м ² Kz
	ш _i	у _i	1305	505	155	1305	505	155	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сформована карта розкрою											
3; 0	820	1	2	0	0	2610	0	0	2610	890	1,5160
	820	1	2	0	0	2610	0	0	2610	890	
	100	1	0	6	3	0	3030	465	3495	5	0,7525
Використання комбінованих заготовок											
3; 1	820	1	2	0	0	2610	0	0	2610	890	0,2360
	820	1	2	0	0	2610	0	0	2610	890	
	100	1	0	6	3	0	3030	465	3495	5	
	Розміри залишку смуги: 890×825 мм										
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	
	Розміри залишку смуги: 890×825 мм										
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	0,9615
	Використання комбінованих заготовок і застосування вкладених карт розкрою										
3; 15	820	1	2	0	0	2610	0	0	2610	890	0,2420
	820	1	1	0	0	1305	0	0	1305	2195	
	100	1	0	6	3	0	3030	465	3495	5	
	Розміри залишку смуги: 890×825 мм										
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	
	Розміри залишку смуги: 2195×825 мм										
	400	1	0	4	1	0	2020	155	2175	20	
400	1	0	3	4	0	1515	620	2135	60	0,9605	
Використання комбінованих заготовок											
5; 23	820	1	2	0	0	2610	0	0	2610	890	0,2680
	400	1	2	1	2	2610	505	310	3425	75	
	400	1	1	4	1	1305	2020	155	3480	20	
	100	1	0	6	3	0	3030	465	3495	5	
	Розміри залишку смуги: 890×825 мм										
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	
	400	1	0	1	2	0	505	310	815	75	0,9562
Використання комбінованих заготовок і застосування вкладених карт розкрою											
5; 86	820	1	1	0	0	1305	0	0	1305	2195	0,2540
	400	1	1	4	1	1305	2020	155	3480	20	
	400	1	0	6	3	0	3030	465	3495	5	
	100	1	0	6	3	0	3030	465	3495	5	
	Розміри залишку смуги: 2195×825 мм										
	400	1	0	4	1	0	2020	155	2175	20	
	400	1	0	3	4	0	1515	620	2135	60	0,9585

У загальному випадку методика формування всіх допустимих карт розкрою ПДМ на заготовки з СПйПП, а також з врахуванням обмежень на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин, і з дотриманням вимоги щодо введення до карт розкрою комбінованих заготовок передбачає, окрім основної послідовності дій, виконання ще таких додаткових дій: проведення аналізу кожного залишку смуги чи утвореної **d**-ої додаткової АЧПП на можливість заповнення її/його ще заготовками менших розмірів; визначення робочих розмірів і координат місцезнаходження кожної додаткової АЧПП; формування для кожної додаткової АЧПП відповідної множини комбінованих заготовок з СП-ПП чи з СПйПП та відбирання їх потрібної кількості для подальших розрахунків; введення на місця додаткових АЧПП придатних комбінованих заготовок; обчислення значення інтенсивності заповнення заготовками усієї плити.

Розглянутий підхід стосовно процесу формування всіх допустимих неоднакових карт розкрою ПДМ на меблеві заготовки з СПйПП назвемо *способом цілеспрямованого РП-ОБР ПО у межах усієї ПП чи d-ої додаткової АЧПП з комбінацією багатьох "сіток"*. Враховуються також обмеження на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин, дотримується вимога щодо введення до карт розкрою комбінованих заготовок. Основна особливість цього способу полягає у тому, що серед усіх сформованих за допомогою нього карт розкрою плит на заготовки ніколи не трапляється однакових.

Послідовність дій запропонованої вище методики спробуємо застосувати для розв'язання аналогічної задачі, але дещо з іншими числовими даними і у формальній її постановці.

Приклад 2. Нехай задано ПП довжиною 3500 мм і шириною 1750 мм. Задано смуги ширинами 655, 405, 235 і 105 мм. У 1-й смузі знаходиться тільки один ПО довжиною 1305 мм; у 2-й смузі довжини ПО мають такі розміри: 1105 і 505 мм; у 3-й смузі – такі розміри: 505, 375 і 155 мм; у 4-й смузі – такі розміри: 1105, 375 і 125 мм. Завдання полягає у тому, щоби, використавши комбіновані ПО і застосувавши вкладені карти, згенерувати усі допустимі карти розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток". За критерій ефективності будь-якої карти розміщення ПО потрібно прийняти максимальну інтенсивність заповнення ПО усієї ПП.

Оскільки в умові задачі нічого не сказано про можливість повертання ПО під час розміщування їх у межах ПП, то довжини ПО мають бути паралельними довжинам відповідних смуг. Проаналізувавши вхідні дані, бачимо, що ширини смуг мають невеликі розміри, тобто ймовірність того, що у процесі розміщування ширин смуг по ширині ПП залишок ширини ПП буде мати значні розміри є невеликою. Окрім того, у різних смугах різні ПО мають як великі, так і малі довжини, що може по-різному відобразитися на інтенсивності заповнення ПО довжин смуг. Водночас розміри ширини смуг і довжин ПО є повністю придатними для того, щоб приступити до генерування карт розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток". Таким чином, із врахуванням вимог умови задачі та з дотриманням зазначеної вище домовленості якраз і будемо генерувати усі допустимі карти розміщення ПО у межах усієї ПП з використанням таких вхідних даних:

$$\begin{aligned}
 D^n &= 3500; \\
 \Pi^n &= 1750; \\
 m^c &= 3; \\
 \overline{\Pi^c} &= \begin{Bmatrix} 655 \\ 405 \\ 235 \\ 105 \end{Bmatrix}; \\
 \overline{N^c} &= \begin{Bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 3 \end{Bmatrix}; \\
 \overline{D^3} &= \begin{Bmatrix} 1305 & & & & \\ & 1105 & 505 & & \\ & & 505 & 375 & 125 \\ & & & 375 & 125 \\ 1105 & & & & \end{Bmatrix}.
 \end{aligned}$$

Для зручності виконання відповідних обчислень підготуємо табл. 2 з аналогічними графами, як і у попередній таблиці. Для розміщування широких смуг по ширині ПП, а на отриманих їх залишках – розміщування вузьких смуг, для розкладання широких і вузьких смуг одна під одною, для розміщування довгих ПО вздовж кожної з розкладених смуг, а на отриманих залишках довжин смуг – розміщування коротких ПО застосуємо основні (базові) послідовності дій. Швидше за все, у випадку ігнорування вимоги щодо введення комбінованих ПО до отриманих карт їх розміщення, то критерії ефективності таких карт мали б невеликі значення. Однак дотримання цієї вимоги має дещо змінити основну (базову) послідовність дій, значно збільшити множину допустимих карт розміщення ПО у межах усієї ПП і ускладнити їх зовнішнє компонування.

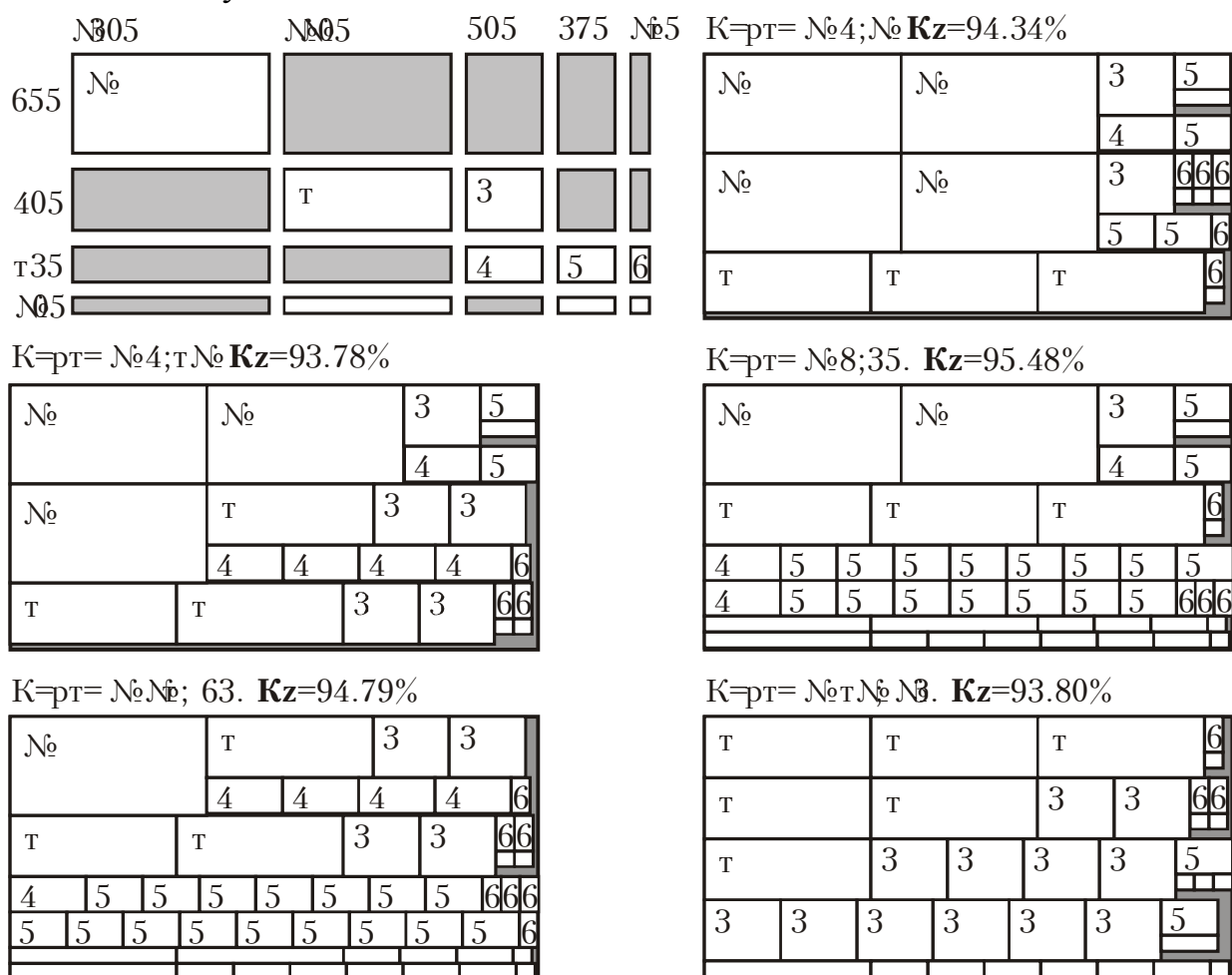


Рис. 3. Карти розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток", а також з використанням комбінованих ПО і застосуванням вкладених карт розміщення ПО (розміри ПП: 3500×1750 мм; площа ПП: 6.125 м²)

Таким чином, під час генерування поточної 0-ї карти розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток", а також з урахуванням об-

межень на повторюваності ПО малих довжин і смуг малих ширин за основу беруться усі базові етапи розв'язування задачі, однак тут необхідно ввести ще такі зміни і доповнення. Зокрема, внаслідок розміщення 1-ої широкої основної смуги і 2-ої дещо вужчої допоміжної смуги по ширині ПП утворюється, наприклад, $v=4$; 1-а карта розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток" (див. табл. 2, рис. 3, карта №4; 1). Проте, через великі розміри 1-го ПО, що знаходиться у 2-х основних смугах, ця карта буде мати надто мале значення інтенсивності заповнення ПО усієї ПП. Швидше за все, у залишки довжин 1-ої та 2-ої основних смуг можна помістити ще деякі інші ПО і, тим самим, дещо збільшити значення критерію ефективності отриманих карт розміщення ПО у межах усієї ПП. Для цього необхідно виконати ще таку додаткову послідовність дій.

Насамперед, потрібно визначити робочі значення довжин та ширин залишків основних і допоміжних смуг. Після цього можна приступати до генерування комбінованих ПО за схемою "сітка" чи з комбінацією багатьох "сіток", а також до їх відбору із утвореної множини. У нашому випадку для кожної зі смуг їх буде згенеровано декілька, але, стосовно комбінації багатьох "сіток", то інтерес представляє тільки одна (див. табл. 2, рис. 3, карта №4; 1). З використанням цих комбінованих ПО значення інтенсивності заповнення ПО усієї ПП становитиме 94.34 %. Отримана карта розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток" і з введеними до неї трьома комбінованими ПО є не чим іншим, як додатковим заповненням залишків смуг.

Однак, у процесі розрахунку плану розміщення ПО у межах конкретної ПП, зокрема під час врахування обмеження на задані кількості ПО, на якомусь етапі генерування карт розміщення ПО може виникнути потреба у використанні, наприклад, 1-го ПО в кількості 3 шт. У цьому випадку, якщо за основу прийняти карту під №4; 1, то залишок 2-ої широкої смуги збільшиться на довжину цього довгого ПО. Тепер, визначивши робочі розміри залишку цієї смуги і використовуючи розглянуту вище методику виконання послідовності дій, можна приступати до генерування комбінованих ПО з комбінацією багатьох "сіток". У нашому випадку їх буде згенеровано декілька, але, стосовно комбінації багатьох "сіток", то практичне значення має тільки один комбінований ПО (див. табл. 2, рис. 3, карта №4; 21), внаслідок чого отримана карта буде мати велике значення інтенсивності заповнення ПО усієї ПП (93.78 %).

Наведена на рис. 3 карта розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток" під №4; 21 з введеним до неї комбінованим ПО на звільнену ділянку 2-ої основної смуги є не чим іншим, як вкладеною картою розміщення ПО у межах АЧПП. Зрозуміло, що таких додаткових АЧПП на карті може бути не одна, а декілька. Тому під час генерування будь-якої поточної карти розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток" необхідно аналізувати усі залишки смуг на можливість заповнення їх меншими ПО. У випадку придатності цих додаткових АЧПП визначаються їх робочі розміри, запам'ятовуються координати місцезнаходження, а потім для кожної з них генеруються відповідні комбіновані ПО та відбирається їх потрібна кількість з утворених множин. Для довільної поточної карти розміщення ПО у межах усієї ПП будь-яка зміна варіанта комбінованого ПО утворює наступну карту розміщення ПО у межах усієї ПП.

Аналогічно здійснюється дотримання вимоги щодо застосування вкладених карт розміщення ПО і в інших картах (див. табл. 2, рис. 3, карта №12; 63). Але у цьому випадку спостерігається дещо краща ситуація стосовно значення інтенсивності заповнення ПО усієї ПП, яка становить 94.76 %.

Зрозуміло, що розглянута вище послідовність дій повністю використана для розв'язування задачі з прикл. 2, фрагменти результатів програмного розрахунку яких показано у табл. 2, а графічне представлення деяких з них – на рис. 3. Необхідно також зазначити, що у процесі розв'язання даної задачі враховуються обмеження повторюваності ПО малих довжин і смуг малих ширин.

Табл. 2 (фрагмент). Параметри карт розміщення ПО у межах усієї ПП з комбінацією багатьох "сіток", а також з використанням комбінованих ПО і застосуванням вкладених карт розміщення ПО (розміри ПП: 3500×1750 мм; площа ПП: 6.125 м²)

№ карти	Сму- ги	Повторюваність ПО довжиною					Заповнення смуг ПО довжиною						Зали- шок смуги	Відхо- ди, м ² Kz
	ш _і	1305	1105	505	375	125	1305	1105	505	375	125	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Використання комбінованих ПО														
4; 1	650	2	0	0	0	0	2610	0	0	0	0	2610	890	0,3466
	650	2	0	0	0	0	2610	0	0	0	0	2610	890	
	400	0	3	0	0	0	0	3315	0	0	0	3315	185	
	Розміри залишку смуги: 890×655 мм													
	400	0	0	1	0	0	0	0	505	0	0	505	385	
	230	0	0	1	1	0	0	0	505	375	0	880	10	
	Розміри залишку смуги: 890×655 мм													
	400	0	0	1	0	0	0	0	505	0	0	505	385	
	230	0	0	0	2	1	0	0	0	750	125	875	15	
	Розміри залишку смуги: 185×405 мм													
	230	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	125	60	
	100	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	60	
	Розміри залишку смуги: 385×405 мм													
	230	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	10	
	100	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	10	
	Розміри залишку смуги: 385×405 мм													
	230	0	0	0	0	3	0	0	0	0	375	375	10	
	100	0	0	0	0	3	0	0	0	0	375	375	10	0,9434
Використання комбінованих ПО і застосування вкладених карт розміщення ПО														
4; 21	650	2	0	0	0	0	2610	0	0	0	0	2610	890	0,3810
	650	1	0	0	0	0	1305	0	0	0	0	1305	2195	
	400	0	2	2	0	0	0	2210	1010	0	0	3220	280	
	Розміри залишку смуги: 890×655 мм													
	400	0	0	1	0	0	0	0	505	0	0	505	385	
	230	0	0	1	1	0	0	0	505	375	0	880	10	
	Розміри залишку смуги: 2195×655 мм													
	400	0	1	2	0	0	0	1105	1010	0	0	2115	80	
	230	0	0	4	0	1	0	0	2020	0	125	2145	50	
	Розміри залишку смуги: 280×405 мм													
	230	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	250	30	
	100	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	250	30	
	Розміри залишку смуги: 385×405 мм													
	230	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	10	
	100	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	10	0,9378
Використання комбінованих ПО														
8; 35	650	2	0	0	0	0	2610	0	0	0	0	2610	890	0,2769
	400	0	3	0	0	0	0	3315	0	0	0	3315	185	
	230	0	0	1	8	0	0	0	505	3000	0	3505	-5	
	230	0	0	1	7	3	0	0	505	2625	375	3505	-5	
	100	0	2	0	3	1	0	2210	0	1125	125	3460	40	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	100	0	1	0	6	1	0	1105	0	2250	125	3480	20	
	<i>Розміри залишку смуги: 890×655 мм</i>													
	400	0	0	1	0	0	0	0	505	0	0	505	385	
	230	0	0	1	1	0	0	0	505	375	0	880	10	
	<i>Розміри залишку смуги: 185×405 мм</i>													
	230	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	125	60	
	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	125	60	
	<i>Розміри залишку смуги: 385×405 мм</i>													
	230	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	10	
	100	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	10	0,9548
Використання комбінованих ПО і застосування вкладених карт розміщення ПО														
12; 63	650	1	0	0	0	0	0	1305	0	0	0	1305	2195	0,3192
	400	0	2	2	0	0	0	2210	1010	0	0	3220	280	
	230	0	0	1	7	3	0	0	505	2625	375	3505	-5	
	230	0	0	0	9	1	0	0	0	3375	125	3500	0	
	100	0	2	0	3	1	0	2210	0	1125	125	3460	40	
	100	0	1	0	6	1	0	1105	0	2250	125	3480	20	
	<i>Розміри залишку смуги: 2195×655 мм</i>													
	400	0	1	2	0	0	0	1105	1010	0	0	2115	80	
	230	0	0	4	0	1	0	0	2020	0	125	2145	50	
	<i>Розміри залишку смуги: 280×405 мм</i>													
	230	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	250	30	
	100	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	250	30	0,9479
Використання комбінованих ПО														
21; 13	400	0	3	0	0	0	0	3315	0	0	0	3315	185	0,3800
	400	0	2	2	0	0	0	2210	1010	0	0	3220	280	
	400	0	1	4	0	0	0	1105	2020	0	0	3125	375	
	400	0	0	6	0	0	0	0	3030	0	0	3030	470	
	100	0	1	0	6	1	0	1105	0	2250	125	3480	20	
	<i>Розміри залишку смуги: 185×405 мм</i>													
	230	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	125	60	
	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	125	125	60	
	<i>Розміри залишку смуги: 280×405 мм</i>													
	230	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	250	30	
	100	0	0	0	0	2	0	0	0	0	250	250	30	
	<i>Розміри залишку смуги: 375×405 мм</i>													
	230	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	0	
	100	0	0	0	0	3	0	0	0	0	375	375	0	
	<i>Розміри залишку смуги: 470×405 мм</i>													
	230	0	0	0	1	0	0	0	0	375	0	375	95	
	100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	375	375	95	0,9380

Таким чином, із дотриманням розглянутої вище основної та додаткової послідовностей дій можна згенерувати усі допустимі варіанти розміщення широких і вузьких смуг $\mathbf{m}_{di}$ ($i = \overline{1, m_d}; d = \overline{1, D}$) по ширині усієї ПП чи ширині $\mathbf{d}$ -ої додаткової АЧПП розміром $\mathbf{m}_d^{\partial} \pm \Delta \mathbf{m}_d^{\partial}$ ($\mathbf{d} = \overline{1, D + D'}$), а також довгих і коротких ПО $\mathbf{d}_{dij}$ ($i = \overline{1, n_{di}}; j = \overline{1, m_d}; d = \overline{1, D}$) вздовж розкладених смуг чи вздовж $\mathbf{d}$ -ої додаткової АЧПП, кожна з яких має довжину $\mathbf{d}_d^{\partial}$ ($\mathbf{d} = \overline{1, D + D'}$), де $\mathbf{D}'$ – кількість додаткових ділянок ПП.

Тепер спробуємо перевірити придатність розглянутої вище методики для розв'язування задачі з дещо іншими вхідними даними і для іншої концептуальної схеми розкрою, наприклад, для розкрою торцевої та основної частин плити і у формальній її постановці.

Приклад 3. Нехай задано ПП довжиною 5500 мм і шириною 1830 мм. Довжина ПП розділена на дві частини: МШТЧ ПП становить 1830 мм, а основна – все решта. Задано смуги ширинами 655, 405 і 125 мм, у 1-й з яких ПО мають такі довжини: 1305 і 505 мм, у 2-й смугі – такі довжини: 1105, 505, 375 і 125 мм, а у 3-й смугі – такі

довжини: 1105, 375 і 125 мм. Орієнтація смуг у торцевій частині – впоперек ПП. Завдання полягає у тому, щоби, врахувавши обмеження на використання МШТЧ ПП, використавши комбіновані ПО і застосувавши вкладені карти, згенерувати усі допустимі карти розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП з комбінацією багатьох "сіток". За критерій ефективності будь-якої карти розміщення ПО потрібно прийняти максимальну інтенсивність заповнення ПО усієї ПП.

Оскільки в умові задачі нічого не сказано про можливість повертання ПО під час розміщування їх у межах торцевої та основної частин ПП, то довжини ПО мають бути паралельними відповідним довжинам частин ПП. Проаналізувавши вхідні дані, бачимо, що ширини смуг мають невеликі розміри, тобто ймовірність того, що залишок ширини торцевої чи основної частин ПП буде мати значні розміри є невеликою. Окрім того, у різних смугах різні ПО мають як великі, так і малі довжини, що може по-різному відобразитися на інтенсивності заповнення ПО довжин смуг. Водночас розміри ширини смуг і довжин ПО є повністю придатними для того, щоб приступити до генерування карт розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП з комбінацією багатьох "сіток". Таким чином, із врахуванням вимог умови задачі та з дотриманням зазначеної вище домовленості якраз і будемо генерувати усі допустимі карти розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП з використанням таких вхідних даних:

$$\begin{aligned} D^n &= 5500; \quad D = T; \\ Ш^n &= №830 D^{Г^n} = 1830; \\ m_{1,2}^c &= 3; \quad \overline{Ш}_{1,2}^c = \begin{Bmatrix} 655 \\ 405 \\ №Т \end{Bmatrix}; \quad \overline{N}_{1,2}^c = \begin{Bmatrix} T \\ 4 \\ 3 \end{Bmatrix}; \quad \overline{D}_{1,2}^3 = \begin{Bmatrix} 1305 & 505 & & \\ & 1105 & 505 & 375 & 125 \\ & 1105 & & 375 & 125 \end{Bmatrix}. \end{aligned}$$

Для зручності виконання відповідних обчислень підготуємо табл. 3 з аналогічними графами, як і у попередніх таблицях. Для розміщування широких смуг по ширині торцевої та основної частин ПП, а на отриманих залишках ширин ПП – розміщування вузьких смуг, для розкладання широких і вузьких смуг, що належать торцевій та основній частинам ПП, одна під одною, для розміщування довгих ПО вздовж кожної з розкладених смуг, а на отриманих залишках довжин смуг – розміщування коротких ПО застосовується основна (базова) послідовності дій. Швидше за все, у випадку ігнорування вимоги щодо введення комбінованих ПО до отриманих карт їх розміщення у межах торцевої та основної частин ПП, то критерії ефективності таких карт мали б невеликі значення. Однак дотримання цієї вимоги має дещо змінити основну (базову) послідовність дій, значно збільшити множину допустимих карт розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП і ускладнити їх зовнішнє компонування.

Таким чином, під час генерування поточної ψ -ої карти розміщення ПО у межах частини ПП з комбінацією багатьох "сіток", а також з врахуванням обмежень на повторюваності ПО малих довжин і смуг малих ширин за основу беруться усі основні етапи розв'язування задачі, але з такими змінами і доповненнями. Нехай внаслідок поєднання одного з варіантів розміщення ши-

роких і вузьких смуг по ширині торцевої частини ПП, а також одного з варіантів розміщення ПО вздовж кожної з розкладених смуг утворюється $v^T=1$ -а карта розміщення ПО у межах торцевої частини ПП з комбінацією багатьох "сіток". Аналогічно утворюється $v^0=1$ -а карта розміщення ПО у межах основної частини ПП з комбінацією багатьох "сіток". Внаслідок поєднання v^T -ої та v^0 -ої карт розміщення ПО у межах кожної з частин ПП з комбінацією багатьох "сіток" утворюється 9-а карта розміщення ПО у межах усієї ПП (див. табл. 3, рис. 4, карта №3215), значення інтенсивності заповнення якої становить 96.78 %.



Рис. 4. Карти розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП з застосуванням вкладених карт розміщення ПО (розміри ПП: 5500×1830 мм; площа ПП: 10.065 м²; МШТЧ ПП: 1830 мм)

Як зазначалося вище, часто можуть траплятися ситуації, коли під час врахування обмеження на задані кількості ПО, на якомусь етапі генерування карт розміщення ПО, може виникнути потреба у використанні меншої кількості деяких ПО через те, що їх уже було поміщено у попередню карту. У цьому випадку, якщо за основу прийняти, наприклад, карту під №3215 (рис. 4), то відповідні залишки двох основних смуг, що належать торцевій чи основній частинам ПП, збільшаться на довжину цих відкинутих ПО. Після визначення їх робочих розмірів можна приступати до генерування відповідних комбінованих ПО з комбінацією багатьох "сіток". У нашому випадку додат-

кових карт з такими комбінованими ПО згенерується значна кількість, однак нижче наводяться тільки деякі з них (див. табл. 3, рис. 4, карти №3215, 63т, 261о і 3215, 236т, 1353о), а значення інтенсивності заповнення ПО усієї ПП будуть становити відповідно 95.64 % і 95.60 %.

Аналогічно дотримується вимога щодо застосування вкладених карт розміщення ПО і в інших картах (див. табл. 3, рис. 4, карти №46725 і 3274166). Але у цих випадках спостерігаються дещо кращі ситуації як кількості відібраних карт, так і значень інтенсивностей заповнень ПО усієї ПП. Наведені карти розміщення ПО (рис. 4) з застосуванням вкладених карт є не чим іншим, як комбінованими ПО для **d**-ої додаткової АЧПП. Розміри та кількості таких додаткових АЧПП у процесі генерування карт розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП з комбінацією багатьох "сіток" можуть бути різними, а методику врахування та визначення їх параметрів наведено в прикл. 1.

Зрозуміло, що розглянута вище послідовність дій повністю використана для розв'язування задачі з прикл. 3, фрагменти результатів програмного розрахунку яких показано у табл. 3, а графічне представлення деяких з них – на рис. 4. Необхідно також зазначити, що у процесі розв'язання даної задачі враховуються обмеження на використання МШТЧ ПП і на повторюваності ПО малих довжин і смуг малих ширин.

Табл. 3 (фрагмент). Параметри карт розміщення ПО у межах торцевої та основної частин ПП з застосуванням вкладених карт розміщення ПО
(розміри ПП: 5500×1830 мм; площа ПП: 10.065 м²; МШТЧ ПП: 1830 мм)

№ карти	Характеристика смуг		Повторюваність ПО довжиною			Заповнення смуг ПО довжиною				Залишок смуги	Відходи, м ² Kz
	ш _i	y _i	655	505	Kz	1305	505	155	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Згенерована карта розміщення ПО											
3215	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1790 мм, основна – 3710×1830 мм										
	555	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15	0,3227
	555	1	1	2	1	655	1010	155	1820	10	
	555	1	0	3	2	0	1515	310	1825	5	
	125	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15	
	555	1	5	0	2	3275	0	310	3585	125	0,9679
	555	1	4	2	0	2620	1010	0	3630	80	
	555	1	2	4	2	1310	2020	310	3640	70	
	125	1	1	6	0	655	3030	0	3685	25	
	Застосування вкладених карт розміщення ПО										
3215; 63т, 261о	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1790 мм, основна – 3710×1830 мм										
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	1175	0,4392
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	1175	
	555	1	0	3	2	0	1515	310	1825	5	
	125	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15	
	Торцева частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1110×1175 мм										
	405	1	1	1	0	655	505	0	1160	15	
	405	1	1	1	0	655	505	0	1160	15	
	125	1	0	2	1	0	1010	155	1165	10	
	125	1	0	2	1	0	1010	155	1165	10	
	555	1	3	0	0	1965	0	0	1965	1745	
	555	1	3	0	0	1965	0	0	1965	1745	
	555	1	2	4	2	1310	2020	310	3640	70	
	125	1	1	6	0	655	3030	0	3685	25	
	Основна частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1110×1175 мм										
	405	1	1	2	0	655	1010	0	1665	80	0,9564
	405	1	1	2	0	655	1010	0	1665	80	
	125	1	0	3	1	0	1515	155	1670	75	
	125	1	0	3	1	0	1515	155	1670	75	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Застосування вкладених карт розміщення ПО												
3215; 236т, 1353о	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1790 мм, основна – 3710×1830 мм											0,4427
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	555	1	0	3	2	0	1515	310	1825	5		
	125	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15		
	Торцева частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1110×1175 мм											0,9560
	405	1	1	1	0	655	505	0	1160	15		
	405	1	0	2	1	0	1010	155	1165	10		
	125	1	1	1	0	655	505	0	1160	15		
	125	1	0	2	1	0	1010	155	1165	10		
	555	1	3	0	0	1965	0	0	1965	1745		
	555	1	3	0	0	1965	0	0	1965	1745		
	555	1	2	4	2	1310	2020	310	3640	70		
	125	1	1	6	0	655	3030	0	3685	25		
	Основна частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1110×1175 мм											0,9560
	405	1	1	2	0	655	1010	0	1665	80		
405	1	0	3	1	0	1515	155	1670	75			
125	1	2	0	2	1310	0	310	1620	125			
125	1	1	2	0	655	1010	0	1665	80			
Згенерована карта розміщення ПО												
46725	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1770 мм, основна – 3730×1830 мм											0,2793
	555	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15		
	405	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15		
	405	1	1	2	1	655	1010	155	1820	10		
	405	1	0	3	2	0	1515	310	1825	5		
	555	1	2	4	2	1310	2020	310	3640	90		
	555	1	1	6	0	655	3030	0	3685	45		
	555	1	0	7	1	0	3535	155	3690	40		
	125	1	4	2	0	2620	1010	0	3630	100		
	125	1	4	2	0	2620	1010	0	3630	100		
Застосування вкладених карт розміщення ПО												
46725; 418т, 3182о	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1770 мм, основна – 3730×1830 мм											0,4836
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	405	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	405	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	405	1	0	3	2	0	1515	310	1825	5		
	Торцева частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1365×1175 мм											0,9520
	405	1	1	1	0	655	505	0	1160	15		
	405	1	1	1	0	655	505	0	1160	15		
	405	1	0	2	1	0	1010	155	1165	10		
	125	1	1	1	0	655	505	0	1160	15		
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	3075		
	555	1	1	0	0	655	0	0	655	3075		
	555	1	0	7	1	0	3535	155	3690	40		
	125	1	4	2	0	2620	1010	0	3630	100		
	Основна частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1110×3075 мм											0,9520
	405	1	3	2	0	1965	1010	0	2975	100		
405	1	2	3	1	1310	1515	155	2980	95			
125	1	2	3	1	1310	1515	155	2980	95			
125	1	0	6	0	0	3030	0	3030	45			
Згенерована карта розміщення ПО												
3274166	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1745 мм, основна – 3755×1830 мм											0,3904
	405	1	2	1	0	1310	505	0	1815	15		
	405	1	1	2	1	655	1010	155	1820	10		
	405	1	1	2	1	655	1010	155	1820	10		
	405	1	0	3	2	0	1515	310	1825	5		
	125	1	1	2	1	655	1010	155	1820	10		
	555	1	3	3	1	1965	1515	155	3635	120		
	405	1	1	6	0	655	3030	0	3685	70		
	405	1	0	7	1	0	3535	155	3690	65		
	405	1	0	7	1	0	3535	155	3690	65		
Застосування вкладених карт розміщення ПО												
3274166 182т, 864о	Розміри частин ПП: торцева – 1830×1745 мм, основна – 3755×1830 мм											0,4416
	405	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	405	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		
	405	1	1	0	0	655	0	0	655	1175		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	405 125	1 1	0 1	3 2	2 1	0 655	1515 1010	310 155	1825 1820	5 10	
	<i>Торцева частина ПП, розміри залишку групи смуг: 1215×1175 мм</i>										
	555 405 125 125	1 1 1 1	1 1 1 0	1 1 1 2	0 0 0 1	655 655 655 0	505 505 505 1010	0 0 0 155	1160 1160 1160 1165	15 15 15 10	
	555 405 405 405	1 1 1 1	3 1 0 0	3 6 3 3	1 0 0 0	1965 655 0 0	1515 3030 1515 1515	155 0 0 0	3635 3685 1515 1515	120 70 2240 2240	
	<i>Основна частина ПП, розміри залишку групи смуг: 870×2240 мм</i>										
	555 125 125	1 1 1	3 1 0	0 3 4	1 0 1	1965 655 0	0 1515 2020	155 0 155	2120 2170 2175	120 70 65	0,9561

Таким чином, внаслідок дотримання розглянутої вище основної та додаткової послідовностей дій можна згенерувати усі допустимі варіанти розміщення широких і вузьких смуг m_{di} ($i = \overline{1, m_d}$; $d = \overline{1, D}$) по ширині усієї ПП, ширині q -ої її частини чи ширині d -ої додаткової АЧПП розміром $m_d^0 \pm \Delta m_d^0$ ($d = \overline{1, D + D'}$), а також довгих і коротких ПО d_{dij} ($i = \overline{1, n_{di}}$; $j = \overline{1, m_d}$; $d = \overline{1, D}$) вздовж розкладених смуг, що належать усій ПП, q -ій її частині чи d -ій додатково утвореній АЧПП, кожна з яких має довжину d_d^0 ($d = \overline{1, D + D'}$), де D' – кількість додаткових ділянок ПП.

Висновки

1. На підставі декількох прикладів розв'язання конкретних постановок задач з різними числовими даними розроблено методику моделювання всіх допустимих карт розкрою усієї плити, її торцевої та основної частин на меблевій заготовки з СПП, з врахуванням обмежень на повторюваності заготовок малих довжин і смуг малих ширин, з використанням комбінованих заготовок і застосуванням вкладених карт розкрою. Сутність цієї методики передбачає, окрім основної послідовності дій, виконання ще таких додаткових дій: проведення аналізу кожного залишку смуги чи утвореної d -ої додатково утвореної АЧПП на можливість заповнення її/його ПО менших розмірів; визначення робочих розмірів залишків смуг чи d -ої додатково утвореної АЧПП і координат їх місцезнаходження; генерування d -ої множини комбінованих ПО та відбирання їх потрібної кількості, придатних для подальшого використання; введення на місце d -ої додатково утвореної АЧПП одного з відібраних комбінованих ПО; уточнення та удосконалення зовнішнього компонування карти розміщення ПО у межах додаткової ділянки ПП, її торцевої та основної частин, а також усієї ПП; обчислення значення інтенсивності заповнення ПО усієї ПП. Для уможливлення процесу генерування таких карт розміщення ПО удосконалено роботу генератора для багатовимірного розмішування ПО у межах усієї ПП чи q -ої її частини з комбінацією багатьох "сіток", основний зміст якої зводиться до того, що у залишки окремих смуг чи додатково утворені АЧПП вводяться комбіновані ПО, згенеровані з комбінацією багатьох "сіток".

2. Запропонований підхід до процесу формування всіх допустимих карт розкрою усієї плити чи її торцевої та основної частин на заготовки названо *способом цілеспрямованого РП-ОБР ПО у межах усієї ПП, q -ої її час-*

тини чи *d*-ої додатково утвореної АЧПП з комбінацією багатьох "сіток". У процесі його реалізації враховуються обмеження на повторюваності ПО малих довжин і смуг малих ширин, дотримуються вимоги щодо використання МШТЧ ПП, щодо введення комбінованих ПО до карт їх розміщення та щодо застосування вкладених карт розміщення ПО у межах АЧПП. Основна особливість цього способу полягає у тому, що серед усіх згенерованих за допомогою нього карт розміщення ПО у межах усієї ПП ніколи не трапляється однакових.

3. Розроблено відповідну математичну модель, у яку входять математичне формулювання, алгоритм розв'язання та програмне забезпечення, реалізоване на базі технології структурного програмування. Проаналізовано деякі неординарні ситуації, які можуть траплятися у процесі застосування цієї моделі для розв'язання деяких виробничих задач, розглянуто конкретні рекомендації щодо виходу з них.

Література

1. Грицюк Ю.І. Оптимізація технологічного процесу розкрою плитних деревних матеріалів на меблевій заготовці: Монографія. – Львів: Вид. дім "Панорама", 2004. – 484 с.
2. Примеры новейших угловых установок с двумя и несколькими пилами с прижимной балкой для раскроя мелких, средних и крупных партий плит// Лесдревмаш. Машины, оборудование и приборы для лесной и деревообрабатывающей промышленности. Особый официальный межвыставочный выпуск. – Штутгарт, ФРГ: НК international, Holz-Zentralblatt. – 1997. – С. 24-33.
3. Проспекти фірми "Schwabedissen", ФРН. – 1998, 2000, 2001, 2002.

УДК 674.053.001.74

Доц. С.В. Зубик¹, канд. техн. наук

ЗАЛЕЖНІСТЬ ШУМУ ПИЛЯЛЬНИХ ВУЗЛІВ ВІД ЗУБЧАТОГО ВІНЦЯ ДИСКОВОЇ ПИЛИ

Проведено експериментальні дослідження різного профілю зубчатого вінця дискових пил. Встановлено певну залежність загального рівня шуму і рівнів звукового тиску від кількості зубів шум зростає 6-12 дБ у певних октавних середньгеометричних частотах.

Doc. S.V. Zubyk¹

On the toothed crown of disk drank dependence of noise of sawing knots

Experimental analyses of different contour of disk-shaped saw were carried out. There was established the relation of general level of noise and noise pressure with number of cutting teeth. The noise increase to 6-12 decibel in fixed octave geometrical frequency.

Шум круглопильних деревообробних верстатів залежить від багатьох чинників. Особливо це відчувають як працюючі безпосередньо, так і інші перебуваючі в зоні впливу круглопиляльного верстату. Відомо, що чим вища тональність звуків чи шуму, тим несприятливішу дію вони справляють на органи слуху. Тому для різних частот існують різні граничнодопустимі рівні шумової інтенсивності. Низькочастотні шуми й звуки не завдають особливої шкоди слуху при рівні інтенсивності навіть до 100 дБ, для середньчастотних звуків ця межа перебуває у ділянці 85-90, а для високочастотних – 75-85 дБ [1].

¹ Доцент кафедри екології Інституту менеджменту та економіки "Галицька академія" (Institute of Management and Economics "Galytska academy")