

УДК 519.85:674.815-41-023

Ю.І. ГРИЦЮК<sup>1</sup>

## ОСНОВНІ НАПРЯМКИ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ МЕБЛЕВИХ ЗАГОТОВОК З ПЛИТНИХ ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Проведено аналіз основних напрямків дослідження проблеми оптимізації технологічного процесу (ТП) виготовлення меблевих заготовок з плитних деревних матеріалів (ПДМ). Встановлено, що для успішного і ефективного розв'язання цієї проблеми необхідно розглядати процес формування карт, складання плану розкрою, проектування ТП виготовлення меблевих заготовок і компонування конструкцій розкрійного обладнання у комплексі як єдину систему з застосуванням відомих методів математичного моделювання та оптимізації.*

З плином часу обсяги виготовлення і використання меблевих виробів постійно зростають, розширюється їх асортимент і номенклатура, збільшується діапазон застосування у різних сферах людської діяльності. Особливого значення набули корпусні меблі для помешкань та офісних приміщень, всі площинні деталі яких виготовляються переважно з ПДМ. Однак залишається ще не вивченим питання взаємозв'язку між розмірутворенням меблевих деталей з типорозмірами промислових деревних матеріалів. Окрім того, сьогоднішній стан оснащення та роботи розкрійних дільниць, як основних постачальників меблевих деталей чи заготовок, не завжди відповідає вимогам часу ні за обсягами їх постачання, ні за якістю виконання, ні за вартістю реалізації. Тобто необхідно детально проаналізувати існуючі та визначити серед них перспективні напрямки удосконалення ТП розкрою ПДМ на спеціалізованому обладнанні при виготовленні основної та додаткової продукції. Водночас серед більшості виробників меблевих деталей немає чіткого бачення перспективних конструкцій того чи іншого розкрійного обладнання для впровадження його у виробничі процеси. Це означає, що необхідно зібрати характеристики основних концепцій принципів схем роботи спеціалізованого обладнання різної продуктивності для реалізації основного і додаткового розкрою, виявити серед них найбільш придатні для впровадження у виробництво: індивідуальне, серійне та масове. Тому важливість вирішення перерахованих вище питань, переважна більшість яких стосується саме дільниці розкрою як однієї із стадій ТП виготовлення меблевих виробів, є невід'ємною проблемою сьогодення меблевого виробництва.

Однак для досягнення високоефективної роботи дільниці розкрою з найкращими техніко-економічними

показниками необхідно вирішити ще й такі основні проблеми: підвищити рівень використання розкроюваного матеріалу шляхом удосконалення традиційних конфігурацій карт розкрою і розробки, при можливості, принципово нових їх конфігурацій; збільшити продуктивність основного розкрійного обладнання за рахунок оптимізації роботи завантажувальних, розвантажувальних і подавальних пристроїв, високоточної роботи пилокотів установок і чистового виконання пропилів різальним інструментом; організувати контроль та облік за виконанням планових потреб заготовок шляхом впровадження оперативного-календарного планування; зменшити питомі витрати на виготовлення одиниці продукції шляхом економії енергетичних, трудових і матеріальних ресурсів і ін. Вирішити ці та багато інших проблем для різних видів сучасних виробництв (меблевого чи плитного) неможливо без використання математичного моделювання ТП розкрою ПДМ на заготовки за допомогою ЕОМ. Для цього необхідно, перш за все, встановити для різних типів виробництв (від масових до індивідуальних) ступінь впливу схем організацій ТП виготовлення меблевих заготовок на використання розкроюваного матеріалу, собівартість їх виготовлення та продуктивність розкрійного обладнання.

Необхідно відзначити, що багато питань комплексної проблеми розкрою ПДМ, таких, як організація ТП розкрою з використанням існуючого вітчизняного обладнання, облік технологічних і конструктивних обмежень при формуванні традиційних конфігурацій карт розкрою, оптимізація плану розкрою з використанням теорії лінійного та динамічного програмування, оперативного-календарного планування процесу виготовлення заготовок, особливості організації масового, крупносерійного та серійного виробництва і ін. на

<sup>1</sup> Юрій Іванович ГРИЦЮК – член-кореспондент ЛАН України, кандидат технічних наук, доцент кафедри обчислювальної техніки і моделювання технологічних процесів, Український державний лісотехнічний університет, Україна, м. Львів, тел./факс. 39-06-95: E-mail: nv@forest.lviv.ua

сьогодні практично вже досліджені. Проте є ціла низка питань, які вивчені ще недостатньо, або не на належному рівні. Так, наприклад, перехід крупних деревообробних і меблевих виробництв до дрібносерійного та індивідуального випуску продукції вимагає розробки нових підходів: до організації ТП виготовлення меблевих заготовок; до процесу проектування нових конфігурацій карт розкрою і складання точного оптимального плану розкрою (без перевиконання і недовиконання потрібної кількості заготовок); до розробки нових критеріїв ефективності роботи дільниці розкрою та рекомендацій стосовно їх застосування. Очевидно, виявлення закономірностей процесу формування традиційних карт розкрою, їх удосконалення і розробка принципово нових конфігурацій призведе до деяких труднощів, пов'язаних з їх реалізацією і, як наслідок, до зменшення продуктивності існуючого розкрійного обладнання, але підвищить використання ПДМ. Водночас, зменшення продуктивності обладнання відобразиться на збільшенні собівартості отриманих заготовок. Якщо ж застосувати сучасне автоматизоване розкрійне обладнання, яке практично не має конструктивних обмежень у межах розкроюваного матеріалу, то це дасть змогу значно підвищити рівень використання ПДМ і, як наслідок, дозволить збільшити потужність дільниці розкрою за рахунок зменшення простоїв, скорочення тривалості процесу перенастроювання, значно підвищить якість виготовленої продукції та ін.

Для вирішення цих суперечностей необхідно, перш за все, розробити теоретичні положення процесу моделювання раціональних карт розкрою ПДМ на меблеві заготовки, які б враховували не тільки відомі різні за складністю традиційні конфігурації карт розкрою, але й передбачали можливі перспективи їх удосконалення. Швидше всього, що після цього можна буде розробити принципово нові конфігурації карт розкрою. Необхідно також уточнити теоретичні положення процесу складання оптимальних планів розкрою, які б повною мірою відображали не тільки умови функціонування масових і серійних виробництв, але й орієнтувались на сучасні дрібні та індивідуальні меблеві фірми чи підприємства. Окрім того, необхідно розробити теоретичні положення оптимізації процесу розкрою ПДМ на спеціалізованому обладнанні при виготовленні меблевих заготовок із врахуванням різних технологічних і конструктивних обмежень, які б поєднали процес моделювання карт і оптимізацію плану розкрою в одне нероздільне ціле.

На підставі таких теоретичних положень можна буде розробити досконалі алгоритми процесу формування довільних карт розкрою та цілеспрямованого їх перебору, що у сукупності дозволить об'єднати всі ці аспекти в єдину систему, на основі якої можна буде реалізувати багатокритеріальну математичну модель оптимізації плану розкрою ПДМ на меблеві заготовки у вигляді сучасного програмного забезпечення – САПР, яке уможливить за незначний проміжок часу здійснити виробничий розрахунок раціональних карт і отримати оптимальний план розкрою. Водночас така автоматизована система повинна здійснювати виробничо-проектні розрахунки ТП виготовлення меблевих

заготовок з підбором того чи іншого основного і додаткового розкрійного обладнання, має визначати його проектну продуктивність стосовно деякої базової специфікації деталей, обчислювати проектну собівартість виготовленої продукції, у статичі та динаміці через дисконтні ставки визначати показники економічної ефективності від впровадження запропонованого ТП. Проектний розрахунок конструкції розкрійного обладнання, компонування його вузлів, подавальних пристроїв, розкрійних установок і т.д. – є те, що поставило б крапки над "і" у сучасному програмному забезпеченні. Реалізація всього цього комплексу питань дасть можливість сформулювати проблему виготовлення меблевих заготовок з ПДМ на якісно новому рівні, дозволить виконувати не тільки прості технологічні обчислення, а й здійснювати складні інженерно-економічні розрахунки, що і становить основну мету даного дослідження. У будь-якому з випадків розроблене програмне забезпечення повинно пристосовуватися до конкретних постановок виробничих задач, настроюватися під існуючі чи задані ТП виготовлення меблевих заготовок і під будь-яке розкрійне обладнання.

Науковий досвід ряду навчальних і науково-дослідних закладів України (УкрДЛТУ, УкрНДІ-МОД), Росії (МДУЛ, С-ПбЛТА, АТУ, ВЛТА), Білорусі (БТУ), публікації науковців з інших країн (Полі, Чехії), а також практичний досвід передових фірм (Німеччини, Італії, Фінляндії та ін.) – виробників розкрійного обладнання свідчать про значні резерви удосконалення ТП виготовлення меблевих заготовок з ПДМ на базі сучасного спеціалізованого обладнання, їх впровадження та ефективне використання на меблевих підприємствах. Проте низка організаційних питань, пов'язаних з вдосконаленням ТП розкрою ПДМ за картами різних форм і довільної складності на основному і допоміжному обладнанні різної продуктивності та рівня автоматизації, а також з підвищенням ефективності комплексної переробки ПДМ на основну та додаткову продукцію не мають достатньої теоретичної та практичної бази: обґрунтованих постановок виробничих задач, їх математичних моделей, алгоритмів розв'язання і програмного забезпечення. Окрім того, залишаються не вирішеними деякі технічні питання, пов'язані як з конструкційними і технологічними можливостями самого розкрійного обладнання, так і з компонуванням схем автоматичних ліній розкрою чи спеціалізованих комплексів відповідно до різних структур ТП виготовлення меблевих заготовок. Застосування спеціалізованих і високоефективних САПР дозволить вирішити ці та багато інших питань за рахунок істотного скорочення термінів виконання інженерно-економічних розрахунків, а також забезпечить підвищення їх якісного рівня.

Для реалізації відзначених вище можливостей сучасного програмного забезпечення та вимог до його функціонування потрібно виконати деякі напрямки наукової роботи: виявлення основних закономірностей зменшення питомих витрат на виготовлення меблевих заготовок при розкроюванні ПДМ за традиційними картами розкрою різної складності на спеціалізованому обладнанні заданої продуктивності; розробка теоретичних положень оптимізації ТП виготовлен-

ня меблевих заготовок при розкроюванні ПДМ на спеціалізованому обладнанні та створення на їх базі методик проведення інженерно-економічних розрахунків для різних виробничих потреб; розробка оптимальних схем організації ТП виготовлення меблевих заготовок заданої потужності з використанням основного і допоміжного обладнання заданої продуктивності, забезпечення практичними рекомендаціями при впровадженні їх у виробництво; встановлення параметрів компонування схем спеціалізованого обладнання для розкрою ПДМ за картами, різними за базовою конфігурацією і довільної складності, забезпечення практичними рекомендаціями при виконанні проектно-пошукових робіт, а також під час виготовлення їх у виробничих умовах.

Процес автоматизованого проектування карт і складання оптимального плану розкрою ПДМ на меблевій заготовці, автоматизованого проектування ТП їх виготовлення з мінімальними питомими витратами, а також автоматизоване компонування схем автоматичних ліній розкрою чи комплексів спеціалізованого призначення як єдиної технологічної системи повинні містити рутинні та багатократно повторювані процедури виконання перевірних чи проектних розрахунків, у повному обсязі або тільки частково – залежно від рівня значущості розв'язуваних завдань чи досліджуваних систем і заданого ступеня повноти початкової інформації про передбачувані умови їх функціонування, а також у розумних межах деталізації опису завдань, самих систем, їх об'єктів чи елементів. Тенденція передових меблевих фірм до використання максимально автоматизованих систем розкрою (зокрема, автоматичних завантажувальних, розвантажувальних і транспортних пристроїв, автономних пилкових установок для розкрою окремих частин матеріалу, програмних штовхачів для переміщення закладок плит чи відрізанних смуг і заготовок) призводить до того, що спеціалізовані САПР у виробничих розрахунках, наприклад, карт і плану розкрою, виробничо-проектних розрахунках схем організації ТП виготовлення меблевих заготовок, або проектного компонування схем розкрійного обладнання хоча і будуть перенасичені різними детальними елементами, однак, у кінцевому результаті, вони мають дати відчутний економічний ефект від впровадження їх у виробництво. Відсутність на сьогодні таких спеціалізованих САПР супроводжується значними труднощами, які можуть виникати, наприклад, при проектуванні конструкцій вузлів чи модулів автоматичних ліній розкрою, у результаті чого, як правило, доводиться звертатися до фізичного моделювання, тобто виготовлення макетних зразків і проводити на них подальші експериментальні дослідження, що істотно підвищує вартість і тривалість процесу проектування.

Розробка теоретичних положень оптимізації процесу розкрою ПДМ на спеціалізованому обладнанні при виготовленні меблевих заготовок, здатних забезпечити можливість створення адекватних математичних моделей з орієнтацією на використання сучасних обчислювальних засобів, дозволить звести до мінімуму застосування фізичного моделювання за рахунок переходу до математичного моделювання. Такий пе-

рехід пов'язаний не тільки зі зниженням вартості та скороченням термінів виконання виробничо-проектних робіт, але й значно підвищить якість та надійність очікуваних результатів. Тому розробка на підставі цих положень теоретичних основ оптимізації ТП виготовлення меблевих заготовок при розкроюванні ПДМ на спеціалізованому обладнанні та створення на її базі методик проведення виробничих, виробничо-проектних і проектних інженерно-економічних (в сучасному розумінні) розрахунків є актуальною проблемою, має важливе науково-технічне і народногосподарське значення. Однак, щоб розробити всі ці теоретичні положення та основи, необхідно, перш за все, детально ознайомитись з теорією лінійного, нелінійного і динамічного програмування, з основними методами оптимізації, з питаннями технологічної підготовки виробництва і планування собівартості продукції, а також з основними положеннями загальної теорії автоматичних ліній.

Окрім того, будь-яка теорія має право на життя, якщо вона перевірена на практиці або може бути придатною для розв'язання будь-яких задач із зовсім інших областей знань. Тому для підтвердження правильності розроблених теоретичних положень та основ необхідно провести дослідно-експериментальну перевірку ефективності запропонованих заходів на базі існуючих ТП виготовлення меблевих заготовок з ПДМ і наявного спеціалізованого обладнання у конкретних виробничих умовах, а також у статистичній та у динамічній через дисконтні ставки проаналізувати їх економічну ефективність від впровадження у виробництво.

Зрозуміло, що наведений вище перелік основних напрямків дослідження стосовно оптимізації ТП виготовлення меблевих заготовок з ПДМ є далеко не повним, може містити ще багато інших не вирішених питань чи навіть проблем, а у процесі проведення того чи іншого дослідження може поновлюватися зовсім іншими, ще невідомими на даний час. Тому названі вище напрямки наукової роботи залишаються відкритими для доповнення іншими науковцями і здобувачами.

Таким чином, виходячи з окресленого переліку основних напрямків дослідження, пов'язаних з оптимізацією ТП виготовлення меблевих заготовок при розкроюванні ПДМ на спеціалізованому обладнанні, **об'єктом дослідження** є стадія ТП виготовлення продукції, а саме дільниця розкрою ПДМ на меблевій заготовці з використанням основного і допоміжного спеціалізованого обладнання. **Предметом дослідження** є автоматизована система технологічної підготовки виробництва (АСТПВ), підсистема спеціального призначення – проектування ТП виготовлення продукції, зокрема оптимізація ТП виготовлення меблевих заготовок при розкроюванні ПДМ на спеціалізованому обладнанні для різних типів виробництв згідно зі специфікаціями замовників або власними виробничими потребами. Опираючись на досягнення сучасного стану наукових досліджень, **основним методом дослідження** стадії ТП виготовлення меблевих заготовок як складної виробничої системи є метод математичного моделювання і проектування з використанням сучасних числових методів і засобів комп'ютерної техні-

ки залежно від рівня значущості досліджуваних систем і ступеня повноти початкової інформації про передбачувані умови їх функціонування, а також деталізації опису самих систем чи їх елементів.

Під час автоматизованого моделювання і проектування складних виробничих систем необхідно використовувати методологію проектування, основна мета якої полягає у зменшенні кількості інтерактивних етапів і базується на положеннях загальної теорії систем (теорії багаторівневих ієрархічних систем), дискретної математики (математичної логіки і теорії алгоритмів), автоматизації виробничих процесів, теорії прийняття рішень, теорії інформації та ін.

*Yu. Gryciuk*

**MAIN DIRECTIONS OF RESEARCH INTO  
OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL  
PROCESS FOR PRODUCTION OF FURNITURE  
BLANCS OUT OF PLATE WOODEN  
MATERIALS**

*The analysis for main directions of research into optimization of technological process (TP) for production of furniture blanks out of plate wooden materials are conducted. It is proved that for successful solving of this problem it is necessary to consider the process of cards forming, making up the cutting plan, designing the TP for production of furniture blanks and composing the blocks of cutting equipment as a complex unified system applying known methods of mathematical modeling and optimizing.*