

Література

1. Дерягин Р.В. Вибраши лесопильных рам. – Л.: изд-во Ленинградского университета, 1986. – 143 с.
2. Апостолюк С.О. К вопросу моделирования вибраций системы "станок-инструмент-деталь-приспособление" при фрезеровании древесины. ИВУЗ, "Лесн. журнал", Архангельск, 1978, №6.
3. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М.: Машиностроение, 1968. – 218 с.
4. Пышник Н.М. Акустическая диагностика технического состояния лесопильных рам. – Дис. к.т.н., Львов, 1984.

УДК 674.815-41-023

Доц. Ю.І. Грицюк, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

РОЗМІРОУТВОРЕННЯ МЕБЛЕВИХ ДЕТАЛЕЙ

Аналізуються традиційні підходи щодо процесу розміроутворення меблевих виробів і розмірів деталей, розмірів заготовок і типорозмірів розкроюваних матеріалів, принципів формування карт розкрою і проектування схем організації ТП виготовлення меблевих деталей, компонування схем розкрійного обладнання і пилових установок.

Doc. Yu.I. Gryciuk, Dr. Sc. – USUFWT

Size determining for furniture blanks

Traditional approaches to size determining of furniture items and their parts as well as standards for sizes of blanks and cutting materials are being analysed. Principles for formation of cutting maps and designing of schemes for technological processes of furniture blanks production and composition of schemes for cutting equipment and saw installations also are considered.

На ефективність використання плитних деревних матеріалів (ПДМ) значною мірою впливають розміри деталей, які з них виготовляються. Такі площинні деталі переважно є конструктивними чи оздоблювальними елементами будь-якого меблевого виробу. Однак, перед тим, як виявити чинники, які впливають на розміри меблевих деталей, виготовлених з ПДМ, спочатку дамо відповідь на таке запитання: а чи існує на сьогодні проблема розміроутворення меблевих деталей?

Пов'язано це з тим, що раніше практично на всіх промислових підприємствах, у тому числі і на меблевих, широко використовувалася стандартизація, яка вважається одним з ефективних засобів розміроутворення меблевих деталей. Без стандартизації меблевих елементів переважно ні один з виробів не впроваджувався у серійне чи масове виробництво, з її участю модернізувалися існуючі проекти меблів і створювалися нові. Основне завдання стандартизації полягало в узгодженні якості меблевих виробів з якістю сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих до них. Вирішувалося воно на основі принципів взаємозамінності, уніфікації та агрегування, які широко використовувалися при виготовленні меблевих виробів.

Однак, як застосовується стандартизація сьогодні на меблевих підприємствах при проектуванні виробів нам якраз і необхідно вяснити. Розглянемо також питання впливу уніфікації на розміри меблевих деталей і на ефективність використання ПДМ. Окрім того, проаналізуємо основні роботи, пов'язані з даними питаннями, вяснимо їх основні переваги та недоліки.

1. Стандартизація – як засіб ефективного розміроутворення меблевих деталей

Систематичне підвищення ефективності виготовлення продукції та приведення її якості до рівня світових стандартів є обов'язковою умовою діяльності сучасного підприємства в умовах ринкової економіки. Значною мірою всього цього досягається шляхом стандартизації на основі найновіших досягнень науки, техніки і організації праці. *Стандартизація – це процес встановлення і застосування єдиних правил, призначених для впорядкування корисної діяльності всіх зацікавлених сторін для досягнення загального економічного ефекту з дотриманням функціональних умов і вимог безпеки.* Результатом стандартизації є стандарт, який, залежно від об'єкта стандартизації, може бути у вигляді нормативного документу, фізичної константи або предметом. Об'єктом стандартизації можуть бути: конкретна меблева продукція, правила, вимоги, методи, поняття, позначення, які мають перспективу багаторазового використання і т.д.

Основними завданнями стандартизації [5] є: прискорення науково-технічного прогресу; підвищення якості продукції; вдосконалення організації виробництва; розвиток спеціалізації; раціональне використання виробничих фондів, матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів; розвиток міжнародного співробітництва.

Стандартизація враховує перспективні зміни показників стандартів, які встановлюються на основі науково-технічного прогнозування. При цьому результати стандартизації повинні бути випереджаючими. При прогнозуванні умов стандартизації застосовують три методи: *моделювання, екстраполяцію та евристичні.* При *моделюванні* використовуються експериментальні та математичні моделі, які можуть описувати зміни параметрів у часі при відповідних умовах роботи об'єкта або встановлювати терміни використання об'єкта, що забезпечують певні умови його роботи. Метод *екстраполяції* використовується у тих випадках, коли не передбачаються конкретні зміни умов функціонування об'єкта. Зміни можуть бути тільки випадковими, які враховуються методом найменших квадратів або гармонічної рівноваги. *Евристичні* методи базуються на гіпотезах спеціалістів за результатами експертних оцінок опитуванням, наприклад, методом Дельфі.

Оптимальність вирішення народногосподарських проблем забезпечується комплексною стандартизацією, при якій цілеспрямовано використовується система взаємопов'язаних вимог як до основного об'єкта стандартизації, так і до його елементів і умов їх забезпечення. Комплексна стандартизація здійснюється за принципом від цілого до часткового.

За ступенем обґрунтування і глибиною опрацювання розрізняють такі види стандартизації [3]:

- *симпліфікація* – скорочення невиправданої кількості об'єктів. Вилучаються ті об'єкти, які можуть бути замінені без особливих втрат іншими, близькими до них з наявних;
- *уніфікація* – встановлення оптимальної обмеженої кількості об'єктів, які забезпечують достатню різноманітність і виключають зайві типи, види і розміри;
- *типізація* – розробка типових рішень, скорочення можливих варіантів до необхідного мінімуму;
- *взаємозамінність* – забезпечення практично придатної рівнозначності параметрів і властивостей об'єктів стандартизації;

- **агрегативання** – конструювання на основі використання уніфікованих об'єктів і типових рішень з забезпеченням їх взаємозамінності.

Одне з основних завдань стандартизації полягає у тому, щоб узгодити показники якості меблевої продукції з якістю сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів. Це складне завдання вирішується на основі принципів взаємозамінності, уніфікації та агрегативання, які широко використовуються при виготовленні меблевих виробів. Стандарти мають прямий вплив на формування якості виробів, забезпечують її стабільність та ефективність функціонування масового виробництва. Домінуюче значення стандартів у забезпеченні якості продукції є очевидним і визнається в усьому світі.

Стандартизація у проектуванні та виготовленні меблевих виробів дозволяє [5]:

- внести одноманітність у виготовленні окремих деталей, складальних одиниць і елементів при багатоваріантності випуску виробів;
- створити необхідні умови для комплексної механізації та автоматизації виробництва при збільшенні гнучкості ТП;
- підвищити взаємозамінність окремих деталей, елементів і складальних одиниць;
- встановити науково обґрунтовані нормативи;
- забезпечити єдність мір і точність вимірювань;
- створити умови для спеціалізації виробництва і кооперації між меблевими підприємствами;
- гарантувати високу якість виробів з регламентацією показників довговічності.

Основою стандартизації у меблевому виробництві є введення чіткої класифікації меблів за функціональними ознаками з врахуванням конструктивно-технологічних особливостей меблевих виробів. Класифікація меблів за їх типами і видами дозволяє [3]:

- отримати початкові дані для типізації та уніфікації деталей, елементів і складальних одиниць, розробити типові ТП і режими на базі високomeханізованого обладнання;
- розробити науково обґрунтовані норми витрат матеріалів і праці, отримати технічно і економічно обґрунтовані дані для побудови раціональних асортиментних планів проектування і виготовлення меблів з врахуванням сучасних вимог архітектури помешкання, чітко планувати виробництво, враховуючи спеціалізацію та кооперацію на базі виробничих приміщень.

Стандарти на меблеві вироби регламентують функціональні розміри, показники міцності, допустимі вади деревини, але залишають відкритими для творчого вирішення деякі конструктивні рішення і художнє оформлення виробів. Раніше стандартизація сприятливо впливала на процес проектування і конструювання меблевих виробів. При конструюванні складних виробів використовувався метод серійного проектування, який дозволяв на основі стандартних елементів отримувати нові вироби, які відрізнялися між собою у художньому відношенні, але базувалися на єдності типових ТП їх виготовлення з гарантованим забезпеченням стабільної високої якості всіх сконструйованих виробів. Як на той час вважалося, що при серійному проектуванні стандартизація узгоджувала дві протилежні особливості існуючого виробництва: *масовість виготовлення та індивідуальність споживання*.

Проте, складні економічні умови, які охопили Україну, розбалансованість у веденні господарства, відносин між постачальниками і споживачами, переході від серійного і масового до дрібносерійного та індивідуального виробництва при-

звели до того, що стандартизація майже втратила своє домінуюче значення при проектуванні та виготовленні меблевих виробів, порушили одноманітність у виготовленні окремих деталей і складальних одиниць, значною мірою скоротили номенклатуру і асортимент серійного і масового випуску меблевої продукції.

Окрім того, ринкова форма функціонування народного господарства призвела до значного розмежування між різними групами населення, потреби і можливості яких водночас диктують вимоги проектування та виготовлення різноманітних меблевих виробів як за художнім оформленням, так і за вартісними характеристиками. На сьогодні можна з впевненістю сказати, що низька якість і висока вартість меблевих виробів, що випускаються теперішніми державними і, навіть, приватними підприємствами, призвели до того, що потенційні покупці з низьким і середнім рівнем достатку не у стані їх придбати, а з високим рівнем – їх просто не потребують, оскільки не набагато дорожчі, але значно кращої якості можна придбати меблі з-за кордону. Зрозуміло, що такий стан економіки минеться, і у недалекому майбутньому, якщо не найближчим часом, виникне необхідність у перегляді існуючих стандартів на меблеву продукцію, на організацію їх проектування, конструювання та виготовлення.

2. Вплив уніфікації розмірів меблевих деталей на ефективність використання ПДМ

Оновлення номенклатури і розширення асортименту меблевих виробів для задоволення зростаючих потреб споживачів при серійному і масовому виробництві ускладнюється тим, що для цього необхідні значні витрати праці, засобів і часу на переналадження виробництва. Раніше вважалося, що меблеві вироби мають повністю оновлюватися протягом п'яти років, хоча початкові функціональні параметри їх залишалися незмінними, оскільки вони базуються на розмірах тіла людини. Однак на сьогодні такий тривалий період оновлення меблевої продукції є недопустимим, позаяк потреби споживачів міняються значно швидшими темпами, період яких вимірюється в основному півріччями. Однак, реалізувати такі швидкі темпи зміни асортименту продукції можливо тільки за умови повної механізації та автоматизації масового і серійного виробництва, що, як на той час, було практично неможливим у межах підприємств України. Дещо простіше це можна було здійснити на малих меблевих підприємствах, які спеціалізувалися на виконанні дрібних та індивідуальних замовлень, однак своєю продукцією вони могли задовольнити тільки незначне коло споживачів, оскільки тоді їх було надзвичайно мало і працювали вони, в основному, на державні замовлення, а не потреби рядових громадян. Набагато легше вирішуються питання оновлення випуску продукції в умовах функціонування ринкових відносин, коли чимала мережа приватних меблевих підприємств спеціалізуються на виконанні дрібних та індивідуальних замовлень, а своєю продукцією, незважаючи на значний її імпорт, вони можуть задовольнити різні групи споживачів з індивідуальними і вишуканими потребами.

Раціональне вирішення цих протиріч між масовими (серійними) та дрібними (індивідуальними) меблевими виробництвами, а також з постійно зростаючими потребами покупців меблевої продукції можливе за умови використання принципів наступності та їх серійного проектування. Ці принципи означають, що у нових výroбах мають використовуватися всі ті конструктивні елементи і технологія

їх виготовлення, які вже були раніше освоєні виробництвом, і стало можливим завдяки єдності початкових елементів – їх уніфікації [3, 5].

Поняття *уніфікація* походить від латинських слів *unio* – єдність і *facere* – деталь. Уніфікація є початковою стадією стандартизації, основне призначення якої полягає у встановленні оптимальної кількості об'єктів при обмеженні існуючих або створенні нових. Об'єктами уніфікації можуть бути деталі, складальні одиниці, комплекси, процеси і методи. Під час уніфікації вибираються головні параметри об'єкта, яким властива стабільність при подальших технічних його вдосконаленнях. Вони найповніше характеризують конструктивні, технологічні та експлуатаційні властивості виробу, але можуть і не давати вичерпної його характеристики. Водночас, якщо основні параметри визначають характерні властивості виробів і процесів, то вони здебільшого функціонально зв'язані з головними параметрами.

При виборі головних параметрів під час уніфікації необхідно прагнути до того, щоб номенклатура їх була мінімальною, але достатньо повно відображала основні характеристики виробу. Номенклатура цих параметрів повинна бути стабільною, незалежною від технології і конструктивно-технологічних вдосконалень виробів. Уніфікація меблевих виробів може проводитися у різних масштабах виробничої діяльності: міжгалузева, галузева, виробничого об'єднання, у рамках підприємства. Використання принципів наступності та їх серійного проектування під час уніфікації параметрів меблевих виробів дозволяє на основі досягнень науки і техніки обмежити кількість раціональних початкових елементів, з яких можна створити велику кількість різноманітних нових виробів.

За рівнем кількості параметрів уніфікацію розрізняють: комплексну – яка охоплює комплекс об'єктів; повну – яка охоплює всі елементи спроектованого нового виробу; неповну – яка обмежує тільки частину елементів. Повна уніфікація виробів або деталей передбачає обмеження форми, розмірів, матеріалів і інших параметрів; неповна – уніфікує тільки форму, розміри або матеріали.

Уніфікація на основі єдиного підходу і методів стандартизації забезпечує високу ефективність її результатів і сприяє швидкому впровадженню у виробництво і широкому використанню. Уніфікація здійснюється двома шляхами [5]:

- на основі вивчення попиту споживачів і аналізу запропонованої виробництвом номенклатури всіх об'єктів залишають тільки ті вироби, які користуються найбільшою популярністю і мають кращі технологічні та експлуатаційні показники;
- на основі аналізу наукових досліджень і виробничих пропозицій з врахуванням подальшої перспективи і наявних стандартів розробляється система початкових об'єктів, на основі яких створюються нові вироби високої якості.

Другий шлях дозволяє здійснювати повну і комплексну уніфікацію, яка забезпечує можливість використання більш досконалих методів серійного проектування виробів зі стандартних деталей і складальних одиниць на принципах агрегування. Уніфікація параметрів складних меблевих виробів може виходити з параметричної або конструктивної їх єдності. При параметричній єдності в основу уніфікації закладаються ряди головних параметрів виробів одного призначення. При конструктивній єдності за основу приймаються базові вироби, які мають максимальну конструктивну і технологічну наступність, високу якість та перспективність використання.

Переважно співвідношення лінійних розмірів частин рослин, тіла людей і тварин відповідають співвідношенню членів параметричного ряду геометричної

прогресії зі знаменником, отриманим за правилом "золотого перерізу". Згідно з цим правилом значення знаменника визначається за співвідношенням $1/a = a/(1-a)$, тобто він дорівнює середньому геометричному крайніх членів цієї прогресії: $a = 0.618$. Початковим членом такої прогресії здебільшого приймається одиниця "1" з визначеним значенням розмірного параметру. Похідні члени прогресії утворюються при множенні одиниці або його параметра на 0.618^n , де n – ціле додатне або від'ємне число степені знаменника геометричної прогресії.

Правило "золотого перерізу" з давніх часів широко використовується в архітектурі. Проте, для комплексної уніфікації лінійних розмірів меблевих виробів це правило не дає ефективних рішень. Тому за рекомендацією міжнародних організацій по стандартах ISO/p497 розроблені ряди чисел, яким надається перевага, і які якраз і забезпечують єдиний стандартний підхід до вирішення багатьох питань уніфікації параметрів промислової продукції. Такі числа представляють систему градації, яка відповідає сучасним потребам виробництва і експлуатації промислової продукції.

Стосовно меблевої продукції, то її асортимент складається з відповідних конструктивних елементів. Основна група меблів – шафи і тумби – за конструктивними ознаками поділяється: на універсально-збірні, секційні, стелажні та однокорпусні. Однією з основних складових частин названих меблевих виробів є плоскі елементи, тобто деталі, виготовлені з ПДМ. До них належать нижня і верхня основи, бокові стінки, перегородки, двері, задні стінки, полиці, коробки цоколів, елементи верхівок виробів, дна ящиків і ін. Під час проектування меблевих виробів здебільшого використовується неповна уніфікація лінійних розмірів деталей у масштабах галузі. При розробці галузевої системи уніфікації (ГСУ) на розміри площинних деталей корпусних меблів за основу приймаються розміри проїмів, які утворюються при формуванні корпусів меблів за шістьма схемами їх збирання [2]. Введення уніфікації корпусних меблів і площинних їх елементів у свій час значно сприяли подальшому розвитку спеціалізації меблевих підприємств, підвищенню ефективності виробництва, більш повному використанню сировини, матеріалів і високоефективного обладнання, відчутно скоротували обсяги робіт з підготовки виробництва при освоєнні нових меблевих виробів.

Плоскі елементи корпусних виробів (нижня і верхня основи, бокові стінки, перегородки, двері, полиці, коробки цоколів, елементи верхівок виробів) здебільшого виготовляються з ДСП. Розглянемо деякі основні наукові дослідження, пов'язані з уніфікацією лінійних розмірів площинних меблевих елементів, а також проаналізуємо їх вплив на ефективність використання ПДМ.

3. Основні дослідження, пов'язані з уніфікацією розмірів меблевих деталей

Для підвищення ефективності використання ПДМ, скорочення типорозмірів деталей і максимального завантаження обладнання свого часу на багатьох меблевих підприємствах і у виробничих об'єднаннях колишнього СРСР розроблялися свої внутрішні стандарти [2], які були для них обов'язковими під час проектування меблевих виробів. Перед розробкою ГСУ були розроблені та діяли регіональні системи уніфікації лінійних розмірів площинних меблевих деталей в Латвії, Литві, в об'єднаннях "Севзападмебель" і "Центромебель". Кожна з цих систем розроблялася для обмеженої кількості типорозмірів виробів з врахуванням

використовуваних форматів ДСП і місцевих умов оптимізації їх розкрою. Створювалися такі системи уніфікації переважно для досягнення однієї мети – максимального використання розкроюваного матеріалу зі застосуванням різних початкових передумов. Наприклад, у Литовській системі було використано принципи розріджених рядів чисел, яким надавалася перевага. В об'єднанні "Севзападмебель" використовувались конструктивні рішення при формуванні корпусів, а в "Центромебель" – було застосовано модульну координацію.

Наприклад, стандарт Московського меблевого складального комбінату №1 СЕП 163-01-24-76 передбачав як розкроюваний матеріал ДСП розмірами 3500×1750 мм. Лінійні розміри заготовок встановлювалися на базі модуля 24 мм через перевідні коефіцієнти. Оптимальні розміри заготовок на базі цього модуля визначалися з врахуванням обрізання плити по периметру до робочих розмірів 3456×1728 по осях пропилю. При розрахунку модульних розмірів заготовок ширини пропилю приймалися 5 мм. У стандарті передбачалися основний і додатковий ряди оптимальних лінійних розмірів заготовок. Переважаючі розміри заготовок основного ряду наведені у табл. 1, в якій вказані ширина і довжина заготовок, а також загальна кількість заготовок, що отримуються з однієї плити.

Табл. 1 є придатною для визначення координат розкрою плит на один типорозмір заготовок. Безвідходний (уніфікований розмір) можна зробити і на два типорозміри або застосувати змішаний підхід.

Табл. 1. Розміри заготовок площинних меблевих елементів, які задовольняють вимогам уніфікованого розкрою ДСП розміром 3500×1750 мм [2, ст.208]

Коефіцієнт модуля по довжині плити	Довжини заготовок, мм	Вихід заготовок по довжині плити, шт.	Коефіцієнт модуля по ширині плити							
			8	9	10,3	12	14,4	18	24	36
			Ширини заготовок, мм							
			187	211	242	283	341	428	572	861
			Вихід заготовок по ширині плити, шт.							
		9	8	7	6	5	4	3	2	
16	379	9	81	72	63	54	45	36	27	18
18	427	8	72	64	56	48	40	32	24	16
20,6	489	7	63	56	49	42	35	28	21	14
24	571	6	54	48	42	36	30	24	18	12
28,8	687	5	45	40	35	30	25	20	15	10
36	860	4	36	32	28	24	20	16	12	8
48	1148	3	27	24	21	18	15	12	9	6
72	1725	2	18	16	14	12	10	8	6	4

Примітка: робочі розміри плити – 3456×1728 мм; пропилю – 5 мм; модуль – 24 мм.

Відповідно до отриманих оптимальних розмірів заготовок лінійні розміри деталей встановлювалися з врахуванням технологічних припусків на подальшу механічну обробку і можливостей автоматичних і напівавтоматичних спеціалізованих розкрійних ліній. Припуски на механічну обробку приймалися на обидві сторони деталей з лінійним розміром до 1000 мм – 10 мм, від 1000 до 1500 – 15 мм, більше 1500 – 20 мм. Допускалося встановлювати розміри деталей від вказаних у таблиці розмірів заготовок з відхиленнями у межах $\pm 1...5$ мм за рахунок припусків на механічну обробку. Автори цієї розробки стверджують, що при безвідходному розкроюванні одного типорозміру ДСП на уніфіковані розміри заготовок використання плити може становити 94...96 % [2, ст. 207], однак, насправді, це дещо не відповідає дійсності (табл. 2).

Табл. 2. Використання ДСП при розкроюванні однієї плити на деталі згідно з уніфікованими розмірами заготовок (табл. 1), %

Припуски на механічну обробку, мм	Довжини деталей, мм	Вихід деталей по довжині плити, шт.	Припуски на механічну обробку, мм							
			5	5	5	5	5	5	10	10
			Ширини деталей, мм							
			182	206	237	278	336	423	562	851
			Вихід деталей по ширині плити, шт.							
9	8	7	6	5	4	3	2			
5	374	9	90,02	90,57	91,17	91,67	92,32	92,98	92,65	93,53
5	422	8	90,28	90,84	91,44	91,94	92,60	93,26	92,93	93,81
5	484	7	90,60	91,16	91,77	92,26	92,93	93,59	93,26	94,14
10	561	6	90,02	90,57	91,17	91,67	92,32	92,98	92,65	93,53
10	677	5	90,52	91,08	91,69	92,18	92,85	93,51	93,18	94,06
10	850	4	90,93	91,48	92,09	92,59	93,26	93,92	93,59	94,48
15	1133	3	90,90	91,45	92,06	92,56	93,23	93,90	93,56	94,45
20	1705	2	91,19	91,75	92,36	92,86	93,53	94,20	93,87	94,76

Попри значні переваги запропонований стандарт має і деякі недоліки. Наприклад, якщо змінити хоча б робочі розміри плити з 3456×1728 мм на 3495×1745 мм, то при безвідходному розкроюванні уніфіковані розміри заготовок будуть мати дещо інші лінійні розміри (табл. 3), а також зовсім інше використання розкроюваного матеріалу (табл. 4). Якщо ж змінити ширину плити з 1750 на 1830, або ширини пропилю чи припуски на механічну обробку заготовок, то, знову ж таки, отримаються зовсім інші лінійні розміри заготовок. То про яку ж їх уніфікацію тут йдеться, якщо вона залежить від таких змінних чинників?

Табл. 3. Розміри заготовок площинних меблевих елементів, які задовольняють вимогам уніфікованого розкрою ДСП розміром 3500×1750 мм

Коефіцієнт модуля по довжині плити	Довжини заготовок, мм	Вихід заготовок по довжині плити, шт.	Коефіцієнт модуля по ширині плити									
			7,1	7,9	8,9	10,2	11,9	14,4	18,0	24,1	36,3	72,7
			Ширини заготовок, мм									
			170	189	213	245	286	345	432	578	870	1745
			Вихід заготовок по ширині плити, шт.									
			10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
9,5	228	15	150	135	120	105	90	75	60	45	30	15
10,2	245	14	140	126	112	98	84	70	56	42	28	14
11,0	264	13	130	117	104	91	78	65	52	39	26	13
11,9	286	12	120	108	96	84	72	60	48	36	24	12
13,0	313	11	110	99	88	77	66	55	44	33	22	11
14,4	345	10	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
16,0	383	9	90	81	72	63	54	45	36	27	18	9
18,0	432	8	80	72	64	56	48	40	32	24	16	8
20,6	495	7	70	63	56	49	42	35	28	21	14	7
24,1	578	6	60	54	48	42	36	30	24	18	12	6
29,0	695	5	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5
36,3	870	4	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4
48,4	1161	3	30	27	24	21	18	15	12	9	6	3
72,7	1745	2	20	18	16	14	12	10	8	6	4	2

Примітка: робочі розміри плити – 3495×1745 мм; пропилю – 5 мм; модуль – 24 мм.

Табл. 4. Використання ДСП при розкроюванні однієї плити на деталі згідно з уніфікованими розмірами заготовок (табл. 3), %

Припуски на механічну обробку, мм	Довжини деталей, мм	Вихід деталей по довжині плити, шт.	Припуски на механічну обробку, мм										
			5	5	5	5	5	5	5	10	10	20	
			Ширини деталей, мм										
			165	184	208	240	281	340	427	568	860	1725	
			Вихід деталей по ширині плити, шт.										
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				
5	223	15	90,11	90,44	90,87	91,75	92,08	92,84	93,28	93,06	93,93	94,21	
5	240	14	90,51	90,84	91,28	92,16	92,49	93,26	93,70	93,48	94,35	94,63	
5	259	13	90,70	91,03	91,47	92,35	92,68	93,45	93,89	93,67	94,55	94,83	
5	281	12	90,84	91,17	91,61	92,49	92,82	93,59	94,03	93,81	94,69	94,97	
5	308	11	91,27	91,60	92,04	92,93	93,26	94,03	94,48	94,26	95,14	95,42	
5	340	10	91,59	91,92	92,37	93,26	93,59	94,37	94,81	94,59	95,48	95,76	
5	378	9	91,65	91,98	92,42	93,31	93,65	94,42	94,87	94,65	95,53	95,81	
5	427	8	92,02	92,36	92,80	93,70	94,03	94,81	95,26	95,03	95,93	96,21	
5	490	7	92,40	92,74	93,18	94,08	94,42	95,20	95,65	95,42	96,32	96,60	
10	568	6	91,81	92,14	92,59	93,48	93,81	94,59	95,03	94,81	95,70	95,98	
10	685	5	92,27	92,60	93,05	93,94	94,28	95,06	95,51	95,28	96,18	96,46	
10	860	4	92,67	93,01	93,46	94,35	94,69	95,48	95,93	95,70	96,60	96,88	
15	1146	3	92,62	92,95	93,40	94,30	94,64	95,42	95,87	95,65	96,54	96,83	
20	1725	2	92,94	93,28	93,73	94,63	94,97	95,76	96,21	95,98	96,88	97,16	

ВПКІМ сумісно з ВВНО "Центромебель" свого часу [3] розробили стандарт 13-163-01-78 "Элементы мебельные щитовые. Оптимальные размеры", призначення якого було те ж саме, що і попереднього. У ньому лінійні розміри площинних меблевих елементів визначалися на базі модуля 16 мм. За розкроюваний матеріал приймалися ДСП розмірами 3500×1750 з обрізанням по периметру до 3455×1728 мм. Припуски на механічну обробку і ширини пропилів були аналогічними.

В той же самий період було розроблено ГСУ [5] розмірів меблевих корпусів, в якій було враховано всі позитивні сторони впроваджених у виробництво регіональних систем. Окрім того, у "Ленпроектмебель" було об'єднано раніше розроблені системи з ГСУ і створено власну систему "Модулар", яка дозволяла відмовитися від великої кількості типорозмірів площинних меблевих деталей і вирішувала питання уніфікації не тільки за типорозмірами, але й за їх технологічною обробкою. Система "Модулар" забезпечувала значний ефект при існуючій на той час спеціалізації меблевих підприємств регіону "Севзападмебель". При розкроюванні ДСП розмірами 3500×1750 мм на заготовки зі застосуванням системи "Модулар" забезпечувалося їх використання до 95 %.

В умовах функціонування ринкових економічних відносин багатьом меблевим підприємствам доводиться виготовляти значний асортимент меблевої продукції, у тому числі і за ескізами замовників. Виконання замовлень без використання системи уніфікації у рамках підприємства веде до значного збільшення кількості типорозмірів меблевих деталей і зниження продуктивності праці, а також зростання питомих витрат на їх виготовлення. З цією метою в Білоруському державному технологічному університеті було розроблено систему уніфікації (СУ) меблевих деталей з ДСП, яка базується на принципах беззалишкового розкрою плит [1, 7]. Запропонована СУ розповсюджується на всі корпусні меблі та дозво-

ляє встановлювати уніфіковані розміри меблевих деталей з ДСП, які формують меблеві вироби.

Розроблена СУ охоплює значну кількість деталей меблевих виробів. Однак, автори вважають, що деякі деталі уніфіковувати немає потреби (наприклад, декоративні та всі дрібні елементи). По-перше, їх розміри повинні бути строго пропорційними або мають окремо розраховуватися, оскільки вони залежать від розмірів інших конструктивних елементів (наприклад, передні стінки ящиків по ширині залежать від кількості ящиків і загальної висоти пройому). По-друге, будь-які деталі малих розмірів завжди легко отримати при розкроюванні кускових відходів. Враховуючи те, що СУ повинна використовуватися на конкретному підприємстві під час проектування всіх корпусних виробів, то в її основі закладено такі розміри заготовок, які задовольняють функціональним ознакам меблевих виробів, що випускаються серійно, і розмірам виробів за ескізами замовників, водночас забезпечується максимальне використання розкроюваного матеріалу.

Щоб досягти максимального використання ДСП у запропонованій СУ приймаються такі розміри заготовок, які вкладаються у повноформатний розмір плити без залишку. Лінійні розміри заготовок визначаються за такою формулою:

$$l = \text{int} \left[\frac{L - t \cdot (n - 1)}{n} \right], \quad (1)$$

де: $\text{int}[]$ – ціла частина від числа; l – довжина або ширина уніфікованої заготовки, мм; L – довжина або ширина плити, мм; t – величина пропилу, мм; n – кількість випилюваних смуг по ширині плити або заготовок вздовж смуги, шт.

При визначенні уніфікованих розмірів заготовок приймається розмір розкроюваного матеріалу з врахуванням від'ємного відхилення від номінального розміру. Тому при складанні таблиць для ДСП з номінальними розмірами 3500 мм по довжині та 1750 мм по ширині за початкові розрахункові розміри беруться: довжина – 3495 мм і ширина – 1745 мм. Розміри уніфікованих заготовок для цих розмірів плити наведені у табл. 5 і 6.

Табл. 5. Довжини уніфікованих заготовок, отриманих з ДСП довжиною 3500 мм

Довжини деталей, мм	Величина припуску (мм) при ширині заготовки:		Довжини заготовок (мм) при їх ширині:		Кількість випилюваних заготовок, шт.	Залишок матеріалу (мм, %) при ширині заготовок:				Коеф. використання, %
	до 600 мм	> 600 мм	до 600 мм	> 600 мм		до 600 мм	> 600 мм	до 600 мм	> 600 мм	
216	10	12	226	228	15	35	1,00	5	0,14	92,57
233	10	12	243	245	14	28	0,80	0	0,00	93,20
252	10	12	262	264	13	29	0,83	3	0,09	93,60
274	10	12	284	286	12	32	0,92	8	0,23	93,94
299	12	14	311	313	11	24	0,69	2	0,06	93,97
331	12	14	343	345	10	20	0,57	0	0,00	94,57
369	12	14	381	383	9	26	0,74	8	0,23	94,89
418	12	14	430	432	8	20	0,57	4	0,11	95,54
481	12	14	493	495	7	14	0,40	0	0,00	96,20
564	12	14	576	578	6	14	0,40	2	0,06	96,69
681	14	14	695	695	5	0	0,00	0	0,00	97,29
854	14	16	868	870	4	8	0,23	0	0,00	97,60
1145	14	16	1159	1161	3	8	0,23	2	0,06	98,14
1727	16	18	1743	1745	2	4	0,11	0	0,00	98,69

Табл. 6. Ширини уніфікованих заготовок, отриманих з ДСП шириною 1750 мм

Ширини деталей, мм	Величина припуску (мм) при довжині заготовок:		Ширини заготовок (мм) при їх довжині:		Кількість випилюваних заготовок, шт.	Залишок матеріалу (мм, %) при довжині заготовок:				Коеф. використання, %
	до 1200 мм	>1200 мм	до 1200 мм	> 1200 мм		до 1200 мм	> 1200 мм			
156	10	14	166	170	10	40	2,29	0	0,00	89,14
175	10	14	185	189	9	40	2,29	4	0,23	90,00
199	12	14	211	213	8	22	1,26	6	0,34	90,97
231	14	14	245	245	7	0	0,00	0	0,00	92,40
272	14	14	286	286	6	4	0,23	4	0,23	93,26
331	14	14	345	345	5	0	0,00	0	0,00	94,57
416	14	16	430	432	4	10	0,57	2	0,11	95,09
562	14	16	576	578	3	7	0,40	1	0,06	96,34
854	14	16	868	870	2	4	0,23	0	0,00	97,60
1725	16	20	1741	1745	1	4	0,23	0	0,00	98,57

Автори цієї розробки стверджують, що прийняті уніфіковані розміри довжин і ширин заготовок дозволяють здійснити розкрій повноформатної плити на однакові смуги без залишку, чим самим забезпечують її використання до 96-98 %.

Табл. 7. Використання ДСП при розкроюванні її на уніфіковані розміри деталей (табл. 5 і 6), %

Припуски на механічну обробку, мм	Довжини деталей, мм	Вихід деталей по довжині плити, шт.	Припуски на механічну обробку, мм									
			14	14	14	14	14	14	16	16	16	20
			Ширини деталей, мм									
			156	175	199	231	272	331	416	562	854	1725
			Вихід деталей по ширині плити, шт.									
			10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
12	216	15	82,52	83,31	84,21	85,54	86,33	87,55	88,02	89,19	90,35	91,25
12	233	14	83,08	83,88	84,79	86,12	86,92	88,14	88,62	89,79	90,96	91,87
12	252	13	83,44	84,24	85,15	86,49	87,29	88,52	89,00	90,18	91,35	92,26
12	274	12	83,74	84,55	85,46	86,80	87,61	88,84	89,33	90,51	91,69	92,60
14	299	11	83,77	84,57	85,49	86,83	87,64	88,87	89,35	90,53	91,72	92,63
14	331	10	84,30	85,11	86,03	87,38	88,19	89,44	89,92	91,11	92,30	93,22
14	369	9	84,58	85,40	86,32	87,67	88,49	89,73	90,22	91,42	92,61	93,53
14	418	8	85,17	85,99	86,92	88,28	89,10	90,36	90,85	92,05	93,25	94,18
14	481	7	85,76	86,58	87,51	88,89	89,71	90,98	91,47	92,68	93,89	94,83
14	564	6	86,19	87,02	87,96	89,34	90,17	91,44	91,93	93,15	94,37	95,30
14	681	5	86,72	87,56	88,50	89,89	90,73	92,00	92,50	93,73	94,95	95,90
16	854	4	87,00	87,84	88,79	90,18	91,02	92,30	92,80	94,03	95,26	96,21
16	1145	3	87,49	88,33	89,28	90,68	91,53	92,82	93,32	94,55	95,79	96,74
18	1727	2	87,97	88,82	89,78	91,19	92,03	93,33	93,84	95,08	96,32	97,28

Якщо розміри окремих меблевих деталей не вкладаються у систему уніфікованих заготовок, то їх необхідно вибирати за межами уніфікованих значень. Авторами [1, 7] встановлено, що таких деталей у меблевих виробках може бути до 20 % від загальної їх кількості. Тоді при розкроюванні плит будуть отримуватися залишки, які у подальшому можна використати для різних потреб виробництва. У випадку, коли початкові розміри плити становлять 2800×1830 мм, то розміри уніфікованих заготовок, отриманих за формулою (1), будуть дещо іншими, наприклад, по ширині плити (табл. 8). Авторі допускають, що підприємства можуть самостійно вирішувати

ти, які типорозміри плит для них є основними і яку систему уніфікованих розмірів заготовок вони повинні прийняти для практичного використання.

Табл. 8. Ширини уніфікованих заготовок, отриманих з ДСП шириною 1830 мм

Ширини деталей, мм	Величина припуску, мм	Ширини заготовок, мм	Кількість випилюваних заготовок, шт.	Залишок матеріалу		Коефіцієнт використання, %
				мм	%	
168	10	178	10	0	0,00	91,80
188	10	198	9	3	0,16	92,46
213	10	223	8	6	0,33	93,11
246	10	256	7	3	0,16	94,10
290	10	300	6	0	0,00	95,08
351	10	361	5	0	0,00	95,90
442	10	452	4	2	0,11	96,61
595	10	605	3	0	0,00	97,54
900	10	910	2	0	0,00	98,36
1815	10	1825	1	0	0,00	99,18

Недолік запропонованої системи уніфікації полягає у тому, що вона є практично аналогічною до попередніх, свідченням чого є однакові лінійні розміри уніфікованих заготовок, які подано у табл. 3 і табл. 5, 6. Різниця тільки у розмірах деталей, оскільки у кожному з випадків використано різні припуски на механічну обробку заготовок, у результаті чого і простежується дещо різне використання розкроюваного матеріалу (див. табл. 4 і 7). Якщо ж все звести до однакових початкових умов розрахунку, то й отримаємо однакові результати. Тобто, практично нічого нового не було розроблено.

Ще не так давно багатьма науковцями робилися спроби комплексного вирішення проблеми розкрою ПДМ з вдосконаленням системи уніфікації деталей і технології проектування меблевих виробів, а також з виробництвом самих ПДМ [6, 8]. Підвищення ефективності використання розкроюваного матеріалу може бути знайдене шляхом розв'язання задачі розкрою у комплексі зі задачею оптимізації типорозмірів ПДМ як на базі системи уніфікації розмірів меблевих деталей, так і в умовах конкретного виробництва. Актуальність такого підходу підкріплюється тим, що не так давно широкого розповсюдження отримали лінії з неперервним способом пресування ПДМ, коли їх розміри по довжині можуть змінюватися у широкому діапазоні.

Запропонований авторами [6] метод оптимізації типорозмірів плитних матеріалів базується на оптимізації значень генератора $\bar{K} = \sum_{i=1}^m K_i$ можливих варіантів карт розкрою, розміри яких можуть змінюватися у заданих межах.

Математична модель запропонованої авторами задачі має такий вигляд:

$$\begin{cases} K_i^n \leq K_i \leq K_i^p; \quad i = \overline{1, m}, \\ A_i \cdot K_i \leq L^*; \\ F = L^* \cdot \sum_{i=1}^m X_i \rightarrow \min, \end{cases} \quad (2)$$

де: K_i^n – найменше ціле (не нижче L^n/A_i); K_i^p – найбільше ціле (не вище L^p/A_i); $L^* = L/K_i$ – шуканий розмір плити; L^n, L^p – обмеження на розмір плити ($L^n \leq L^* \leq$

L^B); X_i – найменше ціле (не нижче X_i/K_i); K_i – кількість карт розміром $A_i \cdot S$ ($S=const$), встановлене при розв'язанні задачі (2);

$$A_i = \sum_{j=1}^n \alpha_{ij} \cdot a_{ij} \leq L^B \left(\alpha_{ij} = 1, 2, \dots, \frac{L^B}{a_{ij}} \right),$$

де a_{ij} – один з розмірів заготовки, наприклад, по довжині a_{1j} та ширині a_{2j} .

Розроблений алгоритм пошуку оптимальних значень типорозмірів плит базується на направленому переборі значень K_i . Ефективність оптимізації типорозмірів ПДМ зростає зі зменшенням кількості видів виготовлюваних з них заготовок.

Автори [9] запропонованої розробки стверджують, що вдосконалення системи уніфікації меблевих деталей повинно базуватися на основі математичних співвідношень, які враховують антропометричні та фізіологічні характеристики будови людського тіла, і за умови дотримання експлуатаційних, технологічних, економічних і естетичних вимог, яким повинні відповідати меблеві вироби. Значить, необхідно розробити математичні принципи розміроутворення деталей при конструюванні меблевих виробів. В основу такої системи пропонується закласти числові послідовності $\{a_n\}$, для членів яких виконується умова:

$$a_{n+2} = a_n + a_{n+1}. \quad (3)$$

Ці ряди мають таку важливу властивість:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_n}{a_{n-1}} = \sqrt{1.25} - 0.5 \approx 0.618,$$

тобто відношення сусідніх членів ряду при $n \rightarrow \infty$ прямує до "золотого перерізу", яке знаходиться в основі пропорцій будови людського тіла. Прикладом такого ряду є ряд Фібоначчі: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, ... Для членів запропонованого ряду виконується таке фундаментальне співвідношення:

$$a_i^n = \sum_{j=0}^n c_j^n \cdot a_{i-n-j}, \quad (i > 2 \cdot n; n = 0, 1, 2, \dots), \quad (4)$$

де $c_j^n = \frac{n!}{j! \cdot (n-j)!}$ – кількість сполучень з n елементів по j .

На основі співвідношень (3) і (4) формується вся множина співвідношень між членами ряду, які задовольняють таке співвідношення:

$$a_i = F_j \cdot a_{i-j} + F_{j+1} \cdot a_{i-j-1} + F_{j-1} \cdot a_{i-j-2},$$

де F_j – члени ряду Фібоначчі.

Генерування придатних розмірів меблевих виробів на основі членів послідовності, яка має вказані вище властивості, дозволяє не тільки вдосконалити систему розміроутворення меблевих деталей і типорозмірів ПДМ, але і по-новому підійти до проблеми оптимального розкрою, коли формування карт розкрою легко формалізувати і досягнення максимального використання розкроюваного матеріалу стає не винятком, а правилом. Автори [6] також стверджують, що систематизація лінійних розмірів площинних меблевих деталей згідно з викладеними вище принципами повинна охопити і розміри заготовок (з врахуванням припусків на механічну обробку) і типорозмірів ПДМ. Це, водночас, дасть змогу переглянути традиційні підходи і до принципів формування карт розкрою.

Висновок

Таким чином, розглянуті вище принципи стандартизації ще не так давно широко використовувалися на підприємствах при проектуванні меблевих виробів, основне завдання якої полягало в узгодженні якості виготовленої продукції з якими сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих до них. Стандартизація використовувалася і широко застосовується при виготовленні меблевих виробів, вважається в усьому світі одним з ефективних засобів формування розмірів і якості виробів, яка вирішується на основі принципів взаємозамінності, уніфікації та агрегування.

Уніфікація на основі єдиного підходу і методів стандартизації забезпечує високу ефективність розміроутворення не тільки меблевих виробів, але й деталей, які забезпечують максимальне використання розкроюваного матеріалу. Плідні ідеї та розробки різних виробництв і науковців сприяли швидкому їх впровадженню у виробництво і широкому використанню підприємствами. Однак, в умовах функціонування ринкових відносин, виникає потреба у деякому перегляді традиційних підходів щодо процесу розміроутворення меблевих виробів і, як наслідок, розмірів деталей, розмірів заготовок і типорозмірів розкроюваних матеріалів, принципів формування карт розкрою і, як потім виявиться, проектування схем організації ТП виготовлення меблевих деталей, компонування схем розкрійного обладнання і його пилкових установок.

Література

1. Барташев А.А., Сердега В.М., Протасов П.В. Условия безотходного раскроя плит // Деревообрабатывающая промышленность. – М.: Экология, 1993. – №6. – С. 13-15.
2. Белов А.А., Янов В.В. Художественное конструирование мебели. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1985. – 216 с.
3. Блехман А.Б. Проектирование и конструирование мебели. – 2-е изд., пераб. и доп. – М.: Лесн. пром-сть, 1988. – 272 с.
4. Единая номенклатура мебели и оборудования общественных зданий массового строительства. – М.: Стройиздат, 1982. – 128 с.
5. Отраслевая система унификации. Мебель корпусная. Корпуса унифицированные. Типы. Размеры. Элементы шитовые. Размеры / ВПКТИМ. – М.: – 1982.
6. Пижурич А.А., Спивак Я.П. Новое в оптимальном планировании раскроя листовых древесных материалов на мебельные заготовки // Деревообрабатывающая промышленность. – М.: Экология, 1990. – №6. – С. 21-23.
7. Сердега В.М. Система унификации шитовых элементов мебели на основе безостаточного раскроя плитных материалов / Труды Белорусского государственного технологического университета. Серия П. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. – Минск, 1994, вып. 2. – С. 97-102.
8. Спивак Я.П. Направления совершенствования системы унификации шитовых деталей мебели/ Тезисы докладов XVII научно-технической конференции "Научно-технический прогресс в лесной и деревообрабатывающей промышленности". – К.: – 1991. – С. 34-35.