

**ДО ПИТАННЯ ШЛІФУВАННЯ ФАНЕРИ АБРАЗИВНИМ
ІНСТРУМЕНТОМ БАГАТОШАРОВОЇ СТРУКТУРИ**

Описано переваги і недоліки існуючого обладнання для шліфування фанери. Розглядається можливість використання абразивних циліндрів на операції шліфування фанери.

Prof. V.M. Golubec; Doctorate B.O. Magura – USUFWF

**To the problem of plywood grinding by abrasive tools
with multilayer structure**

Advantages and disadvantages of existing equipment for grinding of plywood is briefly described in the article. The opportunity of using of abrasive cylinders for grinding of plywood is considered.

У різних регіонах і країнах світу динамічно розвивається виробництво листових деревних матеріалів (деревостружкових і деревоволокнистих плит, а також фанери). Ці матеріали ефективно замінюють пиломатеріали в різних сферах споживання. Розширюються обсяги споживання листових деревних матеріалів в будівництві.

Основною класифікаційною ознакою фанери і фанерної продукції є її призначення. За цією ознакою фанеру можна розглядати як конструкційний матеріал і як матеріал, призначений для опорядження, наприклад, в меблевому виробництві. До інших класифікаційних ознак відносяться: порода деревини, формат листа, товщина фанери, конструкція листа, фізико-механічні властивості (міцність, водостійкість, щільність та ін.), наявність захисного або опоряджувального покриття тощо.

Для забезпечення гладкої поверхні листа (як правило для наступного опорядження) і вирівнювання його по товщині, усунення забруднень і подряпин фанеру шліфують.

Шорсткість поверхні нешліфованої фанери, личкової струганим шпоном дуба, ясеня, в'яза, сосни і модрина, повинна бути $R_{M\max}=200$ мкм, не більше, а для інших порід $R_{M\max}=100$ мкм, не більше, по ГОСТ 7016-82.

Шорсткість поверхні шліфованої фанери, личкової струганим шпоном дуба, ясеня, в'яза, сосни і модрина, повинна бути $R_{M\max}=100$ мкм, не більше, а для інших порід $R_{M\max}=60$ мкм, не більше, по ГОСТ 7016-82.

Шорсткість поверхні зовнішнього шару фанери з лушеного березового шпону повинна відповідати вимогам ГОСТ 3916.1-96.

Для шліфування фанери використовують циліндрові та широкострічкові шліфувальні верстати. Циліндрові верстати бувають одностороннього шліфування з верхнім або нижнім розташуванням трьох-чотирьох шліфувальних циліндрів та двостороннього шліфування, які мають шість-вісім по три-чотири циліндри зверху і знизу.

За видом подачі розрізняють верстати з валковою і гусеничною подачею. Циліндрові шліфувальні верстати мають невелику продуктивність, від-

різняються трудомісткістю налагоджування і особливо заміни шліфувальної шкурки. Використовують верстати ШЛЗ ЦВ-3, ШЛЗ Ц-19, а також фінської фірми "Рауте" типу SKV.

Продуктивність трициліндрових шліфувальних верстатів одностороннього шліфування при швидкості подачі 8...17 м/хв. становить 100...250 листів/год для фанери з берези довжиною 1525 мм.

До сучасного обладнання по обробці фанери належать широкострічкові шліфувальні верстати. Завдяки значній довжині шліфувальних стрічок (2,6 м і більше), фанеру можна обробляти одночасно з двох боків при швидкостях подачі до 24...50 м/хв. Продуктивність їхня в 3...4 рази більша, ніж продуктивність верстатів типу ШЛЗ ЦВ-3, а конструкція дозволяє швидко і точно налагоджувати на товщину шару, що знімається. Замінюють відпрацьовані шліфувальні стрічки за 3...5 хв. на відміну від 40...45 хв. у циліндрових верстатах.

Промисловістю випускається верстат ДКШ-1, призначений для калібрування і шліфування деревостружкових плит. Коли шліфувальні стрічки мають відповідну зернистість, його можна використовувати і для шліфування фанери. До переваг шліфувального верстата ДКШ-1 відноситься жорсткість конструкції (гарантує надійну і стабільну роботу) і значна потужність приводу контактних валків (які забезпечують високу продуктивність). Верстат з однією парою шліфувальних стрічок може бути використаний для шліфування фанери при зернистості шліфувальної шкурки 40(50)і швидкостях подачі не більше 15 м/хв.

Для обробки фанери віддають перевагу шліфувальним верстатам з двома-трьома парами шліфувальних стрічок, які дозволяють поєднувати продуктивність процесу, точність обробки і потрібну чистоту поверхні. Принципово різні типи широкострічкових верстатів, придатних для шліфування фанери, відрізняються кількістю шліфувальних агрегатів (2,4,6) і видом контактних притискних елементів (контактний валок, балка і комбінований притискач).

У світовій практиці шліфування фанери найбільше визнання отримали верстати фірм "Бізон" (Німеччина), "Штейнеман" (Швейцарія), "Беттхер-Гесснер" (Німеччина), "Бафтерінг" (Німеччина) та ряд американських фірм.

Верстати фірми "Бізон" (Німеччина) типу BSM виготовляються з двома, чотирма і шістьма шліфувальними агрегатами, тобто з однією, двома і трьома парами шліфувальних стрічок шириною 1300, 1600, 1900, 2200 і 2600 мм.

Найпоширеніший і найпридатніший для шліфування фанери – верстат BSM/190, на якому послідовно виконують калібрування і чистове шліфування матеріалу. Верстат випускають у двох виконаннях: з розташуванням калібрувальних агрегатів в одній калібрувальній площині і з розташуванням агрегатів по довжині верстата у напрямку подачі. Агрегати для чистового шліфування мають контактні притискні балки з робочою шириною 80...110 мм. Верстат оснащений тиристорним електроприводом подачі, що забезпечує безступеневе її регулювання від 0 до 30 м/хв. Переваги верстата BSM/190: висока надійність, зручність обслуговування і хороша якість обробки завдяки використанню контактних притискних балок.

Верстат ТВО76-4 (США, Фінляндія) також має чотири шліфувальні агрегати і призначений для калібрування і чистового шліфування листових деревних матеріалів. Верстат високопродуктивний, компактний, забезпечує високу точність обробки і задовільну якість. До недоліків слід віднести ручне управління швидкістю подачі, можливість шліфування фанери з різнотовщинністю не більшою 0,5 мм і відсутність пристрою для поздовжньої орієнтації листів, що може призводити до їх перекосу і застрягання в процесі шліфування.

Верстати фірми "Штейнеман" типу OSUS випускаються з двома, чотирма і шістьма шліфувальними агрегатами. Верстати гами OSUS 2000 мають тільки один верхній і один нижній шліфувальні агрегати, кожен з яких оснащений контактним валиком, а іноді додатково – контактною притисковою балкою. Контактні валики, які несуть шліфувальну стрічку, мають профільоване резинове покриття, яке забезпечує потрібний тиск на матеріал і чистоту обробки. Натягування стрічок і їхня поперечна осциляція здійснюється із застосуванням пневматики. Подача здійснюється фрикційними роликами, швидкість яких регулюється безступенево. Верстати цього типу, як правило, використовують в складі шліфувальних ліній з установкою двох-трьох агрегатів залежно від потрібної продуктивності і якості обробки.

Верстати, які випускає фірма "Беттхер-Гесснер", типу UF190 також мають 2-6 шліфувальних вузлів. Вони оснащені патентованим пристроєм для центрування листів перед подачею відносно верхнього і нижнього контактних валиків, що гарантує точне знімання припуску з обох сторін матеріалу. Верстати марки UF190, маючи шість шліфувальних вузлів, забезпечують калібрування, проміну і чистову обробку і в результаті високопродуктивне і високоякісне шліфування.

Продуктивність двохсторонніх широкострічкових шліфувальних верстатів, $m^3/зміна$, визначається за формулами:

$$P = TV_n K_p K_3 BS, \quad (1)$$

$$P = TV_n K_p K_3, \quad (2)$$

де: T – тривалість зміни, хв; V_n – швидкість подачі, м/хв; K_p – 0,9...0,94 – коефіцієнт використання робочого часу верстату; K_3 – 0,9...0,95 – коефіцієнт заповнення верстату; B , S – ширина і товщина фанери, м.

Годинна продуктивність двохсторонніх широкострічкових шліфувальних верстатів при обробці березової фанери форматом 1525×1525 мм при швидкостях подачі 12...25 м/хв. змінюється в межах 400...800 листів.

Здатність до обробки матеріалів і зносостійкість шліфувальних шкурок значною мірою залежить від наступних факторів: зернистості, тобто розміру абразивних зерен; виду абразивного матеріалу; матеріалу основи; виду зв'язки; способу насипання абразивних зерен; щільності насипання – кількості абразивного матеріалу на одиниці площі основи; довжини шліфувальної шкурки.

Але шліфувальна шкурка, яка використовується для шліфування фанери, не завжди відповідає вимогам виробництва. Її основними недоліками є мала продуктивність, через тонкий абразивний шар, відносно низька зносос-

тійкість, висока собівартість. В Українському державному лісотехнічному університеті в результаті експериментальних досліджень було створено новий високопродуктивний абразивний інструмент для шліфування плит на базі абразивних циліндрів. Абразивний циліндр являє собою металеву оправу, на яку наросується абразивний шар потрібної товщини, зернистості, структури і твердості. В наш час ці круги впроваджені на ряді меблевих та деревообробних підприємств України, Росії та Білорусі. Ці абразивні циліндри встановлюються на модернізовані існуючі верстати ДКШ, МКШ. У цих верстатах верхній і нижній шліфувальні агрегати базової моделі замінені шліфувальними агрегатами з абразивними циліндрами.

Період роботи абразивного циліндра – 4-6 місяців залежно від режиму завантаження. Для порівняння термін роботи шліфувальної шкурки становить 3-10 робочих днів залежно від типу, зернистості та способу її виготовлення, режиму завантаження.

У результаті аналізу техніко-економічної ефективності калібрування шліфування плитних матеріалів абразивними циліндрами на епоксидній зв'язці виявлено, зокрема, наступне [1]:

- собівартість обробки одиниці продукції в 2,2 рази нижча, ніж при калібруванні струганням і фрезеруванням, в 3,2 рази – порівнянно з обробкою шліфувальною стрічкою;
- продуктивність процесу калібрування-шліфування зросла майже в два рази за рахунок збільшення подачі порівняно з прийнятою при обробці струганням, фрезеруванням і шліфуванням шліфшкурками;
- точність обробки становить $\pm(0,07...0,10)$ мм, що в 2...5 разів вище, ніж при таких способах калібрування, як шліфування шліфшкуркою, стругання і торцюве фрезерування.

Орієнтовна вартість модернізації верстата ДКШ-1, у тому числі вузлів модернізації та комплекту абразивних циліндрів становить 2000 доларів США, що дає підприємству змогу зекономити значні кошти саме на операції калібрування-шліфування.

Тому, зважаючи на динаміку росту виробництва фанери та техніко-економічну ефективність абразивних циліндрів при шліфуванні ДСП, в лабораторії шліфування УкрДЛТУ ведеться робота по дослідженню можливості використання абразивних циліндрів на операції шліфування фанери.

На даний момент проведено дослідження залежності твердості абразивних кругів від процентного вмісту зерна, зв'язуючого матеріалу та зернистості. Отримано математичну модель залежності твердості круга від досліджуваних факторів у вигляді поліному другого порядку:

$$Y = 5092.82 - 223.22 \cdot X_1 + 0.73 \cdot X_2 + 244.84 \cdot X_3 + 0.13 \cdot X_1 \cdot X_3 - 2.18 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0.16 \cdot X_2 \cdot X_3 + 2.46 \cdot X_1^2 + 0.42 \cdot X_2^2 - 636.5 \cdot X_3^2, \quad (3)$$

де: Y – нормалізоване позначення твердості круга; X_1 – нормалізоване позначення процентного вмісту зерна; X_2 – нормалізоване позначення процентного вмісту зв'язуючого; X_3 – нормалізоване позначення коефіцієнта зернистості.

Також було проведено дослідження впливу технологічних факторів (швидкості різання, швидкості подачі, глибини шліфування) на показники

процесу шліфування фанери (довжина шліфування, висота нерівностей шліфованої поверхні, величина зношення круга) кругами твердістю 120 МПа і зернистістю 50. Незважаючи на позитивні показники по довжині шліфування та висоті нерівностей ($R_{m\max} \leq 100$ мкм за ГОСТ 3916-1-96) ці круги не можна вважати придатними для шліфування фанери, так як вони працюють в режимі інтенсивного самозаточування, або зношування, що становить $\Delta=0,8-1,0$ мм на 1000 м прошліфованої фанери. Тому є доцільним проводити дослідження з кругами вищих твердостей ($H_{кр} = 160; 200$ МПа) та інших зернистостей ($Z=32; 63$), над чим і працює зараз колектив лабораторії.

Література

1. Грицишин С.И. Разработка абразивного инструмента на эпоксидной связке и исследование процесса калибрования-шлифования плитных древесных и других материалов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук – Львов, 1982. – 22 с.

УДК 658.52.011:674.05.075 Доц. С.В. Гайда, канд. техн. наук – УкрДІТУ

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОБОТИЗАЦІЇ МЕБЛЕВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ

Висвітлюються особливості роботизації деревообробних підприємств з використанням оброблювальних центрів (ОЦ) та промислових роботів (ПР) різних конструкцій провідних фірм світу. Наводяться їх коротка класифікація та перспективи використання в Україні.

Doc. S.V. Gayda – USUFWT

Features and outlooks robotic furniture industry of Ukraine

The features robotic of wood-working firms with usage of processing centers of different designs of leading firms of a world are illuminated. Their brief classification and outlooks of usage in Ukraine is given.

У наш час незначна кількість ПР використовується для автоматизації *деревооброблювального виробництва* (ДОВ), але деяка інформація про кількісні та якісні сторони роботизації у цій галузі промисловості вже є. Навальний розвиток високих технологій пов'язаний із використанням ОЦ, які в перспективі стануть основою *гнучких виробничих модулів* (ГВМ). Технологія використання ПР і ОЦ у деревообробленні знаходиться зараз на такому етапі розвитку, коли роботизація ДОВ розглядається як один із засобів перебудови виробництва. Доцільність роботизації ДОВ сьогодні оцінюється **трьома характеристиками**:

- **витратами на технологічне обладнання**, оскільки вартість ОЦ залежно від рівня виконання становить від \$20 до \$200 тис. і більше;
- **ступенем окупності капіталовкладень**, оскільки окупність цього обладнання порівняно з традиційним, може бути не прийнятною для ДОВ;
- **досягнутим рівнем якості продукції**, оскільки дана властивість ДОВ дає змогу не тільки поліпшити споживчі якості останньої, а й знизити її собівартість завдяки ліквідації браку та зниженню витрат на виробництво.

Основною труднощі використання ПР у ДОВ є **необхідна точність позиціонування** як габаритних заготовок, так і інструменту. У сучасних ПР вона недостатня для надання правильного положення оснащення. Особливі успіхи в цьому напрямі вже є, коли йде мова про ОЦ, де закріплення деталей відбувається в уніфікованих зонах оброблення – робочих столах, що мають вакуумні установки потужністю 180...500 м³/год. Найпоширеніші – **консольні** з автоматизованими траверсами, що мають управляючі вакуумні присмоктувачі, які швидко позиціонуються за індексними точками з допомогою лазера, а також **площинні, тандемні та монтажні** з маятниковим режимом роботи (ВІМА).

За точністю позиціонування інструменту та **якісного оброблення** заготовок ОЦ ділять на класи точності, мм: а) прецизійний – від 0,02 до 0,1; б) високоточний – 0,1...0,5; в) точний – 0,6...1,0; г) середній – 1,1...2,0; д) грубий – більше 2,0. Для технології виробів з деревини достатньо – 0,1...0,2 мм.

У деяких випадках на операціях завантаження-розвантаження швидкодія ПР не є достатньою для ритму роботи ОЦ (0,5...3 м/с). Швидкість же переміщення інструментів в ОЦ є значно вищою – від 5 до 10 м/с, а при обертотому русі – 180 °/с, з частотою обертання шпинделя від 500 до 36000 об/хв.

При роботизації таких операцій, як об'ємно-профільне фрезерування на ОЦ з кількістю ступенів рухомості 5...6, основною проблемою є програмування, оскільки ПР має виконувати велику кількість складних рухів. Останнім часом керуючою програмою, що управляє рухом робочих органів, є комбінована система ЧПУ, і застосовується універсальними ОЦ, які виконують складне, об'ємне, безступінчасте, фасонно-фрезерне оброблення. Наприклад, у ОЦ **BOF-41** (HOMAG) комбінована система ЧПУ також складається з двох програм – **WoodWOP** та **Homatic**; у ДЦ **BIMA-810** програми **IMAWOP** та **IMATRONIC**.

Краще зрозуміти значення ОЦ та ПР у вдосконаленні ДОВ можна, якщо розглянути концепцію ГВС, яка лежить в основі виробництва різних деталей. У наш час найбільший розвиток ця концепція дістала під час оброблення листових матеріалів, а також тіл обертання, де можливе підвищення продуктивності в 2-3 рази та є можливість роботи системи без оператора протягом усієї зміни.

Основні проблеми розвитку ГВС щодо брусків деталей пов'язані з розширенням їх номенклатури, точністю базування, створенням базуючих пристроїв і нагромаджувачів. Розвиток ГВС стосовно деталей типу тіл обертання стримується необхідністю вирішення проблем розширення їх номенклатури за розмірами та формою, завантаження й розвантаження верстатів, створення універсального змінного оснащення для базування та закріплення деталей.

Оцінивши ситуацію, яка склалася на ринках України щодо реалізації ОЦ деревооброблювальним підприємствам, бачимо, що за рівнем виконання (складністю оброблення) вони поділяться на **три групи**:

- центри, які виконують певний вид операцій – свердлильно-присадочні центри (WEEKE – BST-300, Vitap – Elite-132 та ін.), кутові центри (Weinig – Uni-control-6...10, scm – Format, Windor, Kontur), розкрійні центри (Giben – PRISMATIC-301; HOMAG – Optimat CH-03; HOLZMA – Optimat HPP-82 та ін.),