

гезійну міцність, її величина залишається задовільною, отже, можливо та доцільно здійснювати модифікування деревини м'яколистяних порід з наступним опорядженням.

Література

1. Цой Ю.И. Исследование и разработка технологии склеивания модифицированной древесины/ Автореф. дис...канд. техн. наук: 05.21.05. – Л.: 1978. – 18 с.
2. Хрулёв В.М., Арисланов О.Н. Технология склеивания модифицированной древесины: Обзор. информ. – М.: ВНИПИЭИЛеспром, 1984. – 36 с.
3. Патент России № 2061014 от 27.05.96. В27 М3/ 04. Машкин Н.А., Хрулёв В.М., Аблесов С.А., Токтогжаев М.А. – Способ склеивания щитов пола из модифицированной древесины.
4. Промышленное использование древесины тополя/ Аблесов С.А., Машкин Н.А., Мусаев Т.С., Хашимов А.Ю., Хрулёв В.М. – Бишкек: Учкун, 1997. – 104 с.
5. Нормативно-справочные материалы для таксации лесов Украины и Молдавии. – К.: Урожай, 1987. – 560 с.
6. Пижурич А.А., Розенблит Н.С. Исследование процессов деревообработки. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 232 с.

УДК 674.093

Асист. О.О. Шепелюк – УкрДЛТУ

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОКАТУ У ФАНЕРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Проведено аналіз застосування прокату як методу обробки лушеного шпону у фанерному виробництві.

Assist. O.O. Shepeliuk – USUFWT

Application of rolling in plywood production

The analysis of application of hire, as method of processing shelled veneer sheet in plywood manufacture is executed.

Важливим питанням у час ринкових відносин є проблема економії сировини, матеріалів, і енергоресурсів, і як наслідок проблема зниження собівартості продукції є найголовнішим завданням для існуючих виробництв. Конкурентність фанерних виробництв за ринок збуту своєї продукції змушує їх привернути велику увагу на матеріало- та енерговитрати основного виробництва. Цьому виробництву притаманна висока енергомісткість сушильного відділення та основного пресового обладнання. За даними канд. тех. наук Д.М. Стерліна, початкова вологість шпону становить 60-100 % і для висушування його до вологості 6-12 % необхідно затратити до 1100 кілограм пари на сушіння 1 м³ шпону [1] (для сушарок СУР-4 при продуктивності 1,6-1,8 м³/год, шпону товщиною 1,5 мм) [1, 2]. Питання покращення енергетичної ефективності використання тепла у фанерному виробництві стають все більш актуальними і потребують належної уваги. Великі енерговитрати, пов'язані із сушінням шпону, змушують проводити пошук нових шляхів, спрямованих на зменшення початкової вологості шпону.

Одержана у процесі різання стрічка шпону проходить через просвіт, утворений між ножом і лінійкою лущильного верстата. Величина зазору –

приблизно 80 % від товщини стрічки. Унаслідок цього крайка ножа і крайка лінійки здійснюють обтискання стрічки шпону. З деревини витискається волога, що призводить до зменшення вологості одержуваного шпону (вологість шпону зменшується на 8-10 %) [1]. Величина тиску й обтиску визначаються режимами різання і необхідною якістю шпону і не можуть бути підвищені. Хоча відомо, що якість шпону і відповідно фізико-механічні властивості кінцевої продукції значною мірою залежать від ступеня обтиску шпону притисною лінійкою. Зростання ступеня обтиску (до визначеної межі) призводить до збільшення міцності на розтяг впоперек волокон, зменшується шорсткість поверхні і підвищується точність формування товщини шпону. Зростання міцності шпону пояснюється зменшенням глибини і частоти тріщин які неминуче утворюються у процесі луцення [16, 17]. Швидкість різання, що теж впливає на кількість вологи, що відтискається, визначає продуктивність верстата – чим вона вища, тим вища продуктивність. Отже, у процесі луцення відсутні фактори, які сприяють збільшенню кількості вологи, що відтискається. З цієї причини одним з перспективних способів зменшення вологості сирого шпону без втрат тепла є можливість продовження процесу механічного виділення вологи за допомогою прокатного верстату.

Дослідження, проведені І.А. Шейдіном, показали, що під час прокатування шпону у верстатах з діаметром валів 160 і 220 мм. і швидкостях прокатки від 0,02 до 0,38 м/с волога відтискається інтенсивно і рівномірно. Максимальний тиск прокатування, що забезпечує значне зменшення вологості за відсутності зминання (руйнування) волокон, особливо в місцях знаходження сучків не повинен перевищувати 2,0- 2,5 кг/мм² (20-25 МПа). Кількість витиснутої вологи при цьому становить 27-34 %. Крім того, кількість вологи, що витиснулась механічним шляхом тим більша, чим менша товщина шпону і кінцева вологість його наближається до межі гігроскопічності.

Під час прокатування лушеного шпону загальна деформація його зумовлена зазором між валками, значення якої досягає 40-45 %, а залишкова деформація після завершення цього процесу не перевищує 2-3 %. Ріст величин деформацій спостерігається із збільшенням товщини шпону. Разом з тим відомо, що при максимальному ущільненні шпону, лінійні розміри його збільшуються на 2-3 % (при прокатуванні шпону вздовж волокон) і 10 % (при прокатуванні шпону поперек волокон) [2]. Радіальна і тангенціальна усушка його, при наступному досушуванні, трохи більша, ніж не прокатоного, і становить (у середньому) відповідно 7 і 12 % [3]. Деяке збільшення усушки в радіальному напрямку може бути пояснено порушенням цілісності серцевинних променів під впливом зусиль процесу прокатування, які стискають в напрямку волокон.

Досліджено, що операція прокатування вологого лушеного шпону потребує значно менших зусиль, ніж прокатування сухого шпону. Додаткові затрати електроенергії на прокатування компенсуються інтенсифікацією процесу сушіння лушеного шпону, а безперервний характер цього процесу дозволяє проводити операцію відтискання вільної вологи без додаткових капітальних затрат [2]. Крім того, попереднє виділення вологи дозволяє зменши-

ти градієнт вологості шпону (наприклад, ядрової і заболонної деревини хвойних і листяних порід), що забезпечить кращий контроль над процесом наступного досушування і тим самим запобігти таким недолікам операції сушіння, як пересушування або недосушування шпону [2].

Ущільнення листів вологого лущеного шпону при термопрокаті не перевищує 5 %. При наступному досушуванні шпону і склеюванні фанери ущільнення, за величиною, компенсується спресуванням фанери із непрокатаного шпону і у загальному величина спресування не перевищує 0,5 % [7].

Таким чином, при прокатуванні сирого шпону зменшується вологість його перед сушінням до 35-39 %, що дозволяє підвищити продуктивність сушильних агрегатів не менше, ніж на 30 % [11, 12].

Не менш актуальним питанням у фанерному виробництві є економія основних і допоміжних матеріалів. Використання в основному дорогих імпортних фенолоформальдегідних клеїв, за рахунок якісних їх характеристик, призводить до зростання собівартості основної продукції. Розхід адгезиву на випуск 1 м³ фанери залежно від його виду і способу тверднення становить 30-70 кг. (фенолофармальдегідного клею 32-35 кг.) [14].

Використання прокату сухого лущеного шпону спрямований на зменшення витрати адгезивного матеріалу у клейовій композиції, надання фанері певних якісних і фізико-механічних властивостей, контроль процесу спресування фанери та інтенсифікацію режимів процесу пресування. Виявляється можливість прогнозувати і цілеспрямовано керувати механічними властивостями як шпону, так і кінцевої продукції виробництва [17]. Процес прокату сухого лущеного шпону несе у собі двоякий характер. Це механічне вирівнювання як поверхні шпону, так і листа в цілому, і вплив на його поверхневу активність під впливом температури [13, 7].

Перспективність використання прокату сухого шпону є одним із прогресивних напрямків фанерного виробництва. Після прокату поверхня шпону під дією температури і тиску ущільнюється, стає більш гладкою і блискучою. Наявні на поверхні шпону мікро-нерівності втискаються у приповерхневий шар, зменшується різнотовщинність шпону [2-4, 7, 9, 18].

При використанні прокату у певному температурному полі (термопрокат) шпон піддається короткочасному впливу тиску і температури (120-200 °C), при цьому його верхні шари розм'якшуються і пластично деформуються. Крім того, відбувається розм'якшення лігніну й інших аморфних речовин поверхневого шару [4]. І, як наслідок, змінюються і фізико-механічні властивості поверхневого шару шпону, що визначають якість адгезивного з'єднання деревини з полімерним адгезивом. [5].

З літературних даних відомо, що поверхневий натяг деревини становить 44-50 мДж/м², а полімерів 18-45 мДж/м² [6, 17]. Отже, поверхневий натяг деревини, обробленої термопрокатом, повинен зменшитися через утворення на ній тонкого шару розплавленого лігніну. З іншого боку, поверхневий натяг твердого тіла значною мірою буде залежати від умов утворення поверхні. Будь-яка механічна обробка спотворює структуру приповерхневого шару. У ньому утворюються залишкові напруги. У результаті надлишкова енер-

гія приповерхнього шару твердого тіла визначається не тільки некомплексованістю зв'язків молекул одного тільки зовнішнього шару, але і ряду інших шарів, що знаходяться поблизу поверхні. Таким чином, деформація поверхні шпону призводить до росту її поверхневого натягу і впливає на її змочування [5]. Встановлено, що між збільшенням поверхневого натягу твердого тіла, викликаним деформацією і напруженням, що виникає у підкладці при деформації, має місце лінійна залежність [8].

Зі сказаного вище можна зробити висновок, що поверхнева активність деревини, обробленої термопрокатом, залежить від технологічних режимів цього процесу.

Незважаючи на велику зацікавленість до використання термопрокату у фанерному виробництві, дотепер відсутній науково обґрунтований підхід до вибору значень параметрів технологічного процесу термопрокату. Дані, що містяться в літературних джерелах, носять здебільшого емпіричний характер. Тому необхідно з метою визначення оптимальних технологічних режимів термообробки деревини вивчити фізико-механічні властивості отриманої поверхні.

Встановлено, що із збільшенням величини обтиску лушеного шпону залишкова деформація збільшується і дещо зменшується із збільшенням початкової вологості шпону і швидкості прокату [9]. Після ущільнення шпону різнотовщинність його зведена до мінімуму. Наявність тріщин, сучків й інших вад негативного впливу на операцію ущільнення, при незначній загальній деформації шпону, не несе. Шпон після прокату стає більш еластичним.

Зменшення витрати клею при формуванні клейового з'єднання із збереженням фізико-механічних властивостей фанери є одним із основних напрямків економії адгезиву. Незважаючи на вагомий негативні фактори, що стосуються як технологічного процесу загалом, так і характеристики клеєнаносного верстату і його вузлів (зношення клеєнаносних валів і, як наслідок, нециліндричність їх по довжині, неточність дозування клею залежно від його в'язкості), якість шпону і його поверхні має істотне значення при формуванні на ньому плівки адгезиву.

Важливим моментом в отриманні міцного, клейового з'єднання є етап нанесення адгезиву, на якому починається процес взаємодії клею із шпоном. Взаємодія рідкого клею з поверхнею шпону залежить, насамперед, від властивостей адгезиву і стану скеювальної поверхні матеріалу. Однією з головних характеристик клею, що впливають на якість клейового з'єднання є поверхневий натяг вихідного компонента клею-смоли. Введення до складу клею каталізатора затвердіння, практично, на величині поверхневого натягу не позначається. На поверхневий натяг має істотний вплив в'язкість смоли. У свою чергу, здатність смоли змочувати поверхню шпону і розтікатися по ній, утворюючи безперервну плівку, рівномірної товщини, обумовлюється поверхневим натягом смоли.

Із збільшенням в'язкості смоли значення коефіцієнта поверхневого натягу збільшується [10]. Це пояснюється зростанням сил внутрішнього тертя (в'язкості), що викликають сповільнення руху шарів рідини. Сили поверхневого натягу спрямовані вздовж поверхневого шару рідини. Вони прагнуть

втримати поверхневий шар у напруженому стані як розтягнуту пружну плівку, яка прагне змінити форму своєї поверхні, перешкоджаючи розтіканню рідини по підкладці. Крім того, в'язкість клею залежить від його температури. Зміна температури шпону викликає зміну температури клейової плівки, яка наноситься клейовим валом на шпон. Зміна температури клейової плівки, яка наноситься на шпон, змінює механізм її відриву від клейового вальця. Із збільшенням температури шпону (до певної межі) в'язкість клейової плівки зменшується та її відрив від валка який наносить клей проходить скоріше, тобто кількість клею, що наноситься на шпон, зменшується. Склеювання попередньо прокатаного шпону дозволяє скоротити розхід клею залежно від ступеня ущільнення на 5-20 % [2].

Більшість авторів прогнозують, що термопрокат сухого лушеного шпону перед нанесенням клею дозволить зменшити шорсткість поверхні, зменшить величину його різнотовщинності, що призведе до зменшення витрати клею і відповідно до зниження токсичності готової продукції. Попереднє ущільнення сухого лушеного шпону дозволяє зменшити загальний час пресування, оскільки теплопровідність ущільненого шпону є кращою. Тривалість пресування скорочується залежно від виду адгезиву і ступеня ущільнення до 20 % [2]. Крім того, тиск пресування основного пресового обладнання має забезпечити тільки надійне змикання листів шпону. Виникає можливість контролю за процесом спресування фанери, а також за її фізико-механічними властивостями. Попереднє ущільнення зовнішніх листів фанери дозволяє запобігти пробиванню клею, покращити якість поверхні, тим самим зменшити енерго- і трудовитрати, пов'язані із наступними операціями полагодження фанери. Однак, відсутність режимів прокату, відсутність кореляції між різними параметрами і кінцевими результатами, наявність здебільшого, емпіричних висновків змушує провести певний науковий пошук у цьому напрямку.

Аналізуючи все наведене вище, необхідне зауважити, що використання прокату у виробництві фанери має два основні напрямки зниження собівартості продукції. Це використання прокату з метою інтенсифікації процесу сушіння при прокатуванні вологого шпону, а також, використання прокату (термопрокату) з метою попереднього ущільнення, калібрування та усунення мікронерівностей поверхні шпону. Дані якісні зміни прогнозовано вплинуть на зменшення витрати адгезивного матеріалу, покращення якості фанери.

Наявність здебільшого емпіричних висновків, відсутність науково обґрунтованих режимів прокату, їхнього впливу на якість кінцевої продукції, реальну зацікавленість виробництв дає поштовх до наукових досліджень щодо впливу термопрокату на фізико-механічні властивості фанери.

Література

1. Стерлин Д.М. Сушка в производстве фанеры и древесностружечных плит. – М.: Лесн. пром-сть, 1977. – 384 с.
2. Герасимов Ю.Г. Предварительная прокатка шпона в производстве слоистой клееной древесины/ Деревообраб. пром-сть. – 1987, № 1.
3. Шейдин И.А., Мальцевская Р.Н. Прокатка лушеного шпона на вальцовых станках. В кн. "Механическая обработка древесины" (ЦИТИСИлесбумдревпром). Научно-технический сборник 12. – М.: 1962. – С. 20-25.

4. Яремчук Н.И. Исследование и разработка способов облагораживания поверхности древесины и покрытий на ней прокаткой и протягиванием. – Л, 1972, Авторефер. дис к.т.н. – Л.: 1972. – 24 с.
5. Басин В.Е. Адгезионная прочность. – М.: Химия, 1981. – 208 с.
6. Яковлев А.Д. Химия и технология лакокрасочных покрытий: Учебное пособие для вузов. – Л.: Химия, 1981, С. 352.
7. Кулаков Н.Н., Битюков Ю.А. Энергозберегаючі сушильні установки для измельченной древесины и шпона. – В экспресс информ. – (Плиты и фанера Вып. 9) – М.: ВНИИПИЭИлеспром, 1991. – С. 2-6.
8. Овруцкая Н.А., Акопян. Л.А., Русанов А.И. Взаимосвязь поверхностного натяжения со структурой деформируемых эластомеров. – В кн.: Термодинамические и структурные свойства граничных слоев полимеров. – К.: Наук. думка, 1976, С. 15-18.
9. Кирилов А.Н., Глотов А.И. Исследование процесса уплотнения строганного шпона методом проката. "Науч. тр. Моск. лесотехн. ин – т", 1985, № 170, 59-63.
10. Ветошников Ю.И., Кошелова Н.А., Левинская Ю.Б. Исследование процесса формирования контакта клея со шпоном. "Технл. и оборуд. деревообработ. пр – в." – Л.: 1984. – С. 32 – 35.
11. Битюков Ю.А., Волкова Т.А. Обезвоживание лущеного шпона термопрокатом "Новое в производстве фанеры и фанерной продукции". – М.: 1988. – С. 59-65.
12. Битюков Ю.А. П. Способ сушки шпона. НПО Научфанпром. А. – С. 1335789, СССР. Заявл. 30.12.85, № 3999122/24 – 06, опубл. в Б.И., 1987, № 33. МКИ F 26 В 5/14
13. Зотов А.А., Глотов А.И. Влияние уплотнения шпона на адгезию лакокрасочных покрытий. "Научн. тр. Моск. лесотехн. и – та" 1986. № 178, 55 – 58.
14. Куликов В.А. Производство фанеры. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – С. 368.
15. Бехта П.А. Виробництво та обробка лущеного та струганого шпону: Навчальний посібник. – К.: ІСДО, 1995. – 296 с.
16. Ремизов В.Г., Козлов М.В., Таршис Ю.Д. Анализ напряженно-деформированного состояния древесины при лущении шпона/ Деревообработ. пром-сть 1989 № 7. – С. 12.
17. Израилит А.Б., Мурзич Ю.Г., Герасимов Ю.Г. Анализ процесса нагружения древесины и шпона при прокате.
18. Демьянченко В.Н., Маленьких С.М., Сагаль С.З. Станок для термопроката древесных материалов: А.С. 1562144 СССР, МКИ⁵ В 26 М 1/02; Укр. науч.-произв. деревообработ. об-ние, № 4424076/23 – 75. – Заявл. 04.04.88/ Опубл. 07.05.90.Бюл. № 17.

УДК 674.047

*Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук; асист. Ж.Я. Гуменюк;
асист. І.А. Соколовський – УкрДЛТУ*

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ СУШИЛЬНИХ КАМЕР ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ

Описана методика визначення основних техніко-економічних показників сушильних камер – продуктивності і витрат енергії на процес сушіння.

Prof. P.V. Biley; Assist. Zh.Ya. Humeniuk; Assist. I.A. Sokolovs'ky – USUFWT

The technical and economical indexes of cyclic drying kilns

The procedure of the main measure of drying reins determination has been described. The productivity and energy expenditure for drying process have been determined.

Камерне сушіння пилопродукції – найбільш енергомісткий технологічний процес у лісопилянні і деревообробці. В існуючих камерах значна частина енергії витрачається неекономно: втрати тепла через огороження і з відпрацьованим повітрям; витрати теплової енергії на зволоження повітря та через недосконале теплове обладнання; витрати тепла через негерметичність сушарок.