

Література

1. Канторович Л.В. Математические методы организации и планирования производства / Л.В. Канторович. – Л : Изд-во ЛГУ. – 1963. – 243 с.
2. Бирман И.Я. Транспортная задача линейного программирования / И.Я. Бирман. – М. : Изд-во "Экономиздат", 1962. – 241 с.
3. Кадюк З.С. Економіко-математичні моделі розрахунку оптимального плану розвитку тваринництва і кормовиробництва : лекція / З.С. Кадюк. – Дубляни : Вид-во ЛСГІ. – 1973. – 43 с.
4. Кравченко Р.Г. Экономико-математические модели задач по сельскому хозяйству / Р.Г. Кравченко. – М. : Изд-во "Экономика", 1965. – 311 с.
5. Наконечний С.І. Погодний ризик АПК: адаптивне моделювання, економічне зростання та прогнозування / С.І. Наконечний, С.С. Савіна. – К. : Вид-во ДЕМІУР, 1998. – 186 с.
6. Токмалаева С.С. ОАСУ – Сельхоз / С.С. Токмалаева, Л.Ф. Арсенькина, Л.Л. Хлюпина. – М. : Изд-во ВНИИ кибернетики Минсельхоза СССР. 1965. – 260 с.
7. Гаврилов Г.В. Моделирование экономических процессов на основе унифицированных моделей / Г.В. Гаврилов, Р.Г. Кравченко // Математическое моделирование экономических процессов в сельском хозяйстве. – М. : Изд-во "Колос", 1978. – С. 389-406.
10. Досяк О.І. Основи автоматизації процесу побудови числових економіко-математичних моделей / О.І. Досяк // Вісник Технологічного університету Поділля. – Хмельницький. – 1998. – № 6. – Ч.2. – С. 150-153.
11. Досяк О.І. Методи побудови лінійних мультизадачних економіко-математичних моделей / О.І. Досяк // Вісник Технологічного університету Поділля. – Хмельницький. – 1998. – № 5. – С. 131-136.
12. Досяк О.І. Розроблення концепції експертної системи оптимального планування і управління кормовиробництвом (ЕСОПУК) сільськогосподарського підприємства / О.І. Досяк // Науковий звіт з НДДКР: номер державної реєстрації № 0196V010121, інвентарний номер № 0296V002251. – УКРІНТЕІ. – 1996. – 60 с.

Досяк О.І. Основы автоматизации процесса формирования матриц экономико-математических моделей для систем поддержки принятия оптимальных решений

Рассмотрены теоретические основы автоматизации процесса построения матриц экономико-математических моделей для систем поддержки принятия оптимальных решений (СППОР).

Dosyak O.I. Bases of automation of process of forming of matrices of economic and mathematical models for the systems of support of optimal decisions

Given article is dedicated by the question of the theoretical bases of automation of process of construction of matrices of economic and mathematical models are exposed for the systems of support of optimal decisions (ODSS).

УДК 004.925.8: 004.94:674.093.6

Доц. В.О. Маєвський, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ РЕАЛЬНОЇ КОЛОДИ ДЛЯ ІМІТАЦІЇ ЇЇ РОЗПИЛЮВАННЯ НА ПИЛОПРОДУКЦІЮ

Розглянуто особливості розроблення моделі реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад деревини за результатами деструктивного поділу (розпилювання) колоди у виробничих умовах. Порівняння результатів реального розпилювання колоди з результатами імітаційного розпилювання моделі цієї колоди засвідчили адекватність розробленої моделі та її придатність для подальших досліджень.

Ключові слова: колода, сканування, вади деревини, пиломатеріал, модель, імітаційне розпилювання, програмне забезпечення для тривимірного моделювання SolidWorks.

Постановка проблеми та актуальність досліджень. Для оптимального розпилювання колод на пилопродукцію природно цікавитися їх розмірно-якісною характеристикою, адже більш повна інформація є передумовою прийняття правильного рішення в процесі розпилювання. Параметри форми та поверхневі вади є тими доступними особливостями колоди, які можуть бути враховані на більшості підприємств, що займаються їх розпилюванням. Однак цього не завжди достатньо, оскільки інформація про зовнішню частину колоди не дає змогу використати всю потенційну вигоду від розпилювання колод стосовно якості отриманої пилопродукції та її ціннісного виходу. Реалізація повної потенційної вигоди можлива за умови врахування не лише зовнішніх, але й внутрішніх особливостей колоди, які складно достовірно ідентифікувати.

Тому розроблення моделей реальних колод з урахуванням зовнішньої і внутрішньої будови, на підставі результатів імітаційного розпилювання яких приймається рішення щодо варіанта (напрямку, методу, способу і схеми) розпилювання, є актуальною проблемою, оскільки її ефективне вирішення забезпечить можливість виконання заданої специфікації пилопродукції з мінімальними витратами сировини.

Аналіз відомих досліджень. Значна частина досліджень в галузі лісопиляння орієнтована на створення ефективних засобів для сканування колод як зовнішнього, так і внутрішнього автоматичного оброблення отриманої інформації та прийняття рішення щодо вибору оптимального варіанта розпилювання.

Стосовно зовнішнього сканування форми та розмірів колоди, то ця задача на сьогодні практично вирішена. Однак, ефективність внутрішнього сканування колод, незважаючи на ґрунтовні дослідження у цьому напрямку, залишається не повністю вирішеною. Зокрема, потребують вирішення такі питання: адаптація технологій внутрішнього сканування колод до якості зображення, особливо для колод з корою; відсутність ефективних комп'ютерних програм, які б дали змогу якісно ідентифікувати і математично точно описати вади деревини; висока вартість обладнання для внутрішнього сканування колод та його обслуговування; недостатня швидкість сканування; радіаційна безпека людини, навколишнього середовища і сканованої деревини [2].

Очевидно, ґрунтовні дослідження застосування технологій зовнішнього і внутрішнього сканування колод для отримання достовірної інформації будуть продовжуватися і надалі, проте підвищення ефективності технологій сканування колод однозначно здійснюватиметься завдяки підвищенню їх вартості. Результати дослідження ефективності технологій сканування у різних науковців різняться: деякі стверджують, що застосування технології внутрішнього сканування колод забезпечує зростання ціннісного виходу до 30 % [3], однак більшість схиляється до того, що ця величина не перевищує 12...20 % [4-7].

Цікавими є результати, отримані у роботі [5], у якій додатково до сканування зовнішньої форми колоди виконано сканування сучків на її поверхні. Подальше моделювання виявлених сучків у вигляді конуса, який розпочинається від серцевини і виходить на поверхню, дає змогу збільшити на 4 % ціннісний вихід, порівняно з традиційною технологією сканування зовнішньої форми і розмірів. А за умови використання СТ-сканерів, які дають змогу отримати повну інформацію про внутрішні вади колоди, можна досягнути збільшення показника ціннісного виходу до 6 %.

Треба також зауважити, що у процесі реального розпилювання колод досвідчений верстатник (оператор) може прийняти рішення, яке буде оптимальним з точки зору забезпечення специфікаційного або ціннісного виходів.

У будь-якому випадку, для перевірки ефективності технологій сканування, особливо внутрішнього, необхідно використовувати деструктивний поділ колоди (розпилювання, луцення) на пилопродукцію і порівнювати їх результати.

Отже, розроблення моделей реальних колод з урахуванням їх розмірів, форми та наявних вад (зовнішніх і внутрішніх) є актуальною проблемою з огляду на можливість перевірки ефективності технологій сканування, встановлення впливу різних факторів (розмірно-якісних характеристик і форми колод; напрямів, способів та схем розпилювання колод; базування колод тощо) на вихід пилопродукції та прогнозування текстури на її поверхнях.

Особливості розроблення моделі реальної колоди. Оптимальним варіантом для створення адекватної моделі реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад є використання деструктивного поділу колоди (розпилювання) на пиломатеріали для визначення таких основних характеристик: розмірів і форми пиломатеріалів; розміщення, розмірів, форми, виду та стану наявних на поверхнях пиломатеріалів вад деревини; форми річних кілець на поверхнях пиломатеріалів. За визначеними основними характеристиками, встановленими після розпилювання колоди на пиломатеріали, у спеціалізованому програмному забезпеченні розробляється модель реальної колоди.

Методика експериментальних досліджень. З метою отримання достовірної інформації для розроблення моделі реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад необхідно здійснити такі операції:

- вибрати колоду на складі пилової сировини (колода має бути класичним типом представником пилової сировини, яка переробляється на конкретному лісопиляльно-деревобробному підприємстві);
- корувати колоду;
- визначити розмірні характеристики колоди (діаметри з кроком 0,1 м за довжиною та довжину колоди);
- визначити розміщення, розміри, форму, вид та стан наявних на поверхнях колод вад деревини;
- розпиляти колоду розвальним способом на необрізні пиломатеріали;
- визначити розміри і форму пиломатеріалів (ширини і товщини пиломатеріалів з кроком 0,1 м та довжини пиломатеріалів);
- визначити розміщення, розміри, форму, вид та стан наявних на поверхнях пиломатеріалів вад деревини;
- визначити форму річних кілець на поверхнях пиломатеріалів;

- розробити модель реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад у вигляді графічного тривимірного об'єкту;
- здійснити умовний поділ моделі колоди на 8 секторів і встановити насиченість вадами кожного з них (передбачено для оптимального вибору орієнтації базування моделі колоди навколо її осі на подальших етапах досліджень);
- провести імітаційне розпилювання розробленої моделі колоди на пиломатеріали за схемою реально здійсненого розпилювання колоди;
- порівняти результати реального розпилювання колоди з результатами імітаційного розпилювання розробленої моделі цієї колоди.

Експериментальні дослідження з реальною колодою здійснено за участі магістрантів спеціальності "Технологія деревообробки" НЛТУ України Гусака Степана і Павліковського Володимира у Страдцівському навчально-виробничому лісокомбінаті (сmt. Івано-Франково, Львівська обл.). Після детального оцінювання колод, наявних на складі сировини, вибрано соснову колоду з такими розмірними характеристиками: довжина – 4,5 м, діаметр верхинний (середній) – 315 мм, діаметр відземковий (середній) – 351 мм (рис. 1).

Прийнята така схема розпилювання (постав) реальної колоди і розробленої моделі колоди: 22-22-22-22-22-40-40-22-22-22-22-22.



Рис. 1. Загальний вигляд відібраної колоди:

а – неокорена колода; б – колода у процесі корування (ручного)

Отриману у процесі досліджень інформацію (рис. 2) паспортизували (фіксували) у спеціально підготовлених бланках.

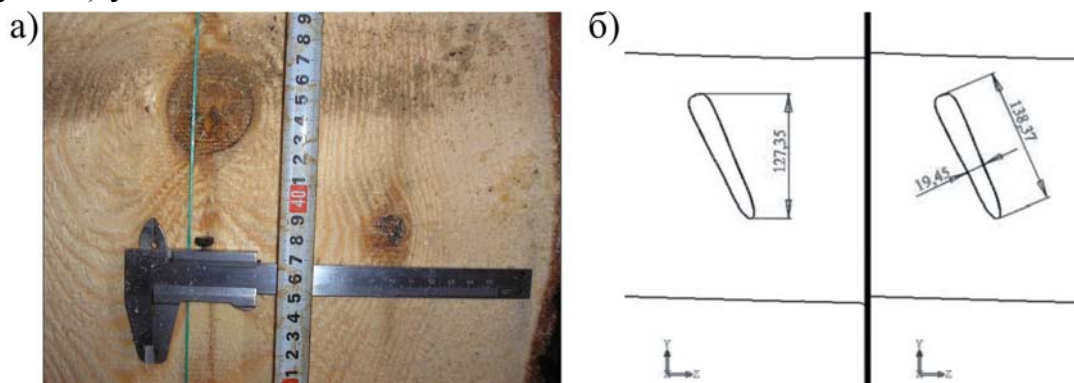


Рис. 2. Процес визначення розмірів сучків:

а – на реальному пиломатеріалі; б – на моделі пиломатеріалу

За результати реального розпилювання колоди та імітаційного розпилювання розробленої моделі цієї колоди приймали: розміри і форму випиляних пиломатеріалів та їх об'єм; розміщення, розміри, форму, вид та стан наявних на поверхнях випиляних пиломатеріалів вад деревини; форму річних кілець на поверхнях випиляних пиломатеріалів.

Реалізація моделі реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад у програмному забезпеченні для тривимірного моделювання SolidWorks. Досліджуваний об'єкт (реальна колода) відтворений як математична модель у програмному забезпеченні для тривимірного моделювання SolidWorks, яке належить до систем автоматичного проектування (САПР) [1].

Процес розроблення моделі реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад здійснювали у такій послідовності:

- за паспортизованою інформацією з реально випиляних пиломатеріалів створювали модель кожного пиломатеріалу у вигляді тривимірного об'єкта;
- здійснювали поступове складання створених моделей кожного пиломатеріалу у послідовності їх розташування в поставі, відображаючи таким чином модель колоди у вигляді тривимірного об'єкта.

Відомо, що сучки у стовбурі ростуть від серцевини, а їх розміщення за довжиною може бути як прямолінійне, так і з різним ступенем кривизни. З метою економії ресурсу комп'ютера (робота зі складною моделлю спричиняє великий відсоток завантаження оперативної пам'яті і процесора, що значно сповільнює подальшу роботу над моделлю) прийнято спрощення у побудові моделей сучків. Суть спрощення полягала у такому – незалежно від напрямку сучка за його довжиною (прямолінійний чи криволінійний) у розробленій моделі сучок модельований як прямолінійний з фактичними координатами його початку і кінця. Це спрощення не буде мати вирішального впливу на встановлення розмірно-якісних характеристик пиломатеріалів, отриманих імітаційним розпилюванням моделі реальної колоди.

Варіант умовного поділу моделі колоди на 8 секторів і встановлення насиченості вадами (у відсотках) кожного з них наведено на рис. 3.

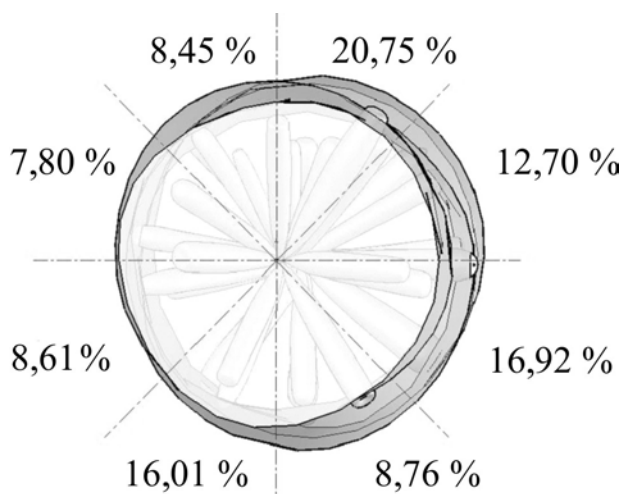


Рис. 3. Схема умовного поділу моделі колоди на 8 секторів з різною насиченістю вадами кожного з них

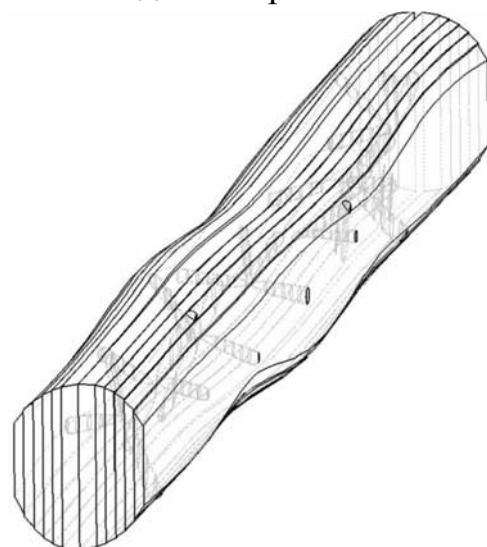


Рис. 4. Схема імітаційного розпилювання моделі колоди на пиломатеріали у програмному забезпеченні для тривимірного моделювання SolidWorks

Схему імітаційного розпилювання моделі колоди на пиломатеріали у програмному забезпеченні для тривимірного моделювання SolidWorks поставом, використаним для реального розпилювання колоди у виробничих умовах, наведено на рис. 4.

Порівняння результатів реального розпилювання колоди з результатами імітаційного розпилювання розробленої моделі цієї колоди засвідчили, що відхилення отриманих результатів є незначним, тому розроблену модель реальної колоди можна вважати адекватною, а використане для її розроблення програмне забезпечення для тривимірного моделювання SolidWorks, – придатним для такого виду досліджень. Відхилення отриманих результатів здебільшого зумовлені прийнятими спрощеннями щодо відтворення сучків і побудови поверхонь, що відтворюють форму колоди (з метою економії ресурсу комп'ютера відтворення точок, які характеризують поперечний перетин колоди, здійснювали з кроком 0,2 м за її довжиною).

Висновки:

1. Розроблено модель реальної колоди з урахуванням її розмірів, форми та наявних вад, перевірка якої шляхом порівняння результатів розпилювання реальної колоди з результатами імітаційного розпилювання розробленої моделі засвідчила її адекватність.
2. За результатами імітаційного розпилювання моделі реальної колоди є можливість перевірки ефективності технологій сканування, встановлення впливу різних факторів (розмірно-якісних характеристик і форми колод; напрямів, способів та схем розпилювання колод; базування колод тощо) на вихід (об'ємний, якісний, специфікаційний) пилопродукції та прогнозування текстури на її поверхнях.
3. Запропонований варіант розроблення моделі реальної колоди придатний для розроблення як моделей інших колод, так і стовбурів.

Література

1. Дударева Н. SolidWorks 2009 на примерах / Н. Дударева, С. Загайко. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2009. – 544 с.
2. Масевський В.О. Аналіз способів оцінювання розмірно-якісної характеристики колод / В.О. Масевський // Лісове господарство, лісова, паперова і деревообробна промисловість : міжвідомч. наук.-техн. зб. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ. – 2004. – Вип. 29. – С. 149-156.
3. Chang S.J. Hardwood sawing optimization based on CT scanning of internal defects // 5-th Int. Conf. on Image Processing and Scanning of Wood – Proceedings (Bad Waltersdorf, Austria, Europe). – 2003. – P. 107-113.
4. Bhandarkar S. Automated planning and optimization of lumber production using machine vision and computed tomography / S. Bhandarkar, L. Xingzhi, R. Daniels, E. Tollner // Automation Science and Engineering. – 2008. – Vol. 5. Issue 4. – P. 677-695.
5. Brdicko J. Using external and internal log characteristics for log breakdown optimization / J. Brdicko, L. Orbay, Q. Tong // 5-th Int. Conf. on Image Processing and Scanning of Wood – Proceedings (Bad Waltersdorf, Austria, Europe). – 2003. – P. 115-124.
6. Ohman M. Plank grade indicators in radiograph images of Scots pine logs / M. Ohman // Holz als Roh- und Werkstoff. – 1999. – Vol. 57. – P. 359-363.
7. Schmoldt D.L. Internal log scanning: research to reality / D.L. Schmoldt, E. Scheinman, A. Rinnhofer, L.G. Occena // Proceedings of the 28-th Annual Hardwood Symposium (Davis, West Virginia, USA). – 2000. – P. 103-114.

Маевський В.О. Розробка моделі реального бревна для імітації його распиловки на пилопродукцію

Рассмотрены особенности разработки модели реального бревна с учетом его размеров, формы и пороков древесины по результатам деструктивного разделения (распиловки) бревна в производственных условиях. Сравнение результатов реальной распиловки бревна с результатами имитационной распиловки модели этого бревна показали адекватность разработанной модели и ее пригодность для дальнейших исследований.

Ключевые слова: бревно, сканирование, пороки древесины, пиломатериал, модель, имитационная распиловка, программное обеспечение для трехмерного моделирования SolidWorks.

Mayevskyy V.O. Model development of real log for its sawing simulation into sawn timber

The features of the development of model for real log with its size, shape and available wood defects as a results of destructive cutting of log in working conditions were examined. Comparison of real-sawing log with the results of simulation model of same log showed adequacy of this model and its suitability for further researches.

Keywords: log, scanning, wood defects, timber (lumber), model, sawing simulation, software for three-dimensional simulation SolidWorks.

УДК [674:658.011.54/56]:674.214

Доц. Т.В. Іванишин, канд. техн. наук –
НЛТУ України, м. Львів

РАЦІОНАЛЬНА ПОСЛІДОВНІСТЬ РОЗТАШУВАННЯ ВЕРСТАТІВ У АВТОМАТИЗОВАНИХ ЛІНІЯХ

Досліджено можливість застосування розробленої методики впорядкування послідовності розташування машин різної продуктивності для структур триверстатних автоматизованих ліній зі стохастичною тривалістю оброблення заготовок на рівно- та різностабільному обладнанні. Встановлено характер та ступінь впливу параметра Ерланга технологічних операцій на продуктивність машинної системи. Розроблено рекомендації щодо ефективності компонування автоматизованих ліній з урахуванням раціональної послідовності продуктивностей та стабільностей верстатів.

Ключові слова: автоматизована лінія, оброблення, заготовка, продуктивність, параметр Ерланга, стабільність, компонування, стохастична тривалість, технологічна операція, раціональна послідовність машин, ступінь впливу, ефективність.

Актуальність теми. Під час проектування ефективних структур автоматизованих ліній постійно доводиться вирішувати завдання вибору раціонального порядку розташування машин у технологічному потоці, який забезпечуватиме максимальну пропускну здатність (продуктивність) багатOVERстатної системи. Вирішення цього завдання є одним з екстенсивних способів покращення ефективності функціонування автоматизованих ліній завдяки нівелюванню накладених втрат робочого часу обладнання, зумовлених складною природою взаємовпливу різнопродуктивних верстатів у структурах машинних систем.

Вплив способу розташування верстатів з різною продуктивністю на ефективність роботи автоматизованої лінії досліджувало багато вчених, зокрема: А. Владзієвський, К. Окамура, Г. Ямашіна [1, 2] (у машинобудуванні) та Д. Воєвода, І. Турлай, Д. Дудюк, В. Максимів [3-6] (у лісовому комплексі). Однак під час розроблення методик і алгоритмів раціонального компонування ліній процес оброблення заготовок розглядали детермінованим [1, 2], або стабільності технологічних операцій, величина яких залежить від впливу на процес функціонування обладнання значної кількості стохастичних збурю-