

- для абразивного оброблення ДСП

$$U = - \frac{2(3,82 - 0,147V + 0,133V_s + 4,60h - 0,28K_z + 0,0020H_u)}{E} \ln \frac{H + S(H) \cdot (HBЧ)}{R_m}; \quad (10)$$

- для абразивного оброблення MDF

$$U = - \frac{2}{E} \ln \frac{H + S(H) \cdot (HBЧ)}{R_m} (0,00027 + 0,00206H + 0,00002S(H) + \\ + 0,00107H_n - 0,00180V + 0,00173V_s - 0,00010K_z + 0,03300H_u + 0,00003HS(H) - \\ - 0,01821HH_n + 0,00558HV - 0,03701HV_s - 0,08711HK_z + 0,01185HH_u + \\ + 0,00007S(H)H_n - 0,02915S(H)V - 0,05281S(H)V_s - 0,00013S(H)K_z + \\ + 0,00813S(H)H_u - 0,00982H_nV + 0,04020H_nV_s + 0,08024H_nK_z - 0,01439H_nH_u + \\ + 0,00032VV_s - 0,01039VK_z + 0,00008VH_u + 0,02684V_sK_z - 0,00005V_sH_u - \\ - 0,00118K_zH_u - 0,00002H^2 + 0,00002S(H)^2 + 0,02768H_n^2 + 0,00012V^2 + \\ + 0,00089V_s^2 + 0,69586K_z^2 + 0,00002H_u^2); \quad (11)$$

- для абразивного оброблення фанери

$$U = - \frac{2}{E} \ln \frac{H + S(H) \cdot (HBЧ)}{R_m} (1,9995 - 0,0694V + 0,0729V_s + 1,7001h - \\ - 1,2489K_z - 0,0012H_u - 0,00021VV_s + 0,02750Vh - 0,00407VK_z - \\ - 0,00001VH_u - 0,04792V_sh + 0,00392V_sK_z + 0,00009V_sH_u - 0,46638hK_z + \\ + 0,00083hH_u + 0,00926K_zH_u); \quad (12)$$

Із наведених результатів можна зробити наступний *узагальнюючий висновок*: встановлена величина, на яку збільшується висота мікронерівностей оброблюваної поверхні ДСП, фанери та MDF у результаті їх абразивного оброблення дає змогу визначити реальну шорсткість залежно від пружних властивостей плитних деревних матеріалів.

Література

1. Любимов В.Г. Шлифование пластмасс новым абразивным инструментом: Львов, 1979. – 156 с.
2. Alfred Jakubowski. Analiza procesu szlifowania wybranych materialow drewnopochodnych nowo opracowana sciernica. – Warszawa, SGGW. – 1999. – 112 p.
3. Кійко О.А. Калібрування-шліфування деревностружкових плит жорсткими абразивними інструментами: Монографія. – Львів: Вид. дім "Панорама", 2004. – 235 с.

УДК: 674.05.055

Доц. М.І. Пилипчук, канд. техн. наук – УкрДЛТУ

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ТЕОРІЇ ТОЧНОСТІ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБЛЕННЯ ДЕРЕВИНИ ТА ДЕРЕВНИХ МАТЕРІАЛІВ

Визначено основні напрями розвитку теорії точності механічного оброблення деревини та деревних матеріалів на основі сучасних методів теоретичних досліджень та комп'ютерних технологій.

Ключові слова: Точність, оброблення, заготівка, інструмент, верстат

The basic directions of development of the theory of accuracy of machining of a tree and plates of wood materials

The basic directions of development of the theory of accuracy of machining of a tree and wood materials are determined on the basis of modern methods of theoretical research and computer technologies.

Keywords: accuracy, processing, preparation, fool, machine fool.

1. Постановка проблеми

Необхідність подальшого розвитку теорії точності механічного оброблення деревини та деревних матеріалів викликана технологічними вимогами деревообробного виробництва та покращення умов експлуатації сучасних деревообробних верстатів. Зокрема, стрімкий розвиток сучасних виробництв меблів та столярно-будівельних виробів, насамперед, ставить завдання щодо підвищення якості виробів. На цих виробництвах технологічні операції механічного оброблення на деревообробних верстатах становлять 70...90 % від кількості операцій всього технологічного процесу виготовлення виробів. Тому якість готових виробів залежить від якості оброблення заготовок під час технологічних операцій, що базуються на таких основних процесах різання як пиляння, фрезування та шліфування.

Визначальними показниками якості механічного оброблення деревини та деревних матеріалів є точність розмірів та форми деталей і шорсткість оброблених поверхонь. Дотримання необхідного рівня точності механічного оброблення забезпечує:

- взаємозамінність деталей під час складання виробів;
- точність виготовлення цілого виробу;
- економічну ефективність усього виробництва.

Підвищені вимоги щодо точності оброблення заготовок є на таких технологічних операціях:

- фрезування брускових деталей із масивної деревини;
- нарізання шипових з'єднань;
- калібрування-шліфування в розмір по товщині деревних плит (ДСП, MDF);
- форматний розкрій плит (ДСП, MDF) на меблеві заготовки.

Щоб забезпечити високі вимоги щодо якості виробів (відповідно до євростандартів відносно показників точності), у технологічних процесах виготовлення передбачають додаткові операції калібрування-шліфування окремих деталей або збірних виробів (віконних і дверних блоків).

Наведене вище підтверджує актуальність аналізу сучасного стану теорії точності механічного оброблення, як першочергового завдання в пошуку способів підвищення його якості при розробленні новітніх технологій.

Джерелом похибок розмірів та форми деталей, що обробляються в процесі різання, є динамічна система верстат-інструмент-заготовка (ВІЗ), яка містить велику кількість факторів, що носять як постійний, так і випадковий характер впливу на точність оброблення. Найбільш складним і постійним джерелом похибок оброблення є верстат, період експлуатації якого становить десятки років. Основним показником працездатності деревообробного вер-

стата є технологічна точність, яка в процесі експлуатації верстата знижується, порівняно із початковою. Часткове відновлення точнісного стану верстата здійснюється шляхом його періодичного налагодження та ремонту. Необхідність прийняття конкретних практичних рішень з підвищення або відновлення технологічної точності деревообробного верстата вимагає науково-теоретичного обґрунтування.

2. Аналіз відомих досліджень

Основоположником теорії точності механічного оброблення деревини вважається проф. Ф.М. Манжос [1], який ще в 50-х роках минулого століття розробив методологічні основи визначення показників технологічної точності процесів різання деревини та факторів впливу на величину похибки розмірів і форми деталей. Під час виконання експериментальних досліджень ним застосовувався в основному статистично-імовірнісний метод, який дає змогу визначити тільки наявність похибки та її величину. Але цього недостатньо, щоб встановити міру та закономірність впливу кожного із факторів на показники точності оброблення заготовок. Крім того, всі дослідження виконувались у статичі по відношенню до системи ВІЗ, тому одержані результати не враховують динамічних змін показників точності оброблення.

На основі систематизації чисельних результатів експериментальних і теоретичних досліджень, автор [1] обґрунтував і встановив класи точності механічного оброблення деталей та, на основі розробленої методики розрахунку показників геометричної точності окремих деревообробних верстатів, класифікував конструкції верстатів за точністю.

Великий подальший вклад у розвиток теорії та практики точності механічного оброблення деревини внесли провідні російські вчені Г.О. Комаров та В.В. Амаліцький, основні результати досліджень яких викладено в наукових працях [2-5]. Зокрема Г.О. Комаров, за розробленою ним методикою миттєвих вибірок, провів експериментальні дослідження динаміки точності оброблення партії деталей [2, 3], що дозволило перейти до математичного моделювання закономірності зміни поля розсіювання похибок за період оброблення партії заготовок та визначення динамічних показників оцінки точності.

Основоположник теорії надійності деревообробного обладнання проф. В.В. Амаліцький [4, 5] встановив, що технологічна точність є основним критерієм оцінки надійності деревообробних верстатів і розробив математичну модель технологічної довговічності деревообробного верстата з визначенням динамічних показників оцінки його точнісної довговічності.

Таким чином, у розвитку теорії точності механічного оброблення було зроблено ще один вагомий крок вперед на основі застосування способу математичного моделювання точнісного стану верстата. Проте, необхідно відмітити, що ці моделі мають загально наближений і спрощений вигляд математичних рівнянь.

Метод математичного моделювання точнісного стану деревообробних верстатів став основним для подальших досліджень процесів механічного оброблення деревини та деревних матеріалів. Так у роботі [8] було розроблено математичну модель динаміки точнісного стану верстата для калібрування-

шліфування меблевих заготовок із ДСП абразивними циліндрами. Розроблена модель дає змогу прогнозувати зміну технологічної точності оброблення з метою попередження появи браку, та визначення періодичності розмірної піднастройки і налагодження верстата в процесі його експлуатації. Крім цього, на основі експериментальних досліджень із застосуванням прогресивної методики математичного планування багатофакторного експерименту, одержано регресійні моделі для визначення оптимальних режимів оброблення за якісними показниками.

Автором [9] було розроблено математичну модель динамічної системи базування чотирибічних поздовжньо-фрезувальних верстатів, що є джерелом і основною складовою величини похибки розміру оброблених деталей. Це дозволило запровадити ряд практичних рішень щодо підвищення точності оброблення на даних верстатах.

Водночас, крім зазначених вище результатів теоретичних досліджень, було одержано вагомі практичні результати досліджень точності механічного оброблення деревини, а саме:

- ґрунтовно уточнено класифікацію деревообробних верстатів за геометричною точністю [3, 5];
- встановлено залежність між квалітетами точності оброблення і класами точності верстатів [5, 7];
- розроблено автоматичні системи розмірної настройки деревообробних верстатів [3, 6];
- вдосконалено систему базування верстатів поздовжньо-фрезерної групи [8, 9].

3. Постановка завдання

На основі аналізу результатів останніх найновіших досліджень необхідно відзначити, що існуючий рівень теоретичних досліджень є недостатнім для забезпечення науково-теоретичного обґрунтування сучасно необхідних практичних рішень для підвищення точності оброблення на деревообробних верстатах, а саме:

- розроблення сучасних систем діагностики точнісного стану деревообробного верстата під час його експлуатації;
- розроблення систем налагодження верстатів на базі цифрових електронних технологій;
- створення автоматичних систем керування точнісним станом верстата для забезпечення відповідного рівня технологічної точності.

Розроблення та впровадження таких рішень потребує сучасного рівня нових теоретичних досліджень даного напрямку.

Із розвитком науки і техніки з'явилися нові підходи до теоретичних і експериментальних досліджень, розширились межі застосування існуючого та створення нового математичного апарату [10, 12]. Сучасна методика математичного планування експериментальних досліджень забезпечує одержання регресійних моделей для пошуку оптимальних умов протікання процесів дослідження [8, 12]. Відомі потужні комп'ютерні програмні середовища [13, 14] дають змогу розробляти математичні моделі динамічних процесів механічного оброблення деревини та деревних матеріалів [15, 16].

На основі вищенаведеного можна сформулювати наступні основні напрями подальшого розвитку теорії точності механічного оброблення деревини та деревних матеріалів:

- дослідження закономірностей розподілу похибки оброблення на сучасних конструкціях верстатів та її залежності від основних факторів впливу динамічної системи верстат-інструмент-заготівка (ВІЗ);
- розроблення інформаційних математичних моделей динаміки точнісного стану сучасних конструкцій деревообробних верстатів у вигляді комп'ютерних програм із визначенням періодичності їх налагодження та ремонту за критерієм технологічної точності;
- дослідження впливу основних факторів системи ВІЗ на тривалість періоду працездатності верстата за критерієм технологічної точності з метою його оптимізації на основі одержаних регресійних моделей.

4. Висновки

Вимоги сучасного деревообробного виробництва щодо підвищення якості виробів із деревини та деревних матеріалів підтверджують актуальність подальших досліджень точності механічного оброблення із застосуванням сучасних наукових методів та комп'ютерних технологій.

Технічний рівень сучасних конструкцій деревообробних верстатів вимагає відповідної теоретичної бази для розроблення і впровадження практичних рішень, щодо створення систем діагностики точнісного стану верстата, налагодження та керування ним для забезпечення відповідної технологічної точності оброблення заготовок.

Вирішення поставленої проблеми потребує теоретичних досліджень із застосуванням методу математичного моделювання за допомогою сучасних комп'ютерних технологій програмування для оцінки та прогнозування точнісного стану деревообробного верстата.

Література

1. Манжос Ф.М. Точность механической обработки древесины. – М.-Л.: Гослесбу-миздат, 1959. – 264 с.
2. Комаров Г.А. Точностные характеристики технологического процесса машинной обработки древесины// Научн. тр. МЛТИ. – М.: МЛТИ. – 1975, вып. 58. – С. 125-132.
3. Комаров Г.А. Точность дереворежущих станков. Размерная настройка: Учебн. пособ. – М.: МЛТИ, 1985. – 56 с.
4. Амалицкий В.В. Надежность деревообрабатывающего оборудования. – М.: Лесн. пром-сть, 1974. – 160 с.
5. Амалицкий В.В., Комаров Г.А. Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего оборудования: Учебн. для вузов. – М.: Лесн. пром-сть, 1982. – 336 с.
6. Кузнецов В.М. Автоматизация установочных перемещений в деревообрабатывающих станках. – М.: Лесн. пром-сть, 1981. – 184 с.
7. Шостак В.В. Монтаж, технічне обслуговування і ремонт деревообробного обладнання: Підручн. для ВНЗ. – Львів: Вид-во "Ахіл", 2000. – 284 с.
8. Пилипчук М.И. Повышение точности калибрования-шлифования древесностружечных плит абразивными кругами: Дис. ... канд. техн. наук. – Львов: УкрДЛТУ, 1984. – 206 с.
9. Новиков Е.А. Повышение точности базирования брусковых деталей в деревообрабатывающих четырехсторонних продольно-фрезерных станках с вальцовой подачей: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М.: МЛТИ, 1988. – 21 с.
10. Пилипчук М.І., Григор'єв А.С., Шостак В.В. Основи наукових досліджень: Посібн. для ВНЗ, Львів: УкрДЛТУ. – 1999. – 181 с.
11. Винарский М.С., Лурье М.В. Планирование эксперимента в технологических исследованиях. – К.: Техніка, 1975. – 168 с.

12. Шостак В.В. Наукові основи прогнозування технічного стану та обґрунтування структури ремонтного циклу обладнання для виробництва деревностружкових плит: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Львів: УкрДЛТУ, 1999. – 35 с.

13. Черняхівський В.В. Dilphi-4: сучасна технологія візуального програмування. – Львів: БаК, 1999. – 196 с.

14. Архангельский А.Я. Программирование в C++ Builder 6. – М.: Изд-во БИНОМ, 2003. – 1152 с.

15. Григор'єв А.С., Пилипчук М.І. Створення динамічної моделі процесу різання лісопильної рами на ЕОМ// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ, 1998, вип. 8. – С. 159-160.

16. Пилипчук М.І., Романчук М.В. Застосування ЕОМ для дослідження процесу калібрування-шліфування деревностружкових плит// Наук. вісник УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: УкрДЛТУ. – 1999, вип. 9.6. – С. 176-177.

УДК 535.343.2

*Проф. З.П. Чорний, д-р фіз.-мат. наук; І.Б. Пірко;
доц. В.М. Салапак, канд. фіз.-мат. наук; М.В. Дячук – УкрДЛТУ*

ГЕНЕРАЦІЯ ЦЕНТРІВ ЗАБАРВЛЕННЯ В ЛЕГОВАНИХ КРИСТАЛАХ ФЛЮОРИТІВ: ОДНОВИМІРНА МОДЕЛЬ

Проведено розрахунки конфігурації потенціальної ями для електрона та дірки в електростатичному полі, створеному моно- та бідиполями, які введені в іонний ланцюг. Розраховано величину ефективності генерації центрів забарвлення та їх релаксації для двох випадків розміщення дипольних комплексів: дипольні моменти $\vec{p}_e$ – сусідніх комплексів паралельні і $\vec{p}_e$ – антипаралельні. Досліджено залежність ефективності генерації центрів забарвлення залежно від віддалі між сусідніми дипольними комплексами.

*Prof. Z.P. Chornij; I.B. Pirko; doc. V.M. Salapak;
N.V. Dyatchouk – USUFWT*

Generation of coloration centers in admixture crystals of fluorites: one-measure model

There have been performed configuration calculations of the potential pit for electron and the hole in electrostatic field, created by mono- and bidipoles which are inserted into the ion chain. The amount of generation efficiency for coloration centers and their relaxation for two cases of dipole complex placing have been calculated: dipole moments of $\vec{p}_e$ neighbouring complexes are parallel and $\vec{p}_e$ are antiparallel. There has been researched the dependence of generation efficiency of coloration centers depending upon the distance between the neighbouring dipole complexes.

У роботі [1] ми розглянули основні принципи побудови одновимірної моделі механізму генерації центрів забарвлення в легованих кристалах із структурою флюориту. У запропонованій моделі реальний кристал розглядається як ланцюг, побудований із іонів основи і обмежений по довжині домішково-вакансійними диполями (ДВД). Центри забарвлення виникають внаслідок розпаду в іонному ланцюгу електронно-діркових пар. Запропонована модель дає змогу передбачити структуру центрів забарвлення, їх граничну концентрацію та термоіндуковані перетворення. Наведені в роботі [1] результати мають в основному ілюстраційний характер. У цій роботі подані результати досліджень дрейфу носіїв заряду вздовж іонного ланцюга під