традиції, високий рівень технічної майстерності, значний організаційний досвід забезпечили різьбленню провідну роль у деревообробці України. Прогресивні принципи організації творчого процесу на уроках виробничого навчання сприяють не лише кількісному збільшенню осередків підготовки висококваліфікованих майстрів, розширенню видів продукції та зростанню її естетичної цінності, а й глибокому вивченню регіональних традицій деревообробки.

Детальне вивчення досвіду фахової підготовки майбутніх виробників художніх виробів з дерева, специфіки їхньої роботи в умовах інформаційного суспільства дозволило визначити умови, розробити форми, методи і критерії розвитку в майбутнього різьбяра професійних умінь і навичок. Головними педагогічними умовами, що забезпечують ефективне формування професійних умінь і навичок визначені такі:

– прилучення учнів до естетики національної культури деревообробки;

– використання у процесі навчання класифікації різьблення деревини за технологічно і художньо доцільними критеріями;

– інтеграція знань з професійно-орієнтованих та загально-художніх дисциплін;

– застосування сучасних комп'ютерних технологій під час теоретичного і виробничого навчання.

З'ясовані можливості використання комп'ютерної техніки у теоретичній і практичній підготовці майбутніх різьбярів. Існує необхідність використання у фаховій підготовці різьбярів комп'ютерних презентацій навчальної інформації з використанням гіпертексту та анімації, а також вивчення будови, принципу роботи та програмних ресурсів фрезерно-гравірувальних верстатів. Урахування можливостей застосування комп'ютерної техніки та інноваційних технологій дозволило структурувати зміст навчального матеріалу відповідно до сучасних вимог розвитку виробництва.

Хоча поставлені та розв'язані в процесі дослідження завдання не можуть в повній мірі вирішити усіх питань практичного навчання виробників художніх виробів з дерева в системі професійно-технічної освіти, проте вони в значній мірі дозволяють покращити та коригувати його якісно відповідно до освітньо-кваліфікаційних вимог.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Концепція професійно-технічної (професійної) освіти в Україні// Професійно-технічна освіта в Україні. – 2004, №3. – С.2 – 5.
2. Положення про організацію навчально-виробничої роботи в професійно-технічних навчальних закладах (наказ Міносвіти України від 18.05.1998р. № 181)
3. Бойчук В.М. Словник майстра з художньої обробки деревини: Навчальний посібник – Вінниця: ВАТ „Ландо Лтд", 2007 – 322 с.
4. Бойчук В.М., Гуревич Р.С. Упровадження нових інформаційних технологій у процес різьблення деревини // Трудова підготовка в закладах освіти. – 2004. – № 1. – С. 30-34.

Ожибко Ю. В.

Науковий керівник – проф. Федорейко В. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВОГО МОДУЛЯ ПЕЛЬТЬЄ

Постановка проблеми. Розвиток сучасної техніки і технологій нерозривно пов'язаний з пошуком нових джерел енергії, в першу чергу – електричної. Основна вимога це збільшення обсягу її вироблення, але останнім часом на передній план виходять додаткові умови: енергія повинна вироблятися екологічно чистим шляхом, має бути відновлювальна і не пов'язана з вуглецем. Сьогодні зусилля багатьох вчених спрямовані на розвиток «зеленої» енергетики. Термоелектрична генерація є одним з перспективних, а в деяких випадках єдино доступним способом прямого перетворення теплової енергії в електричну. У такому перетворенні відсутня проміжна ланка, як, наприклад, у роботі теплової або атомної електростанції, де теплова енергія перетворюється в механічну, а потім механічна енергія перетворюється в електричну.

Аналіз останніх досліджень. У наукових працях ряду авторів, таких як Анатичук Л. [1], Блатт Ф. [3], Жузе В. [4] розкриті питання, пов'язані з термоелектричними явищами – природою виникнення термоструму, будовою термоелектрогенеруючих модулів тощо. Серед переваг, що визначають при виборі серед інших, пріоритет термоелектричного перетворення – це відсутність рухомих частин і, як один із наслідків, відсутність вібрацій, а також необхідності застосування рідин або газів під високим тиском. Термоелектрогенератори можна застосовувати при великих і малих перепадах температур. Останнє стає найбільш актуальним, якщо врахувати, що до 90% теплової енергії виділяється на промислових об'єктах і устаткуванні при температурі поверхонь до 300° С.

Термоелектричне перетворення універсально, воно допускає використання практично будь-яких джерел теплового потоку, у тому числі при малих перепадах температур, при яких застосування інших способів перетворення неможливо [6].

Метою роботи є дослідження характеристик термоелектрогенераторів для визначення їх реальних параметрів у режимі генерування електричної енергії.

Виклад основного матеріалу. Термоелемент – це електричне коло або його частина, складена з різнорідних провідників або напівпровідників і дозволяє використовувати в практичних цілях термоелектричні явища.

Термоелемент, що складається із двох різних провідників, які утворюють замкнутий контур, є термопарою. У випадку різних температур контактів в замкнутому колі виникає термоелектричний струм. Якщо коло розірвати в довільному місці, то на кінцях розімкнутого контуру виникне різниця потенціалів – термо-ерс. Це є прояв ефекту Зеебека – в розімкнутому контурі, що складається з двох різнорідних провідників, коли один контакт провідників має температуру, відмінну від температури іншого контакту, на кінцях кола, що мають однакову температуру, виникає термоелектрорушійна сила, пропорційна різниці температур контактів.

Причина виникнення термоструму і термо-ерс полягає в тому, що на контактах виникають внутрішні контактні різниці потенціалів, викликані різницею концентрації носіїв. Ці різниці потенціалів скомпенсовані до тих пір, поки температури контактів однакові. Коли виникає відмінність температур контактів, то різниця енергій зарядів між двома речовинами більша на гарячому контакті, ніж на холодному, в результаті чого в замкнутому колі виникає струм, оскільки компенсація порушується. Ефект виникає внаслідок залежності енергії вільних електронів чи дірок від температури. У місцях контактів різних матеріалів заряди переходять від провідника, де вони мали більш високу енергію, в провідник з меншою енергією зарядів. Оскільки уздовж однорідного провідника є градієнт температур, то виникає дифузія носіїв: у охолодженого кінця концентрація носіїв підвищується, що призводить до додаткової зміни термоструму [5].

Для напівпровідників основною причиною, що викликає посилення термоструму в ефекті Зеебека, є дифузія носіїв. У напівпровідниках на холодному контакті накопичуються дірки, а на гарячому залишається нескомпенсований негативний заряд. У термоелементі, що складається з діркового і електронного напівпровідників, до холодного контакту дифундують і електрони і дірки, і їх заряди взаємно компенсуються. Якщо концентрації та рух електронів і дірок рівні, то термо-ерс дорівнює нулю.

Ефект Пельтьє, для термоелектричних явищ, полягає у виділенні або поглинанні теплоти при проходженні електричного струму через контакт (спай) двох різних провідників. Ефект Пельтьє є зворотним ефекту Зеебека, відкритому в 1834 р. Ж. Пельтьє, який виявив, що при проходженні струму через спай двох різних провідників температура спаю змінюється. У 1838 р. Е. Х. Ленц показав, що при великій силі струму можна або заморозити, або довести до кипіння краплю води, нанесену на спай, змінюючи напрямок струму [2].

Утворення термоструму здійснюється на основі ефекту Зеебека і реалізується елементом Пельтьє.

Елемент Пельтьє складається з однієї або більше пар невеликих напівпровідникових паралелепіпедів – *n*-типу і *p*-типу, які попарно з'єднані за допомогою металевих перемичок, що служать термічними контактами та ізольовані непровідною плівкою або керамічною пластиною (рис. 3). В місці контакту двох матеріалів напрямок струму визначатиме, чи тепло буде поглинатись, чи виділятись.

У залежності від напрямку струму, одна із сторін називається холодною стороною – тут модуль поглинає тепло. Інша сторона – гаряча, оскільки тут модуль тепло виділяє. Типовий модуль Пельтьє – це дві керамічні плитки, між якими розташовано кількасот стовпчиків із спеціально підібраних матеріалів (рис. 1).

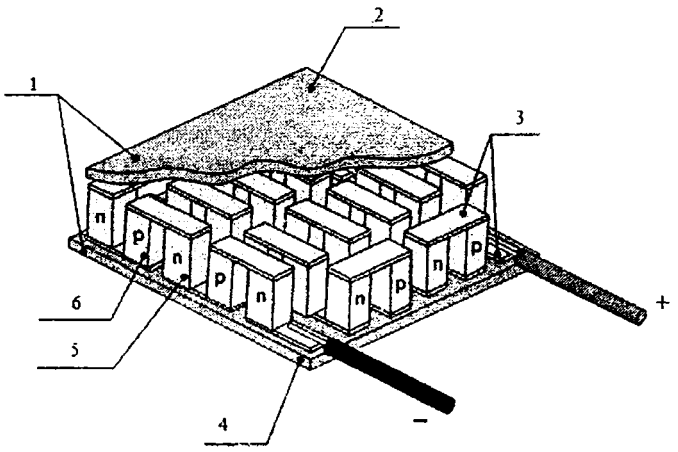

Рис. 1. Термоелектричний модуль

1 – керамічні пластини, 2 – гаряча поверхня, 3 – металеві контакти, 4 – холодна поверхня.

5 – термоелектричний елемент n-типу, 6 – термоелектричний елемент p-типу.

Для того щоб створити різницю температур на сторонах генераторного модуля, до його гарячої сторони необхідно підвести тепловий потік а з холодної сторони відвести тепловий потік, при цьому їх різниця, за законом збереження енергії, складе вироблювану електричну потужність P [4].

Для досягнення максимальної потужності, величина електричного опору навантаження має дорівнювати значенню внутрішнього опору генераторного модуля в умовах експлуатації [6].

У середовищі Simulink (Matlab) розроблено імітаційну математичну модель лабораторної установки на базі елемента Пельтьє (рис.2). В її структуру входять:

- імітаційна модель підсистеми елемента Пельтьє, що базується на поданих вище аналітичних виразах (1 – 7);
- підсистема теплогенеруючого пристрою (Heat-Generating Device);
- підсистема пристрою для охолодження з вентилятором (Cooler, Fan);
- засоби задання та вимірювання вхідних та вихідних параметрів, у тому числі навантаження.

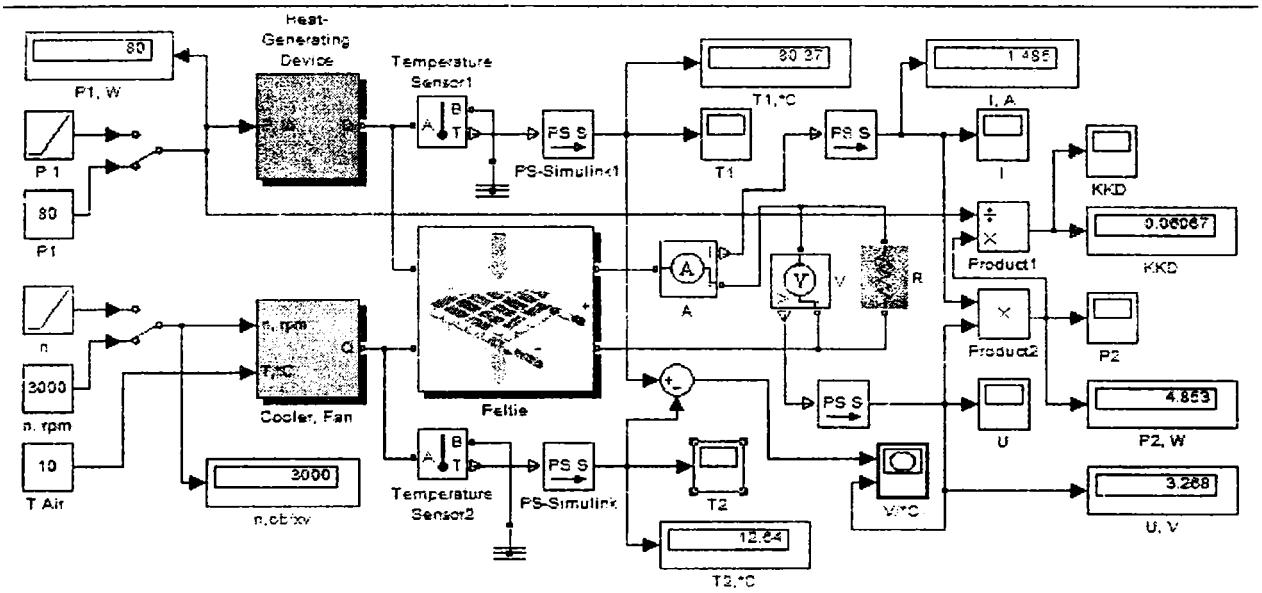

Рис. 7. Структура імітаційної моделі дослідної установки

Для реалізації даної моделі застосовано загальні блоки бібліотек Simulink, SimScape підкатегорії Thermal, а також бібліотеки SimPowerSistem.

Модель елемента Пельтьє враховує теплові та електричні процеси, зокрема враховуються теплопровідності стінок, їх площа, товщина, характеристики матеріалів, теплоємність, внутрішній опір та контактна різниця потенціалів на межі гарячої та холодної поверхонь, яка становить приблизно 0,09 В на 1 °С. Внутрішній опір елемента для початкових умов становить 1,8 Ом.

Навантаженням термоелектричного перетворювача Пельтьє служить резистор, величина опору якого для досягнення максимальної вихідної потужності приблизно рівна опору елемента, з урахуванням температурного коефіцієнту зміни внутрішнього опору, і становить 2,2 Ом. В коло навантаження ввімкнено вимірювачі струму та напруги. Результати вимірювань цих величин виводяться на блоки Scope та Display. Також за цими даними вимірюється вихідна потужність елемента.

Теплогенеруючий пристрій змодельовано як ідеальне джерело теплоти, де вхідна електрична потужність перетворюється в теплову без тепловтрат в навколишнє середовище з урахуванням маси та теплоємності його складових компонентів.

Підсистема охолодження реалізована на базі моделі тепловідводу з вентилятором із урахуванням площі, маси, теплоємності та теплопровідності матеріалів конструкції. У ній передбачено можливість задання температури холодоносія (повітря), швидкості обертання вентилятора та коефіцієнта тепловіддачі.

Графічне представлення результатів імітаційного моделювання подано на рис. 3.

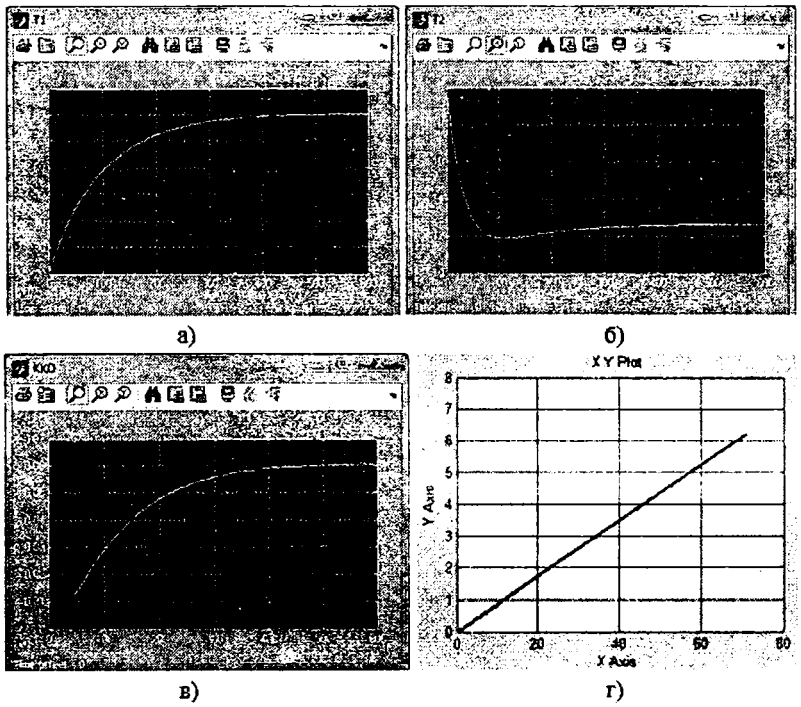

Рис. 3. Результати моделювання: зміна температури на гарячій (а), холодній (б) поверхнях елемента пельтьє, його ККД (в) та залежність ЕРС від різниці температур на поверхнях (г)

Таким чином було здійснено дослідження характеристик термоелектрогенеруючого модуля Пельтьє шляхом побудови імітаційної моделі, за допомогою якої можна адекватно оцінювати основні характеристики об'єкта дослідження, що дозволить визначити раціональні режими його роботи у реальних енергогенеруючих установках.

Висновки. Теплова енергія є сполучною ланкою між багатьма видами енергії. Це означає, що ефективне перетворення теплової енергії в електричну створить новий крок щодо поліпшення використання енергії. Відновлення ж частини тепла є черговим кроком на шляху до зменшення потреб людства у енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анатычук Л.И. К истории применения полупроводников в термоэлектричестве / Л.И. Анатычук // Термоэлектричество. – К. : Институт термоэлектричества – 2002. – № 4
2. Анатычук Л.И. Термоэлектрические преобразователи енергии. Термоелементы. Элементная база термоэлектричества / Л.И. Анатычук. – Киев, Черновцы : Институт термоэлектричества, 2003. – 386 с.
3. Блатт Ф.Д. Термоэлектродвижущая сила металлов. Перевод с английского И.А. Магидсона / П.А. Шредер, К.Л. Фойлз, Д. Грейг – М. : "Металлургия", 1980. – 248 с.
4. Иоффе А.Ф. Полупроводниковые термоэлементы / А.Ф. Иоффе – М., Л. : АН СССР, 1960. – 188 с.
5. Жузе В.П. Библиография по термоэлектричеству / Жузе В.П., Гусенкова Е.И – М. : Изд-во Академии наук СССР, 1963 – 249 с.
6. Шостаковский П.О. Термоэлектрические источники альтернативного электропитания / П.О. Шостаковский // Новые технологии. – 2010. – № 10. – с.131-133

Остапюк В.

Науковий керівник – проф. Федорейко В. С.

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕРМОЕЛЕКТРОГЕНЕРУЮЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПІВПРОВІДНИКОВОГО МОДУЛЯ ПЕЛЬТЬЄ

Постановка проблеми. Виснаження природних запасів традиційних енергоресурсів (нафти, газу, вугілля тощо) стимулює наукові розробки, які відносяться до альтернативної енергетики.

Більше того, у світлі загострення енергетичної проблеми у всьому світі та зокрема в Україні, як ніколи раніше, необхідно працювати над раціональним використанням енергії та працювати над розробками нових її джерел

На сьогоднішній день перспективним є рекуперація електроенергії з відпрацьованого тепла та одержання холоду з електричного струму. Такі перетворення енергії відбуваються за допомогою термоелектричних елементів.

Термоелектричні явища – явища перетворення тепла в електричний струм, а також явища нагрівання та охолодження спаїв двох провідників з допомогою струму. До таких явищ відносяться термоелектричний ефект Зеебека і електротермічний ефект Пельтьє [2].

Аналіз останніх досліджень. У наукових працях ряду авторів, таких як Анатичук Л. [1], Блатт Ф. [3], Жузе В. [4] розкриті питання, пов'язані з термоелектричними явищами – природою виникнення термоструму, будовою термоелектрогенеруючих модулів тощо. Необхідно відмітити, що екологічний та економічний зиск від впровадження таких матеріалів важко переоцінити: вони дозволяють безпечно для навколишнього середовища генерувати електроенергію із теплових втрат АЕС і ТЕС, підприємств металургійної та хімічної промисловості, двигунів внутрішнього згорання, що дасть змогу заощаджувати 20-25 % палива на транспортних засобах.

Теплова енергія є сполучною ланкою між багатьма видами енергії. Це означає, що ефективне перетворення теплової енергії в електричну створить новий крок щодо поліпшення використання енергії. Відновлення ж частини тепла є черговим кроком на шляху до зменшення потреб людства у енергії.

Метою роботи є дослідження характеристик елементів Пельтьє для визначення їх реальних параметрів у режимі генерування електричної енергії

Виклад основного матеріалу. Принцип дії елемента базується на ефекті Пельтьє – виникненні різниці температур при протіканні електричного струму. Він складається з однієї або більше пар невеликих напівпровідникових елементів, які попарно з'єднані за допомогою металевих перемичок та ізольовані керамічною пластиною. В місці контакту двох матеріалів напрямок струму визначатиме, чи тепло буде поглинатись чи виділятись[5].

Загальноприйнятим є використання елемента як термоелектричного охолоджувача або нагрівача. Ми пропонуємо використовувати його в якості термоелектрогенератаора. З цією метою у середовищі Simulink (Matlab) ми розробили імітаційну математичну модель елемента Пельтьє.