

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ПОЛТАВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА ІМЕНІ ЮРІЯ КОНДРАТЮКА»

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

за матеріалами V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції

**«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ:
ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ, ПРАКТИКА»**

08 листопада 2019 року



ПОЛТАВА 2019

Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика: збірник наукових праць за матеріалами V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції, 08 листопада, 2019 р. / Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Редколегія: О.В. Шефер (головний редактор) та ін. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 77 с.

У збірнику представлені результати наукових досліджень та розробок в області сучасних електромеханічних систем та автоматизації, електричних машини і апаратів, моделювання та методів оптимізації, енергоресурсозбереження в електромеханічних системах, управління складними технічними системами, проблем аварійності та діагностики в електромеханічних системах та електричних машинах, інформаційно-комунікаційних технологіях та засобах управління. Призначений для наукових й інженерно-технічних працівників, аспірантів і магістрів.

Матеріали відтворено з авторських оригіналів та рекомендовано до друку V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції «Електронні та мехатронні системи: теорія, інновації, практика». Редакція не обов'язково поділяє думку автора і не відповідає за фактичні помилки, яких він припустився.

Відповідальний за випуск - д.т.н., доцент О.В. Шефер.

Редакційна колегія:

О.В. Шефер – *головний редактор*, доктор технічних наук, в.о. завідувача кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій;

В.В. Борщ – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

Н.В. Єрмілова – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

С.Г. Кислиця – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»;

В.П. Дорогобід – кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики, електроніки та телекомунікацій Національного університету «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка».

Слюсарь І.І., Слюсар В.І., Зуб С.В., Шуть В.В. РЕАЛІЗАЦІЯ ЕТАПУ ВИДАЛЕННЯ СУПОРТІВ В ОБ'ЄКТАХ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА НВЧ-КОМПОНЕНТІВ	53
Правдзівий Д.С., Бороздін М.К. НЕОБХІДНІСТЬ РОЗРОБЛЕННЯ САК ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА АЛЮМІНІЄВИХ ПРОФІЛІВ	57
Кузнєцов І.Б., Бороздін М.К. ОСОБЛИВОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПРИСТРОЮ ЗАВАНТАЖЕННЯ БРАКУВАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ	61
Єрмілова Н.В., Рубан Д.О. ВИБІР РЕГУЛЯТОРІВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСАМИ В ТЕПЛОБМІННИКАХ ТЕМПЕРУЮЧИХ МАШИН	65
Єрмілова Н.В., Буркун Я.Р. МОДЕРНІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ БЕТОНОРОЗДАВАЧА	69
Турнітько В.В., Бороздін М.К. ОСОБЛИВОСТІ САК ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ ВИРОБНИЦТВА БІСКВІТНИХ РУЛЕТІВ	73
Сокол Г.В., Виноградова А. ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ 3D ВЕРСТАТА З LASER DRIVER	76
Кислиця С.Г., Кошовий Є.М. ЛІНІЙНІ СИСТЕМИ РЕГУЛЮВАННЯ ДЕЗІНТЕГРАТОРА ЗА ВХІДНОЮ ПРОДУКТИВНІСТЮ	79
Єрмілова Н.В., Заєць А.А., Єндіяров Є.О., Філенко В.М. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДАМИ МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ	84
Смірнова Т.В., Дресв О.М., Смірнов О.А. ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	87
Кислиця С.Г., Герасименко М.О. АНАЛІЗ РОБОТИ ДВОДВИГУННОЇ СИСТЕМИ МЕХАНІЗМУ ПЕРЕМІЩЕННЯ МОСТОВОГО КРАНУ.	92

УДК 621.39

І.І. Слюсарь, к.т.н., доцент;

В.І. Слюсар, д.т.н., професор;

С.В. Зуб, В.В. Шуть

*Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

РЕАЛІЗАЦІЯ ЕТАПУ ВИДАЛЕННЯ СУПОРТІВ В ОБ'ЄКТАХ АДИТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА НВЧ-КОМПОНЕНТІВ

Як відомо, для виготовлення окремих електронних компонентів все частіше засовуються технології адитивного виробництва, що мають значні переваги перед традиційними. В цілому, 3D-друк дозволяє: виробляти недорогі пристрої як при малих серіях, так і при створенні макетів та дослідних зразків; значно спрощує перехід від класичної планарної компоновки електронних пристроїв до об'ємної; спростити зборку, зменшити масу, кількість з'єднань, ущільнень та кріплень, а також підвищує надійність системи в цілому. При цьому, можуть використовуватись струмопровідні чорнила та полімери, металеві порошки, синтезовані діелектрики та ін. На даний час, слід виділити кілька напрямів реалізації адитивного виробництва НВЧ-компонентів: антени (зокрема діелектричні резонаторні антени, DRA), фільтри, хвилеводи, компаратори, НВЧ-підсистеми та ін.

До найбільш поширених технологій адитивного виробництва НВЧ-компонентів слід віднести: використання в якості діелектричного матеріалу

низькотемпературної кераміці з мінімальними втратами (Low Temperature Co-fired Ceramics, LTCC); метод шарового наплавлення (Fused Deposition Modeling, FDM) і робокастинг (Direct Ink Writing).

З точки зору економічної ефективності, до початку масового виробництва доцільно використовувати FDM. Однак, під час такого 3D-друку модель формується шар за шаром, тобто необхідний попередній шар для формування нового. В залежності від складності 3D-моделі та специфіки застосування технологій 3D-друку, може з'явитися необхідність використовувати спеціальні супорти. Важливо розуміти, що вони безпосередньо впливають на якість кінцевих виробів, так як вони разом з нульовим шаром підлягають видаленню. Все це може призвести до нерівності поверхні друкованої 3D-моделі.

Як наслідок, в роботі запропоновано використовувати лазер на етапі постобробки адитивного виробництва НВЧ-компонентів. При цьому, високотемпературний вплив лазерного випромінювання забезпечує відрізання або випаровування матеріалу. Прикладом такого інструментарію може бути робот LF1800 (ф. Gweike, Японія) на основі ОС FANUC, який забезпечує за 6-ма координатами різку металу для складних форм та структур (рис. 1). Природно, що його вартість та акцент в сучасних умовах розвитку антенної техніки на використання полімерів та/або діелектриків спонукає до пошуку більш дешевих альтернатив.

Для цього, в якості прототипу обраний набір для зборки 2D-верстату лазерного гравірування (рис. 2).

Через те, що у початковому вигляді він не пристосований для постобробки, була виконана його модифікація (рис. 3). При цьому, додана третя вісь зсуву (Oz), встановлено кабель-канал і кінцеві вимикачі Ox і Oy , за допомогою розробленого цифрового сегменту реалізоване управління через модуль Wi-Fi Esp32, замінена кабельна система, для продуву робочої поверхні на драйвер лазера змонтований вентилятор, забезпечена сумісна робота з програмою LaserGRBL.

Наступним етапом є синтез систем калібровки 3D-моделі, що обробляється. Для зменшення вартості можливо застосовувати адаптивне виробництво НВЧ-компонентів за розмірами, що перевищують задані, а їх доведення до норми здійснюється вже під час постобробки.

Подальші дослідження спрямовані на перевірку працездатності висунутих в роботі положень. В якості прикладу планується використовувати 3D-модель фрактального кільцевого антенного елемента (АЕ), що розроблена за допомогою Ansoft HFSS (рис. 4). Перед її друком виконується конвертація формату файлу 3D-моделі за допомогою AutoCAD (рис. 5). Висновки про якість фінішної обробки буде визначатись на підставі порівняння з результатами ручної постобробки (рис. 6).



Рис. 1. Робот LF1800



Рис. 2. 2D-верстат

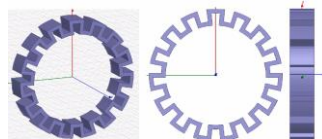


Рис. 4. Модель АЕ

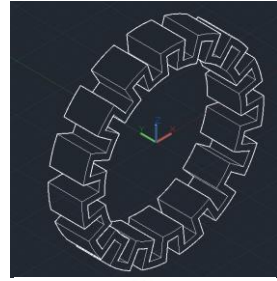


Рис. 5. Конвертована та роздрукована моделі АЕ



Рис. 6. Модель АЕ після ручної постобробки

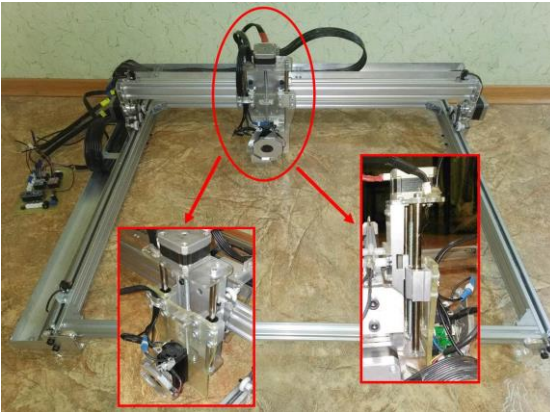


Рис. 3. Прототип 3D-верстату

ЛІТЕРАТУРА

1. Слюсарь І.І. Конвертація формату 3D-моделей в інтересах адитивного виробництва електроніки / І.І. Слюсарь, В.І. Слюсар, В.М. Курчанов, В.В. Шуть // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: матеріали 9-ої МНТК. – Х.: ХНДІ ТМ, 2019. – С. 69.

IMPLEMENTATION OF THE PROCESSING STAGE OF THE ADDITIVE MANUFACTURING OF THE UHF COMPONENTS

I. Sliusar, PhD (Technical Sciences), Associate professor;

V Slyusar, Doctor of Technical Sciences, Professor;

S. Zub, V. Shut:

*National University «Yuriy Kondratyuk Poltava
Polytechnic»*

АЛФАВІТНИЙ ВКАЗІВНИК

Автор	Стор.	Автор	Стор.
Бабич О.В.	25	Кузнецов В.В.	140
Бабич О.В.	25	Кузнецов І.Б.	61
Бережний А.В.	111	Лактіонов О.І.	148
Бліщ А.В.	12	Лебединський С. Б.	137
Бороздін М.К.	57, 61, 73	Лелюх М.С.	104
Борщ В. В.	12, 16, 20	Лесковець М.І.	96
Борщ О.Б.	12, 16, 20	Леві Л.І.	119
Боряк Б.Р.	8	Лукашевич К.О.	16
Брижань Є.І.	8	Ляшко Ю.О.	44
Буркун Я.Р.	69	Марченко В.С.	29
Буряк Т.В.	123	Меташок С.В.	12
Вертилецький С.С.	32	Молотковець О.В.	119
Виноградова А.	76	Нікітін Д.С.	123
Галай В.М.	100	Подгорний П.А.	123
Герасименко М.О.	92	Правдзівий Д.С.	57
Давидов М.В.	100	Рубан Д.О.	65
Дорогобід В.П.	96	Самофал А.О.	134
Дресєв О.М.	87	Сердюк С.Л.	40
Єндяров Є.О.	84	Сільвестров А.М.	44
Єрмілова Н.В.	49, 65, 69, 84,	Сіровий С.С.	108
Жмудь Є.Л.	49	Слюсар В.І.	53
Жуковець О.О.	32	Слюсарь І.І.	53
Журкін О.Р.	130	Смірнов О.А.	87
Заєць А.А.	84	Смірнова Т.В.	87
Зуб С.В.	53	Сокол Г.В.	76, 123
Ічанська Н.В.	104, 108, 111, 137, 140	Топіха Б.В.	126
Ічанська Н.Г.	144	Турпітько В.В.	73
Кайда С.О.	16	Улько С.І.	111
Кислиця С.Г.	12, 79, 92	Філенко В.М.	84
Кошовий Є.М.	79	Флегантов Л.О.	148
Крайник К.І.	40	Ханюков В.О.	20
Крутько Є.О.	115		

Наукове видання

Програма V Всеукраїнської науково-практичної Інтернет-конференції
«ЕЛЕКТРОННІ ТА МЕХАТРОННІ СИСТЕМИ: ТЕОРІЯ, ІННОВАЦІЇ,
ПРАКТИКА»

Дизайн і комп'ютерна верстка *Дорогобід В.П., Тихонова Н.В., Коваленко І.Д.*
Відповідальний за випуск *Шефер О.В.*

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі
автоматики, електроніки та телекомунікацій
Національного університету
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

Підписано до друку 04.11.2019 р.
Формат 60×84 ¹/₁₆. Папір офсетний. Друк різь.
Ум. друк. арк. 0,75. Тираж 100 прим.

Адреса редакції:
Національний університет
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Україна, 36011, Полтава, Першотравневий проспект, 24

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників
і розповсюджувачів видавничої продукції
Серія ДК, № 3130 від 06.03.2008 р.