

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Гончарова Наталія Сергіївна

УДК 621.78.015

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
МОЖЛИВОСТЕЙ НОВОГО МЕТОДУ ФОРМУВАННЯ
СЛОЖНОПРОФІЛЬНИХ ДЕТАЛЕЙ

Спеціальність 8.05050201 – Технологія машинобудування

Автореферат
Магістерської дипломної роботи

Краматорськ – 2015

Дипломною роботою є рукопис

Робота виконана в Донбаській державній машинобудівній академії
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник д.т.н, проф.

Ковалевський Сергій Вадимович,

Донбаська державна машинобудівна академія

Захист відбудеться 24 грудня в Державній машинобудівній академії за
адресою м. Краматорськ, вул. Шкадинова 72, 84313

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Необхідність створення нового методу, завдяки якому з'явиться можливість отримувати деталі різної конфігурації і різного хімічного складу, введе машинобудування на новий рівень.

Мета роботи. Розробка установки для вирощування деталей різної конфігурації, показати принципову можливість виготовлення деталей методом нарощування, а також експериментально визначити умови досягнення найвищої продуктивності пошарового нарощування деталі. Відповідно до поставленої мети визначено наступні **завдання:**

1. запропонувати новий метод вирощування деталей різної конфігурації, а також експериментально визначити умови досягнення найвищої продуктивності пошарового нарощування деталі;
2. розробити експериментальну установку для вирощування деталей різної конфігурації;
3. виконати експериментальні дослідження і обробити їх результати із застосуванням нейросетевого моделювання;
4. розробити технологічні рекомендації щодо застосування нової установки.

Об'єкт дослідження: формоутворення сложнопрофільних деталей.

Предмет дослідження: вирощування деталей з металу.

Методи дослідження - експериментальне дослідження, нейромережеве моделювання.

Наукова новизна роботи: створена нейромережева модель процесу, визначені умови найвищої продуктивності процесу при пошаровому нарощуванні експериментальних зразків.

Практична цінність:

- Розроблений метод вирощування деталей різної конфігурації;
- Сформульовані основні вимоги до складу і параметрів технологічного обладнання;

- Розроблені технологічні рекомендації з використання розробленого процесу.

Наукова апробація роботи: основний зміст і ідея роботи представлені на Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м Краматорськ, ДДМА, 10 грудня 2014), Студентської науково-технічної конференції «Молода наука» (м Краматорськ, ДДМА, 10 квітня 2015р.); Всеукраїнської наукової конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м Краматорськ, ДДМА 10 грудня 2015).

Особистий внесок: полягає у проведенні наукових досліджень, аналізу експериментальних даних, обробці результатів досліджень. Також за результатами роботи складена заявка на патент «Спосіб вирощування складно профільних деталей з металевих матеріалів» (Ковалевський С.В., Гончарова Н.С.).

Публікації: результати досліджень опубліковані в п'яти збірниках наукових праць, у трьох збірниках тез наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Магістерська дипломна робота містить: вступ, шість розділів і додатки. Зміст розділів магістерської роботи викладено на 117 сторінках, містить 20 малюнків, 13 таблиць, 3 додатки, 62 використаних літературних джерела.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У першому розділі: «Аналіз літературних джерел» - розглянуті різноманітні методи отримання деталі шляхом не механічною обробки. Аддитивне виробництво (Additive Manufacturing, AM) є технологічною концепцією, що активно розробляється в усіх високорозвинених країнах з другої половини ХХ століття. Принцип її полягає в тому, що виріб створюється за допомогою пошарового додавання матеріалу різними способами, наприклад, наплавлені або напилення порошку, рідкий полімер, композитний матеріал. Ця концепція покликана доповнити традиційні

методи виробництва, засновані на видаленні первинного матеріалу. Технологія дозволяє отримувати навіть мікронні внутрішні порожнини різної конфігурації (циліндричні, конічні, спіральні канали, осередки та ін.), які є недоступними для традиційних способів виготовлення виробів

Це перспективна технологія виготовлення виробів одиничного і дрібносерійного виробництва в багатьох галузях промисловості (машинобудування, авіаційна і космічна галузі, медицина та ін.). Використання даної технології дозволяє виготовляти деталі з внутрішніми криволінійними отворами, недоступними виготовлені іншими методами обробки. Пряме виробництво з САПР і відсутність безлічі переходів і зміни позиціонування деталі на верстаті, як при традиційних методах виготовлення, дозволяє отримати високу точність виробу.

Таким чином, розглядається процес об'єднання матеріалу з метою створення об'єкту з даних - оцифрованої моделі, відрізняється від "віднімання" виробничих технологій. Під "відніманням" мається на увазі механообробка - видалення матеріалу з масиву заготовки.

У другому розділі: «Методика дослідження» - на основі літератури, викладеної в першому розділі роботи виявили необхідність вирішення проблеми формоутворення виробів з мінімальними витратами енергії, матеріалу, живої праці, сформульована приватна проблема - розробки технології вирощування деталей машин.

Проблема є актуальною тому, що використовувані сьогодні аналоги - Електроіскрове легування, прототипування деталей та ін. Не дозволяють створити деталь з металу. Актуальність даного методу можна пояснити високими економічними і фізико-механічними характеристиками методу, можливість отримувати деталі різної конфігурації і різного хімічного складу.

Робочі процеси виготовлення деталей традиційно базуються на пошаровому видаленні матеріалу заготовки для отримання деталі заданих розмірів, форми і якості. Реалізується принцип виготовлення «від більшого до меншого». Поняття Rapid Prototyping означає безпосереднє виготовлення

виробу або прототипу за допомогою генеративних технологій. При цьому під прототипом розуміють первинне фізичне уявлення продукту, що виготовляється згодом, випробувальна модель або проект зразка. Кожен вид фізичного зразка, моделі або макета як прототип повинен бути придатний для удосконалення продукту та скорочення шляху від ідеї до кінцевого виробу. Прототипи повинні мати високий рівень абстракції і бути простими, мати рівнем властивостей, достатніх для тестування вже на стадії проекту. Створення прототипів виробів, їх моделей також вимагає багато часу. У зв'язку з тим, що в умовах ринкової економіки однією з умов збереження конкурентоспроможності продукції є використання ресурсозберігаючих технологічних процесів, одним з перспективних напрямів є формоутворення виробів з металу.

Метою даної роботи є розробка установки для вирощування деталей різної конфігурації, показати принципову можливість виготовлення деталей методом нарощування, а також експериментально визначити умови досягнення найвищої продуктивності пошарового нарощування деталі.

Наші експериментальні дослідження ґрунтуються на припущенні про можливість виготовлення деталей методом нарощування деталей різної конфігурації, форми і розмірів.

Відомо, що існує метод електроіскрового легування, сутність процесу якого полягає в перенесенні матеріалу, на оброблювану поверхню деталі іскровим електричним розрядом. Цей спосіб забезпечує міцне зчеплення вводиться легуючого матеріалу з поверхнею деталі. Дуже цінною властивістю електроіскрового легування є те, що воно забезпечує дуже міцний зв'язок зміцненого шару з легованим металом, але цей спосіб не забезпечить вирощування з металу. Також відомо про метод Fused Deposition Modeling - моделювання опалювальному, в якому формоутворення моделі відбувається за допомогою екструзії розплавленого матеріалу через одне або декілька сопел. До достоїнств процесу можна віднести високу продуктивність, нетоксичність застосовуваних матеріалів і легкість

перебудови з одного матеріалу на іншій, компактність установки і малі витрати. Цей спосіб не позбавлений недоліків: низька міцність і зв'язок між шарами, необхідність суворого контролю температури щоб уникнути розшарування; необхідність безперервного руху екструдера щоб уникнути затвердіння матеріалу; необхідні технологічні підпори.

Так як методика вирощування деталей з металу не винайдена, ми можемо висунути гіпотезу про дану методику, яка полягає в перенесенні матеріалу, на оброблювану поверхню деталі іскровим електричним розрядом. Таким чином, ми знаходимося на кордоні електроіскрового легування, щоб процес був більш стійким, ми Продлять час контакту електрода з поверхнею вирощуваної деталі і за рахунок цього у нас відбувається орієнтація: нагрівання електрода і не руйнування заготовки деталі. Але при цьому нам потрібно контролювати те, коли характер вирощування ще утворився, а електрод вже готовий зв'язатися з місцем вирощування - переносу. Це відбувається в тому випадку, коли ми можемо регулювати частоту і шпаруватість.

Ми припускаємо, що якщо стабільно йде процес з перенесенням, то цей процес буде якісно переносити метал, отже, він виросте найбільшим чином. Якщо за один і той же час він виріс на одну і ту ж висоту, це означає, що швидкість найбільша. Ми маємо найбільшу швидкість, як ознака ведення такого раціонального процесу.

Для основи створення нового методу формоутворення, як аналог ми використовуємо метод електроіскрового легування і метод Fused Deposition Modeling, але ці методи не дозволяють створити деталь з металу.

На кінцеві результати впливають змінні фактори: сила струму в першому контурі, частота, шпаруватість керуючого генератора і тривалість впливу.

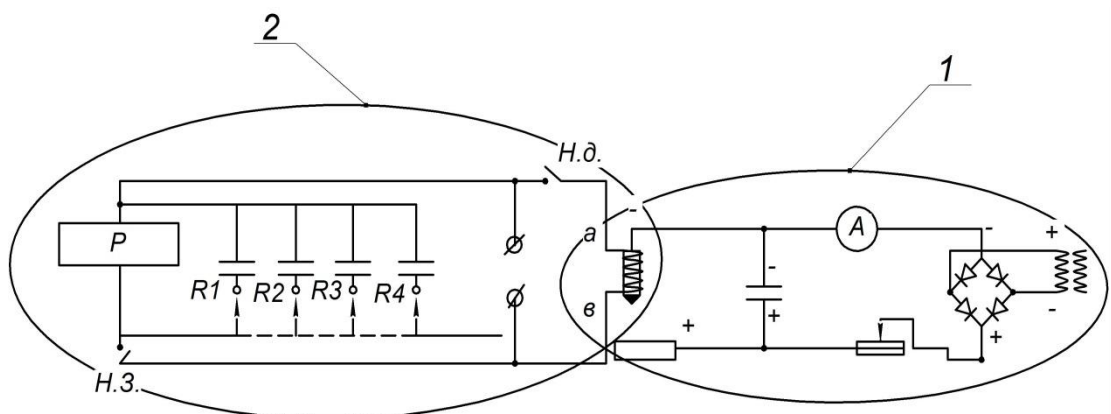
Для дослідження можливостей процесу в межах заданих змін режимів був прийнятий наступний порядок проведення експерименту:

-составлен план повнофакторного експерименту, в якому вхідними змінними прийняті сила струму в першому контурі, частота, шпаруватість керуючого генератора і тривалість впливу;

- рандомізовані порядок зміни рівнів факторів;

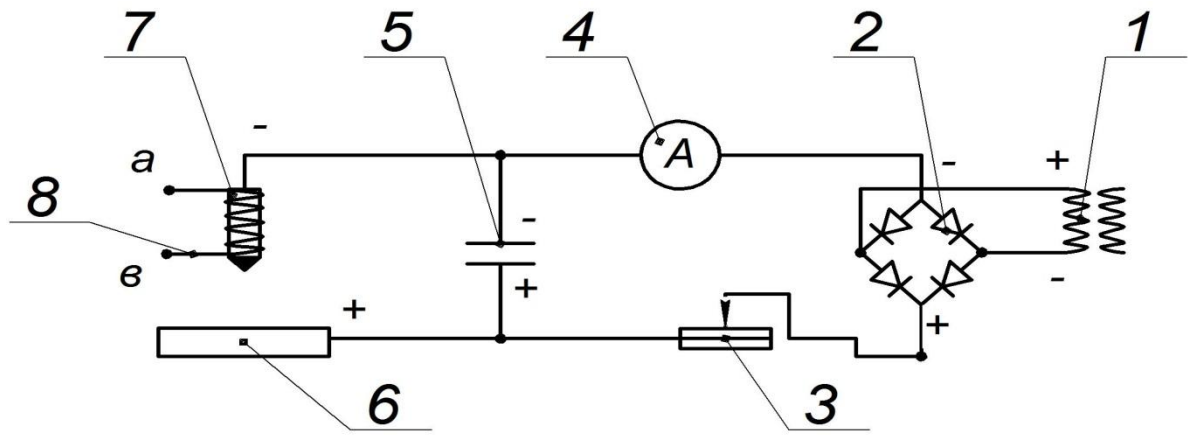
-для побудови математичної моделі процесу застосована нейромережева обробка створеного кортежу експериментальних даних за допомогою комп'ютерного пакету NeuroPro 0,25.

У третьому розділі: «Теоретичні-експериментальні досягнення установки для вирощування деталей» - для проведення досліджень був розроблений експериментальний стенд, який реалізує принцип пропонованого процесу. Схема експериментального стенду - установки для вирощування показана на рис. 1. Експериментальний стенд складається з двох контурів. Перший - силовий контур, який забезпечує подачу на робочий електрод з матеріалу майбутньої деталі високовольтного розряду позитивного знака. Другий контур - управління подачею робочого електрода від керуючого генератора. Головною особливістю цього контуру є можливість регулювання подачі електрода в режимі вібрацій із змінною частотою і змінною шпаруватістю, тобто тривалістю контакту робочого електрода з нарощувати матеріалом вирощуваної деталі протягом одного періоду вібрацій робочого електрода.



1 - управління подачею робочого електрода від керуючого генератора; 2 - силовий контур.

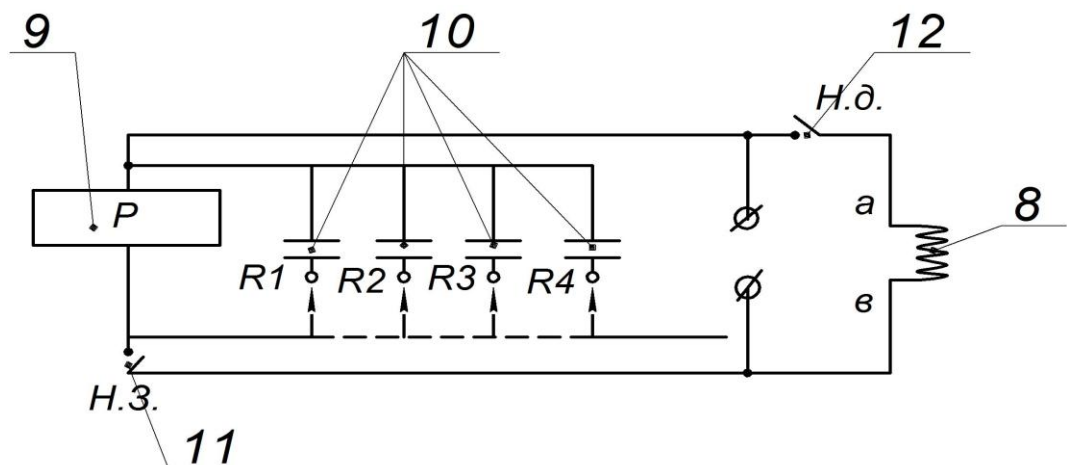
Рисунок 1 - Схема установки для вирощування



1 - трансформатор; 2 - мостова схема; 3 - реостат; 4 - амперметр; 5 - конденсатор; 6 - підкладка; 7 - сердечник електромагніту; 8 - котушка електромагніту.

Рисунок 2 - Силовий контур

Силовий контур (рис. 2.), призначений для генерування струму імпульсної частоти в постійну частоту. Складається з: джерела постійного струму і зарядно-розрядного блоку. Джерело постійного струму зібраний на автотрансформаторі 1 і діодах, включених по мостовій схемі 2 і реостата 3. В якості зарядно-розрядного блоку служить конденсатор 5.



8 - електромагніт; 9 - реле; 10 - конденсатори; 11 - нормально закритий контакт; 12 - нормально відкритий контакт.

Рисунок 3 - Прилад керування подачею робочого електрода від керуючого генератора

Прилад керування подачею робочого електрода від керуючого генератора, (рис. 3.), призначений для комутування розрядної ланцюга вібруючим електродом. Складається з електромагніту 8, реле 9 і конденсаторів 10.

Працює установка в такий спосіб. При включенні автотрансформатора 1 в мережу 220В, в установці з'являється струм змінної величини, який проходячи через діодний міст 2, стає постійною величиною. За допомогою автотрансформатора ми можемо регулювати вихідну напругу. До позитивного висновку діодного моста підключений реостат 3, який потрібен для регулювання струму в зарядно-розрядної ланцюга установки. Величину цього струму ми можемо бачити на амперметр 4. Розрядний конденсатор 5 з'єднаний своїм позитивним висновком з оброблюваної деталлю 6. Негативний висновок підключений до інструменту, який закріплений до сердечника електромагніту 7. Конденсатор при харчуванні постійним струмом заряджається, коли відбувається замикання ланцюга розрядного контуру, розряджається, за рахунок чого між деталлю і електродом проскакує іскра. Іскра в місці її дії викликає високу температуру, що приводить до розплавлення частини металу на поверхні деталі. Для стійкого здійснення процесу наплавлення металу, необхідно забезпечити періодичне контактування інструменту з деталлю з певною частотою. Таке контактування забезпечує електромагнітний вібратор.

При включенні приладу керування подачею робочого електрода, реле 9 включиться, через свій нормально закритий контакт 11. Паралельно цьому буде заряджатися конденсатор 10, тому він включений паралельно котушці реле. Тим самим, коли включиться реле, нормально закритий контакт розімкнеться, а нормально відкритий 12 замкнеться - при цьому включиться котушка електромагніту 8 і втягне свій сердечник 7. Після цього напруга з котушки реле пропаде, але оскільки за рахунок енергії, накопиченої конденсатором 10, деякий час через його обмотку буде протікати струм, реле відключиться не відразу. Коли контакти, нормально закриті, замкнуться,

знову почне заряджатися конденсатор - цикл повторюється. Частота перемикаць реле залежить від його параметрів, а також номіналів конденсаторів, які можна перемикати за допомогою перемикача. Чим більше номінал конденсатора, тим довше він буде розряджатися. Цим забезпечується постійні безперервні коливання інструменту.

Створена модель дозволила визначити характер залежності нарощування матеріалу деталі залежно від частоти керуючого генератора і сили струму в першому (робочому) контурі. Результати такого дослідження представлені на рис.4 і 5.

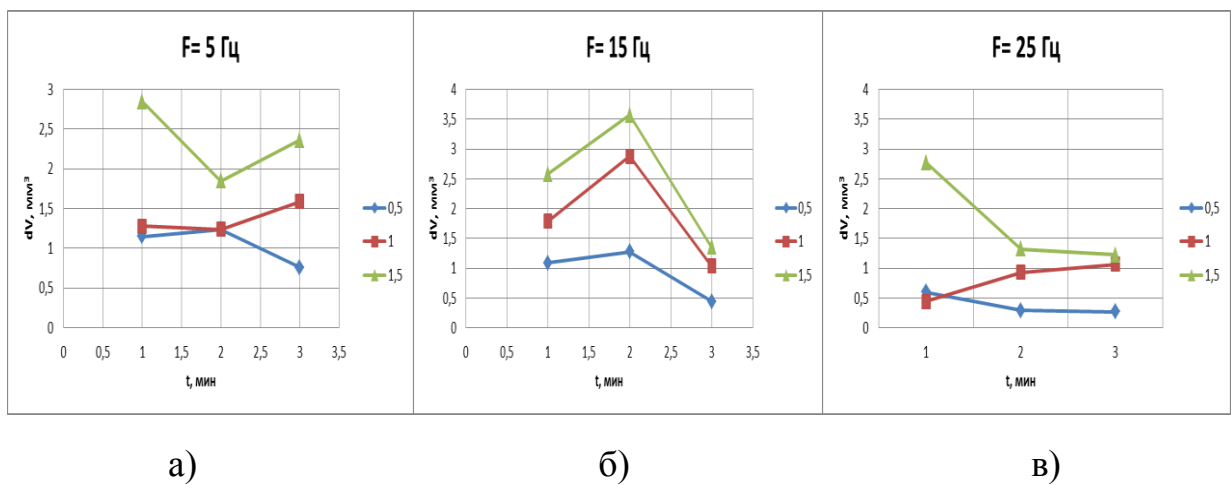


Рисунок 4 - Залежності обсягу вирощеного зразка деталі від часу, при частоті: а) $F = 5$ Гц; б) $F = 15$ Гц; в) $F = 25$ Гц.

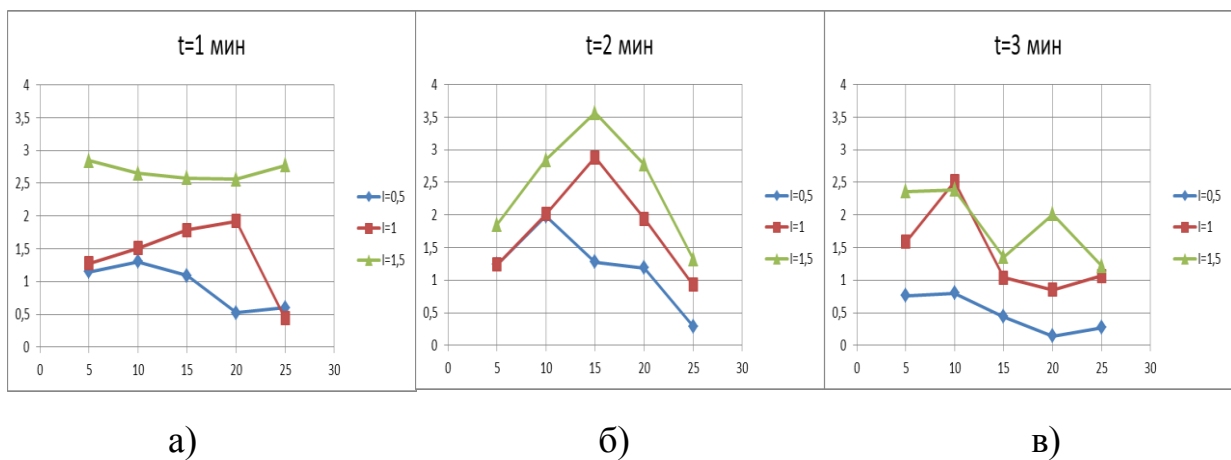


Рисунок 5 - Залежності обсягу вирощеного зразка деталі від частоти, при тривалості: а) $t = 1$ хв; б) $t = 2$ хв; в) $t = 3$ хв

З представлених оброблених результатів випливає, що раціональним варіантом вирощування зразка деталі є режими при частоті $F = 15-20$ Гц і силі струму $I = 1,0$ А і при частоті $F = 5-10$ Гц і силі струму $I = 1,5$ А.

У четвертому розділі: «Розробка методичних вказівок до лабораторної роботи» - розроблені методичні вказівки для виконання лабораторної роботи «Визначення оптимальної частоти і сили струму при вирощуванні елементів деталі». Мета цієї роботи: визначити оптимальні параметри частоти і сили струму при вирощуванні елементів деталі.

В п'ятому розділі: «Організаційно-економічна частина» - визначені і розраховані економічні показники. Аналізуючи метод вирощування деталі можна виявити суттєву економію коштів на:

- Економії витрат на технологічне устаткування;
- Економії витрат на виробничі площі;
- Економії витрат на матеріали;
- Економії витрат на електроенергію.

У шостому розділі: «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях» - проведено аналіз фізичних, хімічних, психологічних і біологічних небезпечних і шкідливих факторів, які існують в механоскладальних цехах.

ОСНОВНІ ВИСНОВКИ І РЕЗУЛЬТАТИ

У дипломній роботі запропоновано новий метод вирощування деталей різної конфігурації, а також експериментально визначені умови досягнення найвищої продуктивності пошарового вирощування деталі. Розробили експериментальну установку для вирощування деталей різної конфігурації. Виконали експериментальні дослідження і обробили їх результати із застосуванням нейросетевого моделювання. Розробили технологічні рекомендації щодо застосування нової установки.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА

Всього за результатами досліджень:

1) Опубліковано статті:

- Ковалевський С.В. Пристрій для вирощування складнопрофільних деталей з металевих матеріалів / С.В. Ковалевський, Н. С. Гончарова // «Студентський Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2015.

- Ковалевський С.В. Нейромережеве моделювання процесу пошарового вирощування деталі / С.В. Ковалевський, Н. С. Гончарова // «Науковий Вісник Донбаської державної машинобудівної академії» збірник наукових праць Донбаської державної машинобудівної академії - Краматорськ: ДДМА, 2015.

- Гончарова Н. С. Метод вирощування складнопрофільних деталей з металевих матеріалів / Н. С. Гончарова // «Молода наука XXI століття» збірник наукових праць всеукраїнської науково-технологічної конференції студентів та молодих вчених з міжнародною участю - Краматорськ: ДДМА, 2015. - С.95.

- Ковалевський С.В. Розвиток адитивних технологій на основі пошарового вирощування деталей машин. / С.В. Ковалевський, Н.С. Гончарова // «Нейромережеві технології та їх застосування НСТіП-2015» збірник наукових праць - Краматорськ: ДДМА, 2015.

- Ковалевський С.В. Пристрій для вирощування складнопрофільних деталей з металевих матеріалів / С.В. Ковалевський, Н.С. Гончарова, В.І. Тулупов // »Międzynarodowa Konferencja studentów - Zielona Góra: Uniwersytet Zielonogórski, 2015. - С.52.

2) Результати дослідження повідомлені на:

- Всеукраїнської наукової конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м Краматорськ, ДДМА, 10 грудня 2014);

- Студентської науково-технічної конференції «Молода наука» (м Краматорськ, ДДМА, 10 квітня 2015р.);

- Всеукраїнської наукової конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м Краматорськ, ДДМА 10 грудня 2015).

3) оформлена заявка на патент «Установка вирощування доладно профільних деталей з металевих матеріалів» (Ковалевський С.В., Гончарова Н.С.)

4) основний зміст і ідея роботи представлені на Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт в галузі «Машинобудування» (м.Одеса, ОНПУ, 2015)