

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Євсюков Євген Юрійович

УДК 621.787

ПРОЕКТ ІННОВАЦІЙНОГО МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ З  
ВИРОБНИЦТВА РЕДУКТОРІВ ПП-180 ПРИВОДУ ПРАВИЛЬНОГО  
РОЛИКА В ТЯГНУЧЕ ПРАВИЛЬНІЙ КЛІТІ

Спеціальність 131 «Прикладна механіка», «Інтегровані комп'ютеризовані  
технології машинобудування»

Автореферат  
Магістерської дипломної роботи

Краматорськ – 2017

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 21 грудня 2017р. в Державній машинобудівній  
академії за адресою м. Краматорськ, вул. Академічна 72, 84313

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність роботи** полягає в необхідності подальшого вдосконалення процесів на основі підвищення стійкості технологічного інструменту за рахунок зменшення зносу, що виникає в слідстві термічного та силового впливу на матеріал інструменту на етапах операції зміни форми і розмірів заготовок.

**Мета роботи:** експериментально дослідити новий енергозберігаючий метод зміцнення робочих поверхонь технологічного інструменту за допомогою наведення високовольтних розрядів електричного струму, що виникає між електродом та поверхнею інструмента при досягненні пробійної відстані.

### **Завдання роботи:**

- запропонувати і експериментально дослідити можливість оцінки якості технологічного інструмента за допомогою акустичних спектрів власних коливань;

- розробити методику експериментальних досліджень;

- розробити та підготувати обладнання для проведення експерименту;

- дослідити вплив високовольтних розрядів на знос інструменту; провести експериментальні дослідження та виконати обробку отриманих даних;

- розробити технологічні рекомендації щодо застосування нового методу;

сформулювати практичні рекомендації оцінки якості технологічного інструменту на основі ранжування по прогнозованій ступені зносу (стійкості).

**Об'єкт дослідження:** робочі поверхні технологічного інструменту.

**Предмет дослідження:** процес зміцнення робочих поверхонь технологічного інструменту.

**Метод дослідження** – експериментальний.

**Наукова новизна роботи:** виявлено вплив високовольтного електричного розряду на поверхню технологічного інструменту з метою зниження зносу та підвищення стійкості. Розроблено методику експериментальних досліджень впливу високовольтного електричного розряду на ріжучі властивості.

**Практична цінність:**

- розроблено метод зміцнення робочих поверхонь технологічного інструменту з використанням високовольтних розрядів.
- розроблені технологічні рекомендації щодо застосування нового методу.

**Наукова апробація роботи:** основний зміст та ідея роботи представлені на Всеукраїнській науковій конференції «Нейромеревеві технології та їх застосування» (м. Краматорськ, ДДМА, 7 грудня 2017 р.).

**Особистий внесок:** Особистий внесок полягає у проведенні експериментів, аналізі експериментальних даних, обробці результатів досліджень. Також за результатами роботи отримано патент (Ковалевський С. В., Євсюков Є. Ю.):

Патент МПК В23Н 11/10, 117794/ Україна/ «Спосіб зміцнення кінцевого інструмента малого діаметру розрядами електричного струму високої напруги»

**Публікації:** результати досліджень опубліковані у збірнику наукових праць та у трьох збірниках тез наукових конференцій.

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська дипломна робота містить: вступ, 5 розділів і додатки. Розрахунково-пояснювальна записка містить: 126 сторінок, 29 рисунки, 20 таблиць, 1 додатка, 71 джерел.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**У першому розділі: «Літературний аналіз інноваційних тенденцій вдосконалення вдосконалення технологічного виробництва»** - розглянуті інноваційні процеси та методи розвитку машинобудівного виробництва.

Інноваційна діяльність - це процес запровадження і супроводження наукової ідеї або технічного винаходу до стадії практичного використання, отримання доходу та відображення соціального ефекту.

Об'єктами інноваційної діяльності є:

- інноваційні програми і проекти;
- нові знання та інтелектуальні продукти;
- виробниче обладнання та процеси;
- інфраструктура виробництва;
- організаційно - технічні рішення виробничого, адміністративного, комерційного або іншого характеру, що істотно поліпшують структуру та якість виробництва і соціальної сфери;
- сировинні ресурси, засоби їх видобування і переробки;
- товарна продукція;
- механізми формування споживчого ринку і збуту товарної продукції.

Верстати з кінематикою паралельної структури є новим і перспективним видом металообробного обладнання.

В даний час верстати з кінематикою паралельної структури поступово, але досить швидко входять до складу устаткування, що використовується у всіх галузях металообробної промисловості. Основними перевагами таких верстатів є:

- висока точність позиціонування робочого органу (РО);
- високі швидкості переміщення і прискорення РО;
- покращені масогабаритні параметри і низька матеріаломісткість, внаслідок відсутності традиційних напрямних і станини;
- порівняно низькі витрати на обслуговування та ремонт;

- більш висока надійність внаслідок відсутності силових зубчастих передач, силового гідроприводу та системи централізованого змащування;
- висока ступінь уніфікації мехатронних вузлів, що забезпечує технологічність виготовлення верстата і його конструктивну гнучкість.

Питання зниження зносу технологічного інструмента сьогодні є актуальним завданням для підвищення якості. На ряду з іншими методами перспективним є застосування високовольтного розряду в технологічних цілях. Підвищення стійкості і зниження зносу інструменту сприяє підвищенню економічної точності досягнення операційних розмірів і підвищенню швидкості обробки. Як результат - інтенсифікація процесу. Зменшуються витрати на придбання нового інструменту, підвищується продуктивність процесу наряду зі зниженням енергетичних витрат. В кінцевому підсумку, скорочується собівартість готової продукції, забезпечуючи конкурентоспроможну ціну на ринку.

**У другому розділі: «Дослідження методу зміцнення технологічного інструмента шляхом впливу на його робочі поверхні високовольтних розрядів електричного струму»** - огляд літератури вказує на необхідність вирішення питання підвищення періоду стійкості технологічного інструмента, на основі зменшення його зносу. Проблема є також актуальною тому, що використовувані сьогодні методи підвищення стійкості є, насамперед, енергоємними і трудомісткими, а також деякі неекологічними процесами.

Метою даної роботи є розробка і дослідження методу зменшення зносу та підвищення стійкості технологічного інструмента на основі використання ефекту впливу високовольтного електричного розряду на його робочу поверхню.

Вирішення цієї проблеми полягає в розробці способу підвищення стійкості. З цією метою в роботі сформульована гіпотеза про те, що процес

зміцнення технологічного інструмента, з металевих матеріалів, відбувається шляхом впливу на робочу поверхню інструмента потужними, періодичними розрядами високої напруги, в результаті чого зерна матеріалу (сплаву) періодично переорієнтуються, відбувається періодична переорієнтація зерен матеріалу, ущільнення внутрішньої структури при збереженні його об'єму, при цьому процеси переорієнтації зерен в навантаженому шарі можуть відрізнятися від переорієнтації у внутрішньому шарі, внаслідок чого і можливе часткове зміцнення зовнішньої поверхні при достатній тривалості впливу.

**Об'єкт дослідження** – експериментальні зразки, представлені комплектом змінних ріжучих пластин, в кількості  $N_{шт}$ .

**Взбуджуюча дія** – коливання «білого шуму».

**Джерело «білого шуму»** - генератор з нормованим сигналом.

**Випромінювач** – п'єзоелектричний.

Оцінка акустичних спектрів, збудливих «білим шумом», коливань - по амплітудно-частотним характеристикам сигналу (АЧХ).

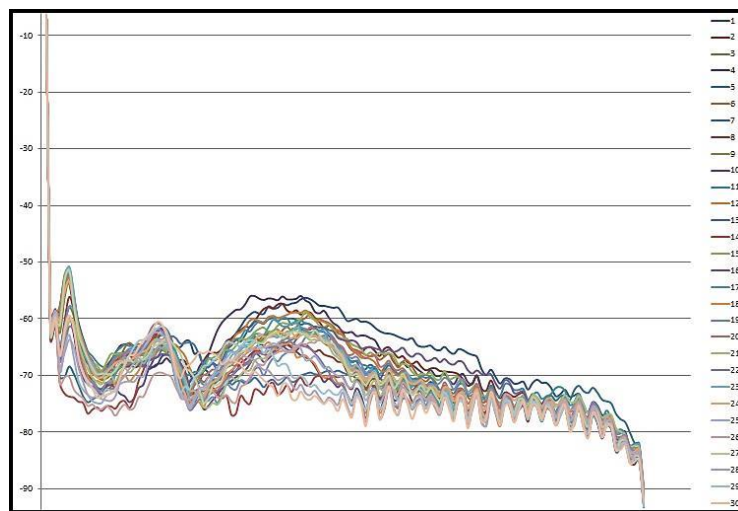


Рисунок 1 – Амплітудно-частотні характеристики ріжучих пластин

Дослідження впливу високовольтних розрядів – на основі оцінки ступенів спектрів АЧХ за допомогою пакетів програм: «Frequency analyzer», «Wavetool», «Visual analyzer».

Площа зносу – у піксельному представленні (рис.2), а світловий діапазон розподілу кольорів – за допомогою карт Кохонена (рис.3) в пакеті програми «Photoshop CS Extended».

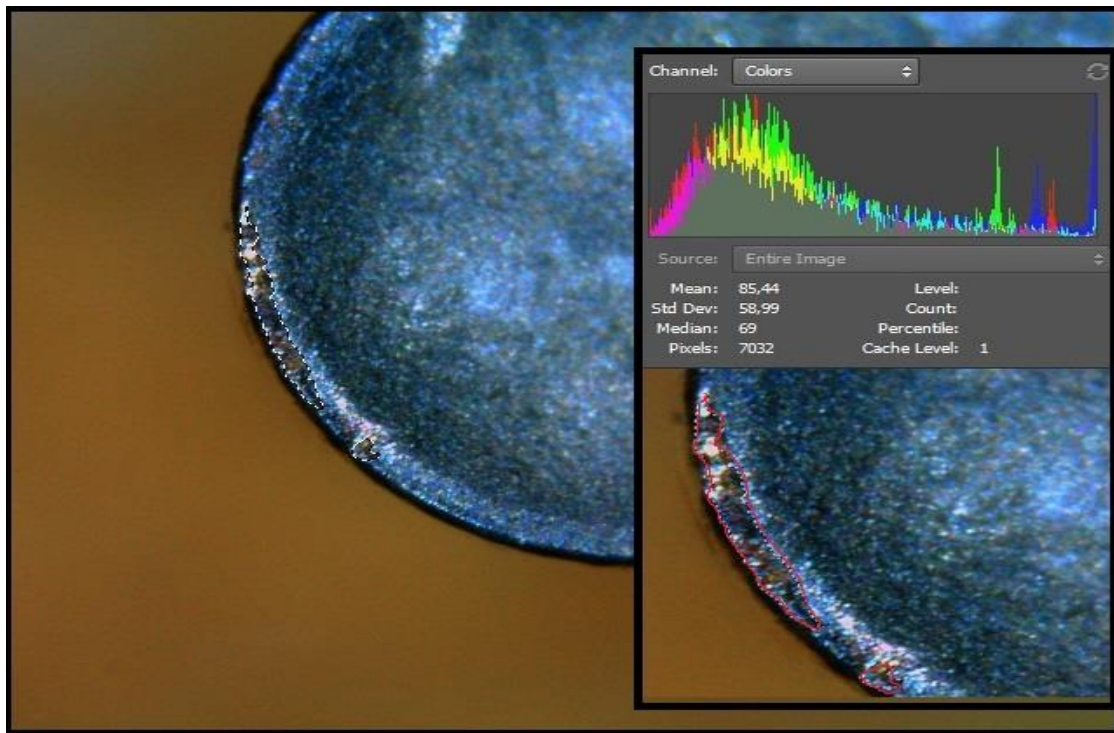


Рисунок 2 – Визначення площі зносу у піксельному відображенні

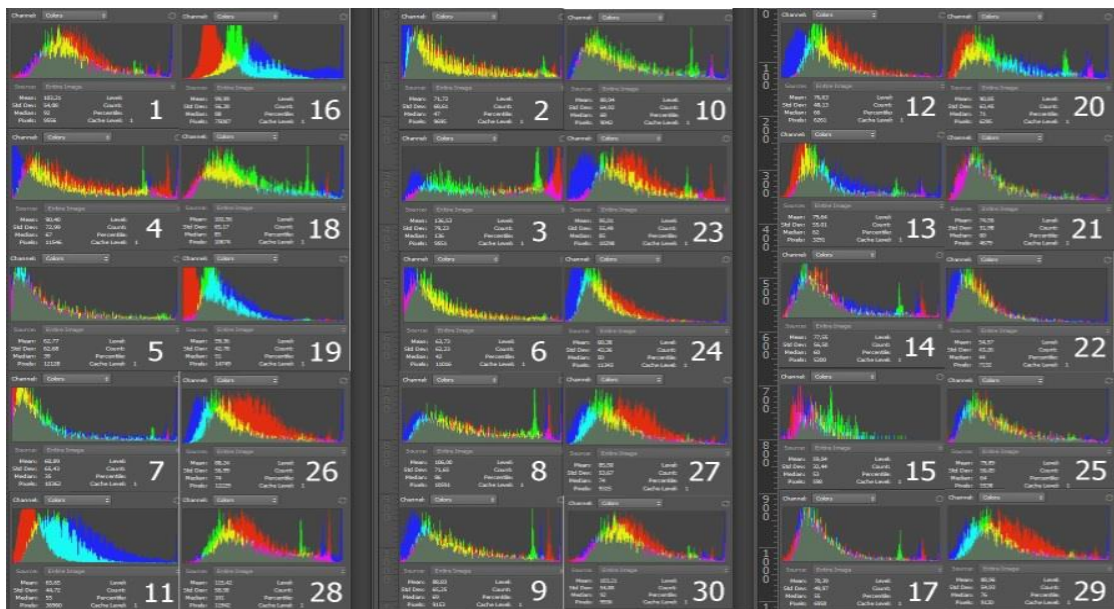


Рисунок 3 - Гістограми розподілу кольору для зносу ріжучих пластин по кластерам

Кластерний аналіз дозволяє виявити в межах партії змінних багатогранних пластин найбільш схожі за властивостями виробу, що дає



можливість формувати їх в окремі групи(комплекти), при цьому з більшою точністю гарантуючи однаковість умов обробки.

Побудовано графік порівняння показників зносу пластин вихідних властивостей від пластин, зміцнених високовольтним розрядом (рис. 4).

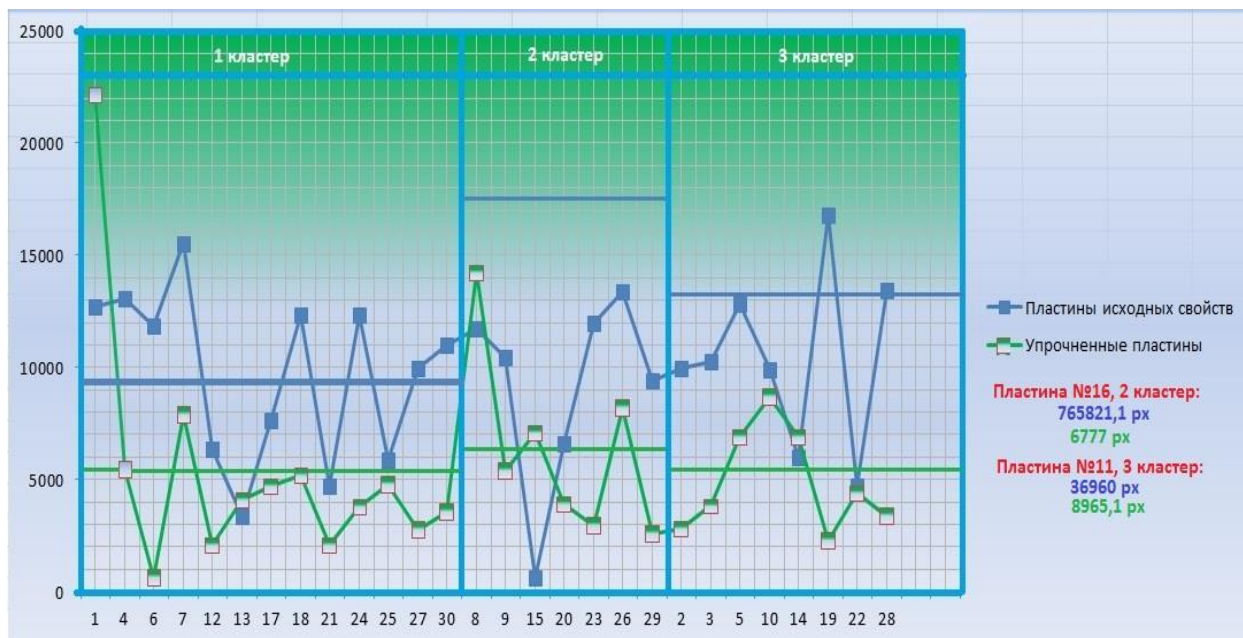


Рисунок 4 - Графік порівняння величин зносу по кластерам

Підвищення стійкості ріжучих пластин для кожного с кластерів склало: 1 кластер – в 1,8 раз; 2 кластер – в 2,75 раз; 3 кластер – в 2,51 раз. Загальне – 2,3 рази.

Метод впливу високовольтним розрядом на робочі поверхні ріжучих пластин дозволяє не тільки підвищити стійкість інструменту, але і забезпечує збільшення подібності властивостей ріжучих пластин одного комплекту.

Аналіз і обробка експериментальних даних сприяли народженню ідеї, реалізація якої здійснюється шляхом оцінки якості виробів шляхом неймережевого моделювання за прогнозованою стійкості (зносом) інструменту.

Спосіб реалізації: за допомогою неймережевого моделювання в програмних продуктах «NeuroPro 0.25» (рис. 5), а потім, для порівняння результатів, у «Matlab R2011b» (рис. 6), створена нейронна мережа, піддана навчанню і спрощенню. Підготовка даних – на основі створеної таблиці

вихідних амплітудно-частотних характеристик та показників зносу ріжучих пластин після обточування (рис. 7). На вхід нейронної мережі подаються амплітудно-частотні характеристики, виходом служать показники зносу ріжучих пластин після обточування.

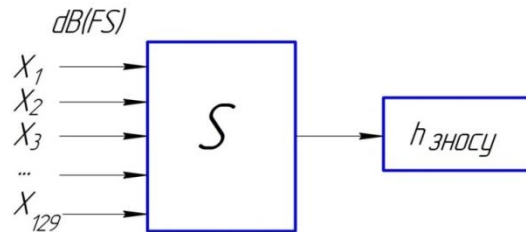


Рисунок 5 - Схематичне зображення моделі нейронної мережі для «NeuroPro 0.25»

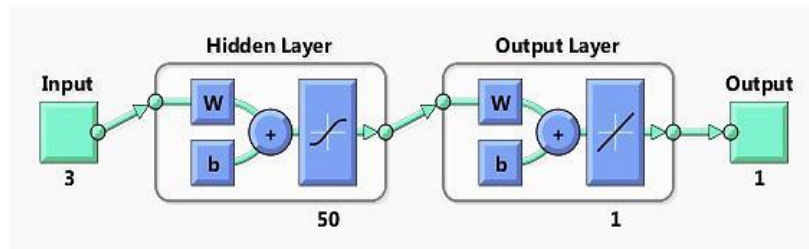


Рисунок 6 - Модель нейронної мережі відтворена у «Matlab R2011b»

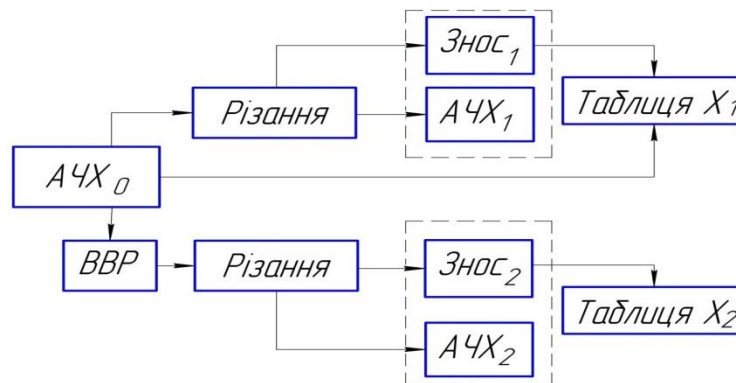


Рисунок 7 - Схема побудови таблиці вихідних даних

За допомогою команди `sim(net,[..(амплітудно-частотні характеристики)])` у діалоговому вікні програми отримується прогнозоване значення величин зносу пластини. При цьому, якщо вводити сторонні випадкові характеристики, дана модель результатів не показує, що дає нам підстави судити про правильність її роботи. Результати підтверджено роботою моделі у двох програмних продуктах.

Представлений варіант обробки даних дозволяє провести оцінку якості технологічного інструмента на основі ранжування по прогнозованій ступені зносу (стійкості).

**У третьому розділі: «Технологічна частина»** - Була розроблена схема складання. Обрана стаціонарна форма складання, з поділом складальних операцій. Точність збірки досягається за допомогою регулювання. Деталь представник «корпус» призначений для установки деталей і захисту їх від впливу зовнішнього середовища. Конструкція корпусу не викликає складностей у виготовленні. Якісний і кількісний аналіз показав, що деталь технологічна. Заготовка виконується зварною з листового прокату. Розроблено технологічний процес виготовлення деталі. Обробка литих заготовок перед зварюванням і попередня обробка баз виконується на універсальному обладнанні. У проектному варіанті обробки використовуються верстати з кінематикою паралельної структури. Вони дозволяють зменшити вартість виготовлення деталі, скоротити час на обробку та підвищити якість виготовлення продукції. Вибір інструмента і розрахунки режимів були виконані за допомогою довідкової літератури Iscar.

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

1. Зниження трудомісткості (за рахунок застосування нової технології контролю), а, отже, зниження заробітної плати робітника;
2. Економії витрат на основні матеріали, так як витрат на заготівлю у нанівець;
3. Економії по змінній частині накладних витрат (внаслідок урахування відсотка загальнопромислових витрат транспортних витрат, так як немає необхідності транспортувати деталі);
4. Економії витрат на електроенергію;
5. Економія витрат за рахунок зниження рівня браку.

**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 досліджено метод контролю зміцнення технологічних інструментів шляхом впливу на робочі поверхні високовольтних розрядів електричного струму та запропонована і досліджена можливість оцінки якості ріжучих пластин за допомогою аналізу акустичного спектру. Виконані експериментальні дослідження і оброблено їх результати із застосуванням методу моделювання за допомогою нейромережевого підходу. Розроблено технологічні рекомендації по застосуванню нової методики з

### 1) Опубліковано статті:

- Ковалевський С.В., Євсюков Є.Ю. Метод зміцнення робочих поверхонь технологічного інструменту високовольтними розрядами електричного струму. / «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво (МОМ – 2017) // – Чернігів : ЧНТУ, 2017. С. 62-63.
- Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Євсюков Є.Ю., Кошовий А.О. Нейросетевое прогнозирование стойкости упроченных режущих пластин/ Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Євсюков Є.Ю., Кошовий А.О. // «Нейросетевые технологии и их применение НСТИП-2014» сборник научных трудов - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.56.
- С.В. Ковалевський, Є.Ю. Євсюков. Спосіб зміцнення кінцевого інструмента малого діаметру розрядами електричного струму високої напруги. / Є.Ю.Євсюков // «Молодая наука XXI века» сборник научных трудов всеукраинской научно-технологической конференции студентов и молодых ученых с международным участием - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.95.

### 2) Результати дослідження повідомлені на:

– Всеукраїнській науковій конференції «Нейромережеві технології та їх застосування» (м Краматорськ, ДДМА, 7 грудня 2015р.);

– Студентській науково-технічній конференції «Молода наука» (м Краматорськ, ДДМА, 8 квітня 2017р.);

3) Отримано патент:

Патент МПК В23Н 11/10, 117794/ Україна/ «Спосіб зміцнення кінцевого інструмента малого діаметру розрядами електричного струму високої напруги»

**«Проект інноваційного механоскладального комплексу  
з виробництва редукторів ПП-180 приводу правильного ролика в  
тягнуче правильній кліті»**

Магістерська робота за спеціальністю: Технологія машинобудування  
Студент гр. ТМ-12м ДДМА, Є.Ю. Євсюков. – Краматорськ, 2017.

Робота містить: вступ, 5 розділів і додатки. Зміст розділів магістерської роботи викладено на 126 сторінках, містить 29 рисунків, 20 таблиць, 1 додаток, 71 використане літературне джерело.

Об'єкт дослідження – Проект інноваційного механоскладального комплексу з виробництва редукторів ПП-180 приводу ролика в тягнуче правильній кліті.

Експериментально досліджено новий енергозберігаючий метод зміцнення робочих поверхонь технологічного інструменту за допомогою наведення високовольтних розрядів електричного струму, що виникає між електродом та поверхнею інструмента при досягненні пробійної відстані.

Наукова новизна роботи: виявлено вплив високовольтного електричного розряду на поверхню технологічного інструменту з метою зниження зносу та підвищення стійкості, досліджена можливість оцінки якості технологічного інструмента за допомогою акустичних спектрів власних коливань, а за допомогою нейромережевого моделювання реалізована можливість прогнозування стійкості ріжучих пластин.

**Публікації:**

- Ковалевський С.В., Євсюков Є.Ю. Метод зміцнення робочих поверхонь технологічного інструменту високовольтними розрядами електричного струму. / «Машинобудування очима молодих: прогресивні ідеї – наука – виробництво (МOM – 2017) // – Чернігів : ЧНТУ, 2017. С. 62-63.

- Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Євсюков Є.Ю., Кошовий А.О. Нейросетевое прогнозирование стойкости упрочненных режущих пластин/ Ковалевський С.В., Ковалевська О.С., Євсюков

Є.Ю., Кошевой А.О. // «Нейросетевые технологии и их применение НСТИП-2014» сборник научных трудов - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.56.

- С.В. Ковалевський, Є.Ю. Євсюков. Спосіб зміцнення кінцевого інструмента малого діаметру розрядами електричного струму високої напруги. / Є.Ю.Євсюков // «Молодая наука XXI века» сборник научных трудов всеукраинской научно-технологической конференции студентов и молодых ученых с международным участием - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.95.

**Ключові слова:** КІНЕМАТИКА, ІННОВАЦІЙНИЙ, ПАРАЛЕЛЬНА СТРУКТУРА, МЕТОД ЗМІЦНЕННЯ, ВИСОКОВОЛЬТНИЙ РОЗРЯД, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ, НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ.

*E-mail: evgenii.evsyukov@gmail.com*



**«Проект инновационного механосборочного комплекса  
по производству редукторов ПП-180 привода правильного ролика  
в тянущей правильной клети»**

Магистерская работа по специальности: Технология машиностроения  
Студент гр. ТМ-12м ДГМА, Е.Ю. Евсюков. – Краматорск, 2017.

Работа содержит: введение, 5 разделов и приложения. Содержание разделов магистерской работы изложено на 126 страницах, содержит 29 рисунков, 20 таблиц, 1 приложение, 71 использованный литературный источник.

Объект исследования – Проект инновационного механосборочного комплекса по производству редукторов ПП-180 привода правильного ролика в тянущей правильной клети.

Экспериментально исследован новый энергосберегающий метод упрочнения рабочих поверхностей технологического инструмента с помощью наведения высоковольтных разрядов электрического тока, возникающих между электродом и поверхностью инструмента при достижении пробойного расстояния.

Научная новизна работы: выявлено влияние высоковольтного электрического разряда на поверхность технологического инструмента с целью снижения износа и повышения стойкости, исследована возможность оценки качества технологического инструмента с помощью акустических спектров собственных колебаний, а с помощью нейросетевого моделирования реализована возможность прогнозирования стойкости режущих пластин.

**Публикации:**

- Ковалевский С.В., Евсюков Е.Ю. Метод упрочнения рабочих поверхностей технологического инструмента высоковольтными разрядами электрического тока. / «Машиностроение глазами молодых: прогрессивные идеи – наука – производство (МОМ – 2017) // – Чернигов : ЧНТУ, 2017. С. 62-63.

- Ковалевский С.В., Ковалевская Е.С., Евсюков Е.Ю., Кошевой А.А. Нейросетевое прогнозирование стойкости упрочненных режущих пластин/ Ковалевский С.В., Ковалевская Е.С., Евсюков Является.Ю., Кошевой А.А. // «Нейросетевые технологии и их применение НСТИП-2014» сборник научных трудов - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.56.

- С.В. Ковалевский, Е.Ю. Евсюков. Способ упрочнений концевого инструмента малого диаметра разрядами электрического тока высокого напряжения. / Е.Ю.Евсюков // «Молодая наука XXI века» сборник научных трудов всеукраинской научно-технологической конференции студентов и молодых ученых с международным участием - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.95.

Ключевые слова: КИНЕМАТИКА, ИННОВАЦИОННЫЙ, ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ СТРУКТУРА, МЕТОД УПРОЧНЕНИЯ, ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ РАЗРЯД, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТРУМЕНТ, НЕЙРОННЫЕ СЕТИ.

*E-mail: [evgenii.evsyukov@gmail.com](mailto:evgenii.evsyukov@gmail.com)*

## **"The project of a new complex mechanical Assembly for the production of reducers PP-180 of the drive roller right in the drawing and straightening stand"**

Master's thesis, majoring in mechanical engineering

Student gr. TM-12m DSMA, E. Y. Onkar. – Kramatorsk, 2017.

The work contains: an introduction, 5 sections and applications. The contents of sections of master's work is contained 126 pages, contains 29 figures, 20 tables, 1 appendice, 71 used a literary source.

The object of the research Project innovative mechanical complex for the production of reducers PP-180 privateprofile roller in the drawing and straightening stand.

Experimentally investigated new energy-saving method of hardening the working surfaces of process tools using the guidance of high-voltage discharges of electric current arising between the electrode and the surface of the tool when it reaches the breakdown distance.

Scientific novelty of the work: the effect of high-voltage electric discharge on the surface of a technological tool to reduce wear and increase durability, investigated the possibility of assessing the technological quality of the instrument using the acoustic spectra of the natural oscillations, and with the help of neural network modeling the possibility to predict the tool life of inserts.

### **Publications:**

- Ковалевский С.В., Евсюков Е.Ю. Метод упрочнения рабочих поверхностей технологического инструмента высоковольтными разрядами электрического тока. / «Машиностроение глазами молодых: прогрессивные идеи – наука – производство (МОМ – 2017) // – Чернигов : ЧНТУ, 2017. С. 62-63.

- Ковалевский С.В., Ковалевская Е.С., Евсюков Е.Ю., Кошевой А.А. Нейросетевое прогнозирование стойкости упрочненных режущих пластин/  
Ковалевский С.В., Ковалевская Е.С., Евсюков Является.Ю., Кошевой А.А. //

«Нейросетевые технологии и их применение НСТиП-2014» сборник научных трудов - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.56.

- С.В. Ковалевский, Е.Ю. Евсюков. Способ упрочнений концевой инструмента малого диаметра разрядами электрического тока высокого напряжения. / Е.Ю.Евсюков // «Молодая наука XXI века» сборник научных трудов всеукраинской научно-технологической конференции студентов и молодых ученых с международным участием - Краматорск: ДГМА, 2017. – С.95.

Key words: KINEMATICS, INNOVATIVE, PARALLEL STRUCTURE, METHOD of HARDENING, the high-voltage DISCHARGE processing TOOL, NEURAL NETWORKS.

*E-mail: evgenii.evsyukov@gmail.com*



