

ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
«ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ»

Палагута Олексій Володимирович

УДК 621.357

РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ  
НОВОГО ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО МЕТОДУ МОДИФІКАЦІЇ РОБОЧИХ  
ПОВЕРХОНЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

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 роботи** полягає у недостатній розробці комбінованих методів підвищення якості виробів, до числа яких належить електрохімічний метод гальванічного зміцнення поверхонь деталей з використанням акустичного впливу, та необхідності вдосконалення цих методів зважаючи на їх економічну ефективність та скорочення трудомісткості технологічних процесів виготовлення та відновлення деталей.

**Мета роботи** полягає у розробці та дослідженні нового електрохімічного методу зміцнення поверхонь деталей машин з використанням акустичного впливу.

### **Завдання роботи:**

- виконати огляд літературних джерел в області застосування комбінованих методів підвищення якості виробів, а саме електрохімічного методу гальванічного зміцнення поверхонь деталей машин з використанням акустичного впливу;
- розробити методику експериментальних досліджень;
- виконати експериментальні дослідження та обробити їх результати, використовуючи нейромережеве моделювання;
- виконати аналіз результатів експериментальних досліджень;
- розробити методичні вказівки до виконання лабораторної роботи;
- виконати економічний аналіз розробленого технологічного процесу;
- виконати аналіз небезпечних та шкідливих факторів на виробництві та розробити заходи безпеки.

**Об'єктом дослідження** є технологічні можливості використання електрохімічних методів зміцнення робочих поверхонь деталей машин.

**Предметом дослідження** є новий електрохімічний метод зміцнення робочих поверхонь деталей машин з використанням акустичного впливу.

**Методами дослідження** є вивчення наукової літератури за темою дослідження, нормативно-правової бази, сукупність методів економіко-

статистичного аналізу, експериментальний, аналітичний та порівняльний методи.

**Наукова новизна роботи** полягає в інноваційності розробки нового гальванічного методу зміцнення робочих поверхонь деталей машин з використанням акустичного впливу, завдяки якому відбувається рівномірне розподілення зміцнюючого шару по поверхні деталі.

**Практична цінність роботи** полягає у розробленні нового електрохімічного методу зміцнення робочих поверхонь деталей машин з використанням акустичного впливу, що може бути використаний в процесі виготовлення різноманітних типів деталей, потребуючих підвищеної зносостійкості, а також у багатьох інших галузях промисловості як один з найбільш економічних методів обробки деталей.

**Наукова апробація роботи** полягає у тому, що її основні ідеї та зміст були представлені у вигляді доповідей на наступних конференціях:

- Студенческой научно-технической конференции «Молодая наука» (г. Краматорск, ДГМА, 10 апреля 2015г.);
- Всеукраинской научной конференции «Нейросетевые технологии и их применение» (г. Краматорск, ДГМА, 9 декабря 2015 г.).

**Особистий вклад** полягає у проведенні наукових досліджень, обробці їх результатів та аналізі експериментальних даних. Також за результатами роботи скомпонована заявка на патент «Спосіб вдосконалення гальванічних процесів» (Ковалевський С.В., Палагута О.В.).

**Публікації:** результати досліджень опубліковані у трьох збірниках наукових праць, у двох збірниках тез наукових конференцій.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**В першому розділі: «Аналіз літературних джерел»** - розглянуто теоретичні відомості про сучасні методи поверхневого зміцнення виробів, визначено області застосування і властивості гальванічних покриттів та практичні методи формування поверхневого шару.

Проведений огляд і аналіз відомих методів зміцнювального оброблення деталей машин засвідчує, що одним із найекономічніших і найефективніших видів зміцнення є гальванічний метод зміцнення поверхонь який належить до методів електрохімічної обробки. Цей метод дозволяє повніше реалізувати потенційні властивості конструкційних матеріалів у реальних деталях машин.

Перспективними для деталей зміцнення поверхонь є вібраційні і акустичні технології зміцнювального оброблення, як такі, що володіють великою енергією деформування та дозволяють регулювати її в широких межах. Можливості вібраційного і акустичного зміцнювального оброблення на сьогодні повністю не вивчені. Тому темою подальших досліджень обрано електрохімічний, а саме гальванічний метод зміцнення поверхонь виробів з використанням акустичного впливу, як самий перспективний об'єкт дослідження.

**У другому розділі: «Методика експериментальних досліджень»** - на основі аналізу літературних джерел обрано економічну методику проведення експерименту, яка полягає у гальванічному осадженні оксидом алюмінію поверхонь деталей з використанням одночасного акустичного впливу на технологічний процес.

По закінченню процесу експерименту, використовуючи сучасне обладнання, здійснено аналіз оброблених поверхонь зразків з метою подальших теоретико - експериментальних досліджень.

Завдяки набутим знанням та практичним навичкам здійснено експеримент, на основі якого розроблено методику проведення і

впровадження в учбову та виробничу програми нового перспективного методу зміцнення поверхонь виробів.

Реалізація акустичного впливу забезпечується наступним чином. Завдяки генератору сигналів збуджується імпульсний безперервний сигнал у вигляді білого шуму, який подається на випромінювач акустичних коливань, встановлений безпосередньо в середовищі електроліту. Далі сигнал поширюється на всі елементи технологічної системи і їх навколишній простір. Потім приймач акустичних коливань фіксує імпульсний вплив. Після чого інформація спектру направляється в аналізатор спектру, де за допомогою Швидкого Перетворення Фур'є (ШПФ) являє зафіксовані акустичні коливання у вигляді амплітудно-частотних характеристик (АЧХ), представлених у головному вікні у вигляді спектра білого шуму.

На рисунку нижчепредставлена схема акустичного впливу у вигляді білого шуму.

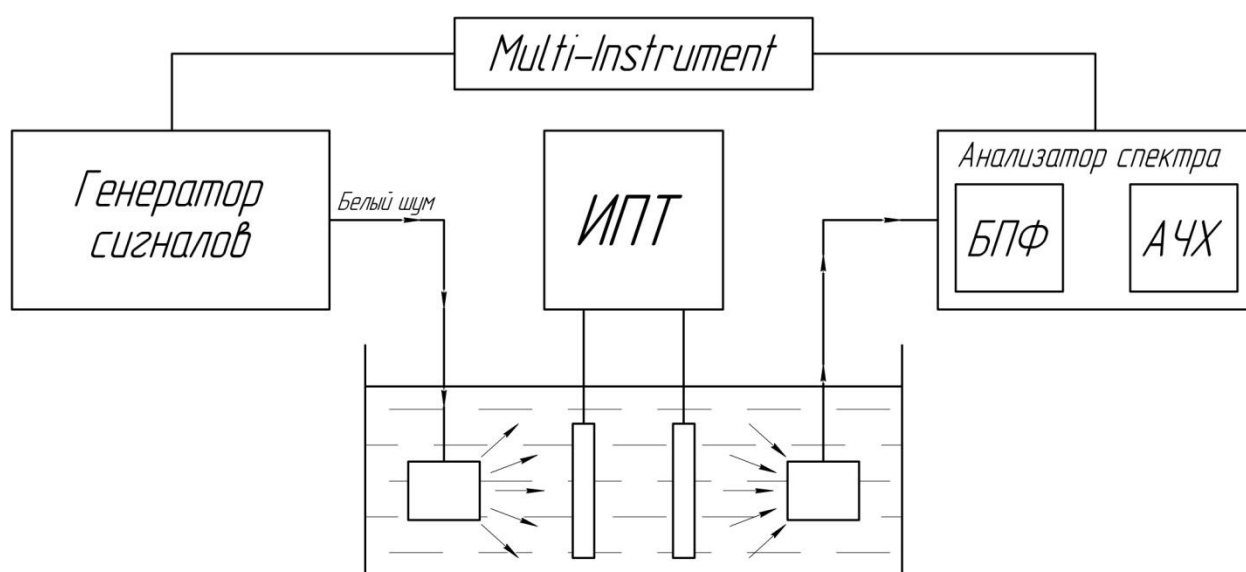


Рис. 1 -Схема впливу акустичного сигналу

У третьому розділі «Теоретико-експериментальні дослідження» - обрано та досліджено процес нейромережевого моделювання, визначено вихідні дані для проведення нейромережевого моделювання, здійснено

навчання нейронної мережі. Проведено нейромережеве моделювання, завдяки чому встановлено асоціативні зв'язки між вихідними та кінцевими параметрами. Створено математичні моделі нейронних мереж та наведено їх вербальні описи.

Нейромережеве моделювання використовується для вирішення слабо формалізованих задач з неповною інформацією при великій кількості вихідних факторів, відсутності єдиного підходу до їх отримання. Використання методу нейромережевого моделювання дозволяє науково обґрунтувати експериментальні дослідження, на основі чого можна дати об'єктивну оцінку результатів експерименту. Цей метод дозволяє побудувати математичну модель при великому числі вихідних даних і відсутності єдиного підходу до їх отримання.

Отже, після обробки імпульсів відгуку за допомогою перетворень Фур'є отримано амплітудно-частотні характеристики у вигляді спектру акустичних коливань білого шуму. Завдяки програмному пакету Multi-Instrument, всі отримані амплітудно-частотні характеристики були представлені у вигляді числових значень амплітуд відповідно частотам.

Побудована нейронна мережа, де у якості вихідних даних були використані всі початкові параметри та результати амплітудно-частотних характеристик, а в якості кінцевих – результати замірів шорсткості та твердості поверхонь.

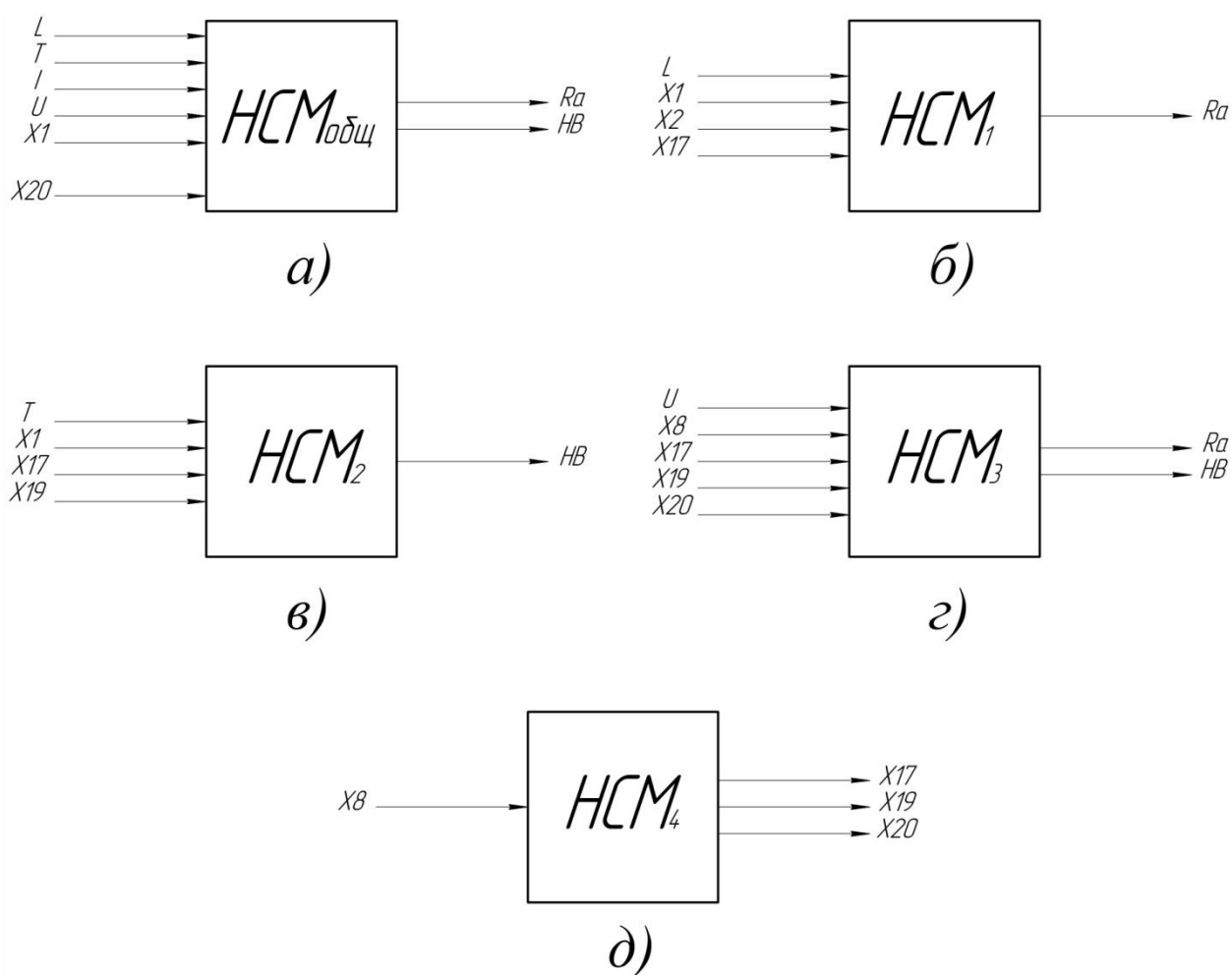
Для того щоб навчання нейронної мережі було безпомилковим, всі дані представлені з шістьма знаками після зап'ятої, тому що максимальне значення знаків (шість) після зап'ятої належить амплітудно-частотним характеристикам.

Далі проведено навчання нейронної мережі та подальше нейромережеве моделювання, завдяки якому були отримані залежності кінцевих параметрів від вхідних. Отримані вербальні описи дозволили з'ясувати які вихідні параметри впливають на кінцеві дані, а саме шорсткість та твердість. А також значимість входів, на основі яких з'ясовано які вихідні

параметри найбільш значимі, або які найбільше впливають на якість обробленої поверхні.

На основі вербального опису побудовані математичні нейромережеві моделі, які наглядно показують залежність кінцевих даних від вихідних параметрів, тобто які саме частоти та початкові показники впливають на якість поверхонь оброблених зразків.

Нейромережеві моделі представлено на рис. 2.



а – загальна вихідна нейромережева модель; б – для обчислення  $Ra$ ; в – для обчислення про  $HV$ ; г – для обчислення  $Ra$  і  $HV$ ; д – для обчислення  $X17$ ,  $X19$ ,  $X20$ .

Рис. 2 – Нейромережеві моделі.



У четвертому розділі «Аналіз результатів експериментальних досліджень» - за допомогою математичних обчислень проаналізовано залежності кінцевих даних у вигляді твердості і шорсткості оброблених поверхонь зразків від вихідних параметрів – напруги, відстані між алюмінієвою пластиною і деталлю, та тривалості електролізу. Задля ілюстрації цих залежностей побудовано графіки, що свідчать про покращення якості оброблених поверхонь деталей, тобто збільшення показників твердості і зменшення показників шорсткості, і як наслідок, збільшення зносостійкості та довговічності поверхонь виробів.

Використовуючи дані прогнозування побудовано графічну залежність шорсткості від вибраного значення напруги. Із графіку видно, що спочатку в діапазоні 3,4 – 4,3 В шорсткість зменшується, досягає найліпшого значення при 4,4 В, а потім в діапазоні 4,5 – 5,4 В збільшується. Це пояснюється тим, що в гальванічних процесах найліпше значення напруги може змінюватися в залежності від властивостей елементів технологічної системи, об'єму гальванічної ємності, складу та щільності електроліту тощо.

Нижче наведено графік залежності шорсткості від значень напруги.

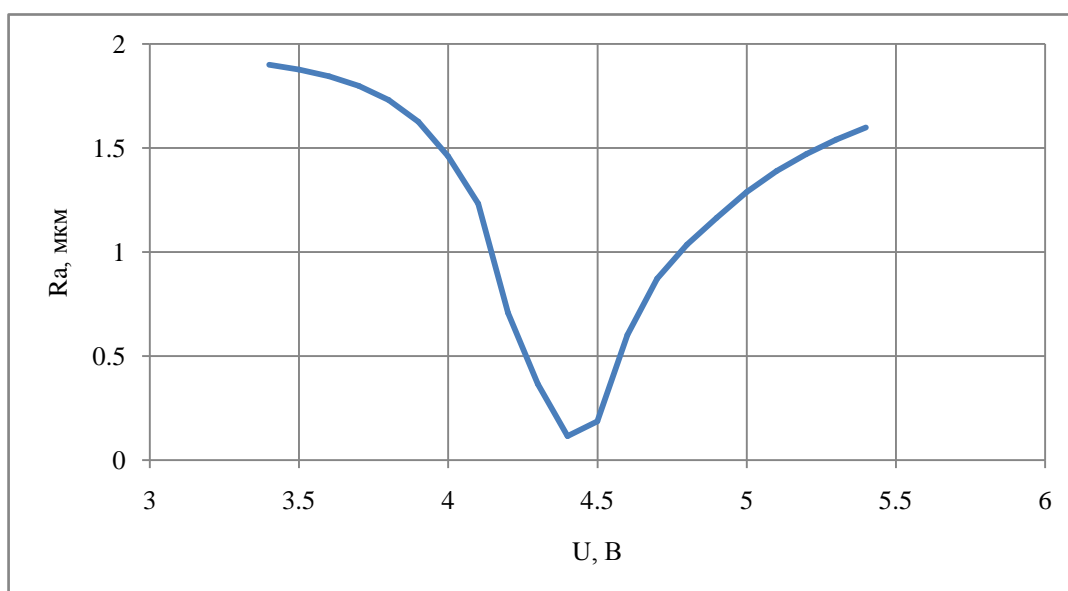


Рис. 3 – Графік залежності шорсткості обробленої поверхні від значення напруги.

Використовуючи дані прогнозування побудовано графічну залежність твердості від вибраного значення напруги. Із графіку видно, що спочатку в діапазоні 3,4 – 4,4 В твердість збільшується, досягає найліпшого значення при 4,5 В, потім в діапазоні 4,6 – 5,2 В зменшується, та наприкінці знов збільшується. Це пояснюється тим, що в гальванічних процесах найліпше значення напруги може змінюватися в залежності від властивостей елементів технологічної системи, об'єму гальванічної ємності, составу та щільності електроліту тощо.

Нижче наведено графік залежності шорсткості від значень напруги.

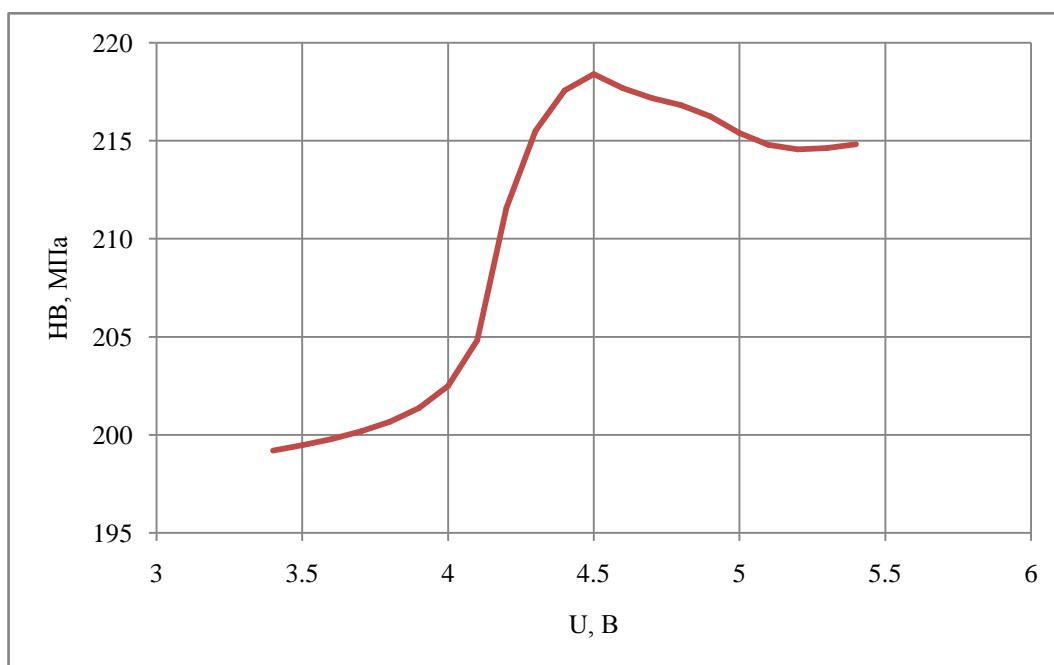


Рис. 4 – Графік залежності твердості обробленої поверхні від значення напруги.

**У п'ятому розділі «Розробка методичних вказівок до виконання лабораторної роботи» - розроблено методичні вказівки до виконання роботи «Гальванічне зміцнення поверхні деталі з використанням акустичного впливу». Мета цієї роботи: визначити залежність акустичного впливу на якість поверхні деталі.**

**У шостому розділі «Економічний аналіз досліджень»** –визначено та розраховано економічні показники. Одним з перспективних напрямів в економії матеріальних і енергетичних ресурсів є створення менш енергоємних технологічних процесів за рахунок прогресивних та перспективних технологій.

Економія коштів при впровадженні нового електрохімічного процесу і нового прогресивного методу зміцнення деталей з використанням імпульсного впливу - акустичної обробки, відбувається за рахунок:

- зниження трудомісткості (за рахунок застосування комбінованого методу зміцнення поверхонь деталей), а, отже, зниження заробітної плати робітника-верстатника;

- економії витрат на основні матеріали (за рахунок посилювання припусків на механічну обробку (розрахувавши їх розрахунково-аналітичним методом) і отже, зменшення маси заготовки);

- економії по варіативній частині накладних витрат (внаслідок обліку відсотка загальновиробничих витрат і транспортних витрат, так як виключається необхідність транспортування деталей в термічний цех);

- економії витрат на електроенергію (так як акустична обробка - процес менш енергоємний).

Економічний ефект склав 100,071 тис. грн.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека при надзвичайних ситуаціях»** –проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, розроблено заходи щодо виробничої санітарії, які включають встановлення параметрів повітря робочої зони і параметрів мікроклімату, був виконаний розрахунок системи місцевої вентиляції, виконано організацію освітлення приміщень. Крім того розроблені заходи з техніки безпеки, які включають заходи щодо забезпечення безпеки технологічних процесів, заходи щодо забезпечення безпеки обладнання, заходи щодо забезпечення електробезпеки та заходи щодо підвищення стійкості роботи об'єкта в умовах НС.

## ОСНОВНІ ВИСНОВКИ Й РЕЗУЛЬТАТИ

В результаті проведених досліджень вирішено важливе науково-технічне завдання – розроблення методики гальванічного осадження оксиду алюмінію робочих поверхонь виробів, яка дозволяє здійснювати зміцнення поверхонь деталей з високою продуктивністю та економією матеріальних ресурсів.

1. Запропонований в роботі спосіб зміцнення поверхонь виробів може бути використаний для практичних цілей з достатньою точністю.

2. Встановлено, що математичне моделювання при обробці сигналу «білий шум», який при імпульсному впливі на технологічну систему розповсюджується на всі елементи, дозволяє значно скоротити обсяг необхідної інформації для визначення показників якості поверхонь деталей, використовуючи амплітудно-частотні характеристики сигналу «білий шум».

3. Встановлено, що показники шорсткості і твердості поліпшуються в залежності від значень напруги, тривалості електролізу і відстані між пластиною і деталлю під впливом акустичних коливань

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИПЛОМА**

1. Палагута О.В. Зміцнення робочих поверхонь деталей машин. / С.В. Ковалевський, О.В. Палагута // «Молодая наука XXI века» сборник научных трудов всеукраинской научно-технологической конференции студентов и молодых ученых с международным участием - Краматорск: ДГМА, 2015.

2. Палагута О.В. Зміцнення робочих поверхонь деталей машин з використанням вібраційного впливу. / С.В. Ковалевський, О.В. Палагута // «Молодежь в технических науках: исследования, проблемы, перспективы» сборник тезисов Международной научно-практической Интернет-конференции - Винница: ВНПУ, 2015.

3. Палагута О.В. Зміцнення робочих поверхонь деталей машин з використанням вібраційного впливу. / С.В. Ковалевський, О.В. Палагута, В.И. Тулупов // «Konstrukcja, technologia, eksploatacja i ekologia w mechanice» Międzynarodowa Konferencja studentów - Zielona Góra: Uniwersytet Zielonogórski, 2015.–С.50