

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ МАШИН, СПОРУД ТА ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ

**ВЕДАН ВОЛОДИМИР РОМАНОВИЧ**

УДК 621.9

**РОЗРОБЛЕННЯ ПРОЕКТУ ДІЛЬНИЦІ МЕХАНІЧНОГО ЦЕХУ ДЛЯ  
ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСА АЛАЯ 732.131.140 З ДОСЛІДЖЕННЯМ  
ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПАЗІВ В ПЛОСКИХ ЗАГОТОВКАХ**

131 «Прикладна механіка»

**Автореферат**  
дипломної роботи магістра

Тернопіль  
2018

Роботу виконано на кафедрі технології машинобудування Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент кафедри технології машинобудування  
**Дячун Андрій Євгенович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин  
**Бабій Андрій Васильович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 24 грудня 2018 р. о 09<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії №3 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Лукіяновича, 4, навчальний корпус №11, ауд. 19

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Задирки після процесу фрезерування створюють ряд проблем як для впровадження технологічних процесів, так і при експлуатації готових виробів. Тому в технологічні процеси вводять операції усунення задирок, які утворюються на різних технологічних операціях, що значно збільшує собівартість готового виробу. Витрати, що пов'язані з виконанням таких технологічних операцій, можуть складати до 30% вартості виготовлення деталі. Останні дослідження показали значний інтерес до процесів формування задирок та їх усунення, оскільки вони призводять до пошкодження пальців робітників в процесі складання виробів, є джерелами залишків металу, що призводять до зниження довговічності оброблених деталей, знижують стійкість інструментів та їх ефективність. Задирки при фрезеруванні виникають на початку врізання та виходу ріжучого інструменту. При деяких режимах різання формуються великі задирки, що створюють труднощі в процесі їх усунення. Такі задирки формуються вздовж напрямку різання і їхня висота приблизно дорівнює глибині різання. В деяких випадках задирки ламаються у найтоншій частині, залишаючи малу частину на обробленій поверхні, в такому випадку задирка набагато менша ніж глибина різання. Моделювання методом кінцевих елементів процесу фрезерування є важливим, тому що воно може забезпечити базовий погляд на механіку формування задирок, зокрема напрямки переміщення матеріалу, розподіл напружень, деформацій та температури. Така інформація може привести до оцінювання ріжучої здатності та вдосконалення конструкції ріжучої кромки фрези, для заданої комбінації інструмента та матеріалу заготовки.

**Мета роботи:** розробити проект дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу АЛАЯ 732.131.140 та дослідити процес фрезерування плоских заготовок.

**Об'єкт, методи та джерела дослідження.** Основним об'єктом дослідження є технологічний процес виготовлення корпусу, процес фрезерування плоских поверхонь та виробничий процес механічного цеху. Методи виконання роботи: економіко-статистичний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

### **Отримані результати:**

- проведено моделювання методом кінцевих елементів процесу фрезерування для аналізу зношення інструменту та формування задирок;
- представлено результати моделювання утворення задирок при фрезеруванні, зокрема вплив переднього кута та зношення задньої поверхні, застосування інструменту із змінним радіусом ріжучої кромки;
- проаналізовано конструкцію та службове призначення об'єкту виробництва, виконано аналіз технологічності;
- виконано розроблення технологічного процесу виготовлення корпусу АЛАЯ 732.131.140, для якого вибрано обладнання, оснащення, різальний та вимірювальний інструмент, розраховано режими різання та норми часу;
- підібрано та спроектовано необхідне технологічне оснащення;
- виконано розрахунок економічної ефективності прийнятих рішень;

- розглянуто питання застосування інформаційних технологій, охорони праці, безпеки в надзвичайних ситуаціях та екології;
- спроектовано дільницю механічного цеху для виготовлення корпусу.

### **Практичне значення отриманих результатів.**

Розроблено реальний технологічний процес, який може бути впроваджений в умовах діючого виробництва. Встановлено якісні параметри процесу фрезерування плоских поверхонь.

**Апробація.** Окремі результати роботи доповідались на Міжнародній студентській науково-технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", Тернопіль, ТНТУ, 26-27 квітня 2018 р.

**Структура роботи.** Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 9 частин, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 176 арк. формату А4, графічна частина – 12 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** проведено огляд сучасного стану машинобудівної галузі промисловості та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити.

**В аналітичній частині** проведено аналіз стану питання щодо процесів фрезерування плоских поверхонь. В роботах вітчизняних і закордонних авторів велика увага приділяється розробці нових способів обробки і проектуванню більш досконалих конструкцій фрез з комбінованими схемами різання, а також з комбінованими схемами обробки (фрезерування-вигладжування та ін.).

Питанням забезпечення якісної і продуктивної обробки плоских поверхонь деталей машин торцевим фрезеруванням присвячено велику кількість робіт вітчизняних і закордонних вчених. Однак, існуючі рішення в цьому напрямку мають частковий характер, відсутні основи створення ефективного інструмента для фрезерних верстатів, не вирішені проблеми його працездатності, надійності, конструктивних елементів. Суттєвим резервом підвищення продуктивності обробки є можливість створення нових конструкцій торцевих фрез, які б дозволили поєднати декілька операцій обробки (чорнову, напівчистову і чистову операції) за один прохід. В умовах високої вартості верстатогодин на сучасних верстатах це має велике значення на сучасному етапі розвитку інструментального виробництва та машинобудування. Обґрунтовано актуальність теми роботи. Представлено висновки та задачі на дипломну роботу магістра.

**В науково-дослідній частині** представлені результати пов'язані з дослідженням впливу геометрії ріжучої кромки та зношення задньої поверхні на формування задирок в процесі торцевого фрезерування. Геометрія ріжучої кромки при дослідженнях включала передній кут, зношення задньої поверхні та змінний радіус заокруглення ріжучої кромки. 2D і 3D моделювання показали, що ріжуча пластина з більшим зношенням задньої поверхні утворює більші задирки. Для зменшення задирок бажаним є більший додатний передній кут (в певних границях), якщо стійкість інструменту більше визначається його зношенням ніж формуванням

тріщин на поверхні. Результати 3D моделювання процесу торцевого фрезерування вказують на те, що зниження довжини поверхні тертя між ріжучою пластиною та заготовкою сприяють зменшенню задирок.

**В технологічній частині** проведено аналіз об'єкту виробництва, його застосування, технічні вимоги до поверхонь, його технологічність. Визначено тип виробництва, вибрано оптимальний варіант виготовлення заготовки – литво під тиском. Проведено синтез технологічного маршруту обробки деталей, визначено припуски та міжопераційні розміри. Проведено вибір різального, вимірювального інструментів, технологічного оснащення та обладнання. Проведено розрахунок режимів різання та технічних норм часу.

**В конструкторській частині** виконано вибір та проектування засобів технологічного оснащення для виготовлення корпусу АЛАЯ 732.131.140.

**В спеціальній частині** розглянуто можливості застосування інформаційних технологій в науково-дослідній роботі та практичній діяльності, розглянуто особливості використання систем автоматизованого проектування для вирішення технологічних задач, з допомогою відповідного програмного забезпечення спроектовано альтернативний варіант технологічного процесу.

**В проектній частині** проведено проектування виробничої ділянки для реалізації розробленого технологічного процесу, виконано: уточнення програми виробництва на ділянку, розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів, визначення річної потреби в технологічному обладнанні, складання зведеної відомості обладнання, визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху та ділянки, визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі, розроблено компонувальний плану цеху та план розміщення обладнання, проведено вибір вантажопідйомних і транспортних засобів.

**В частині «Обґрунтування економічної ефективності»** розглянуто питання організації виробництва і проведено розрахунки техніко-економічної ефективності проектних рішень.

**В частині «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** розглянуто характеристику ділянки механічної обробки деталі, що проектується з точки зору охорони праці та питання планування робіт щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**В частині «Екологія»** розглянуто питання забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації технологічного процесу, а також запропоновано заходи зі зменшення забруднення довкілля.

**У загальних висновках щодо дипломної роботи** описано прийняті в проекті технічні рішення і організаційно-технічні заходи, які забезпечують виконання завдання на проектування; оригінальні технічні рішення, прийняті автором в процесі роботи; технічні рішення роботи, які можуть бути впроваджені у виробництво; техніко-економічні показники та їх порівняння з базовими.

В додатках до пояснювальної записки приведено відомості специфікацій, комплект технологічної документації, розрахунки режимів різання та техніко-економічних показників.

В графічній частині приведено схеми технологічних наладок, складальні креслення засобів технологічного оснащення, план розміщення обладнання на дільниці механічної обробки, плакати науково-дослідної частини.

## **ВИСНОВКИ**

Прийняті в дипломній роботі наукові та інженерні рішення дозволили спроектувати дільницю механічної обробки корпусу АЛАЯ 732.131.140 і досягти суттєвого покращення окремих показників технологічного процесу, а саме забезпечити можливість концентрації обробки, скоротити штучний час обробки деталі.

Завдяки застосування САПР ТП було синтезовано ще один варіант маршруту обробки, що в поєднанні з існуючими дозволило спроектувати оптимальний технологічний маршрут механічної обробки.

Розроблені механізовані конструкції спеціальних верстатних пристроїв на основі пневмоприводів дали змогу підвищити якість виготовлення деталі і зменшити допоміжний час на операціях. Також покращилися умови роботи виробничих робітників.

Розрахунками економічної ефективності встановлена економічна доцільність впровадження розробленого технологічного процесу механічної обробки корпусу АЛАЯ 732.131.140. Очікуваний економічний ефект досягнутий завдяки впровадженню в технологічний процес свердлильних, токарних та багатоцільових верстатів з ЧПК, замість вертикально-свердлильних, різенарізних, токарних та розточних верстатів, що забезпечило скорочення штучного часу обробки деталі, зменшення в 3 рази кількості операцій та одиниць технологічного обладнання, порівняно із базовим технологічним процесом.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Ведан В. Дослідження утворення задирок при фрезеруванні / В. Ведан // Міжнародна студентська науково-технічна конференція "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання": 26-27 квітня 2018 р. : тези доп. – Тернопіль : вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – С. 172.

## **АНОТАЦІЯ**

*Ведан В.Р.* Розроблення проекту дільниці механічного цеху для виготовлення корпусу АЛАЯ 732.131.140 з дослідженням якості процесу фрезерування пазів в плоских заготовках. 131 «Прикладна механіка». - Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

В дипломній роботі спроектовано дільницю механічної обробки корпусу АЛАЯ 732.131.140. Розроблено технологію виготовлення деталі та спеціальні верстатні пристрої для її реалізації.

Прийняті в дипломній роботі інженерні рішення дали змогу підвищити якість виготовлення деталі і зменшити підготовчо-заклучний час на операціях, забезпечили концентрацію операцій а також скорочення затрат на виготовлення

деталі. Для забезпечення безпечних умов роботи персоналу розроблено питання охорони праці і безпеки у надзвичайних ситуаціях.

Наведено теоретичне узагальнення і вирішення наукової задачі, що полягає в дослідженні процесу фрезерування пазів в плоских заготовках.

Правильність прийнятих рішень підтверджено обґрунтуванням економічної ефективності.

**Ключові слова:** технологія, механічна обробка, заготовка, пристрій, корпус

#### ANNOTATION

*Vedan V.* Design development of machine shop area for the body ALAYA 732.131.140 manufacture including the study of slot milling quality in slab billets. 131 “Applied Mechanics”. - Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

In diploma paper shop area for machining of the body ALAYA 732.131.140 is designed. The technology for manufacturing a part and special machine-tool fixtures for its realization are developed.

Engineering solutions made in diploma paper provided the possibility to increase part manufacturing quality and minimize operation setting-up time, ensured operations concentration and reduction in manufacturing prime cost. To secure staff working environment the comprehensive operational health and safety issues for emergencies is developed.

Theoretical generalization and decision of scientific task, that consists in the study of slot milling quality in slab billets is resulted.

The accuracy of solutions made has been proved by economic feasibility.

**Key words:** technology, machining, workpiece, fixture, body