

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

ГРЕЧУК АНДРІЙ ІГОРОВИЧ

УДК 621.95.01 : 004.942

Дослідження температури в зоні свердління КМ

Спеціальність 8.05050302 – інструментальне виробництво

**Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
магістр**

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис

Роботу виконано на кафедрі інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» Міністерства освіти і науки України, м. Київ.

Науковий керівник кандидат технічних наук, доцент
Глоба Олександр Васильович
Національний технічний університет України
«КПІ», м. Київ, доцент кафедри інтегрованих
технологій машинобудування імені П.Р. Родіна

Рецензент кандидат технічних наук, доцент
Шевченко Олег Анатолійович
Національний Авіаційний Університет,
м. Київ, доцент кафедри механіки

доктор технічних наук, старший науковий
співробітник
Анякін Микола Іванович
Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”, старший
науковий співробітник кафедри лазерної техніки
та фізико-технічних технологій.

**Консультант з
охорони праці та
техніки безпеки** кандидат технічних наук, старший викладач
Лук'яненко А.О.
Національний технічний університет України
«КПІ», м. Київ, старший викладач кафедри
охорони праці, промислової та цивільної безпеки

Захист відбудеться „___” червня 20__ року об ___ годині на засіданні ДЕК
кафедри інтегрованих технологій машинобудування імені П.Р. Родіна
НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м. Київ, вул. Борщагівська 115, к.615-22

З дисертацією можна ознайомитись на кафедрі інтегрованих технологій
машинобудування імені П.Р. Родіна НТУУ «КПІ» за адресою, 03056, м.
Київ, вул. Борщагівська 115, к.611

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність досліджень В сучасному машинобудуванні збільшуються темпи використання ВПКМ. Вони володіють низькою властивостей, які популяризують їх використання для вирішення багатьох конструктивних задач. В випадках габаритних та монолітних корпусних деталях, фасонних поверхнях, виготовлення яких з металу було б занадто витратним, а багатьох випадках неможливим, ВПКМ, як альтернатива, виступає універсальними і незамінними засобом для їх реалізації. Механічні властивості, можливість запікання або ручного формування різноманітних поверхонь в ВПКМ, відношення міцності до ваги, жорсткості до ваги, корозійної стійкості, втоми теплового розширення в порівняно з металами є прекрасним шляхом раціоналізації різних конструкцій. Всі вищеперераховані властивості не позбавляють від потреби проведення кріплення між складовими частинами конструкцій. Всі з'єднання матеріалів між собою механічним шляхом проходять через процес свердління. З підвищенням актуальності використання, підвищуються вимоги до якості обробки. Одним із параметрів якості є деструкція ВПКМ, за рахунок впливу великих навантажень з боку складових сил різання і тепловиділення при обробці. Деструкція зумовлює підвищення крихкості матеріалу, знос інструменту. Підвищення температури в зоні свердління призводить до прижогів, які негативно впливають на болтові і клепочні з'єднання та якість отворів в цілому. Для запобігання прижогів і деструкції розроблюють різні проводяться дослідження теплофізичних процесів в заготовці і подальшій розробці конструкцій свердел та досліджень якості оброблення та оптимізації режимів різання.

Мета і задачі дослідження: Мета роботи полягає у визначенні та подальшому аналізі температури, що виділяється в зоні свердління ВПКМ.

Для досягнення мети було поставлено **наступні задачі:**

1. Проаналізувати основні види ВПКМ та особливості їх механічної обробки.
2. Розробити теоретичну методику визначення температурного поля при свердлінні ВПКМ.
3. Розробити алгоритм для
4. Розробити програмний продукт на основі написаної методики.
5. Провести експериментальні дослідження з метою підтвердження розробленої методики.
6. Провести порівняльний аналіз отриманих результатів теоретичних і експериментальних результатів.
7. Проаналізувати вплив зміни параметрів оброблення на тепловиділення в зоні свердління ВПКМ на базі розробленої методики.
8. Розробити конструкцію інструмента для підвищення якості оброблювання.

Об'єкт дослідження – температура в зоні свердління ВПКМ

Предмет дослідження – теплові характеристики, розподіл температур в зоні свердління ВПКМ

Методи дослідження. Теоретичні дослідження базувалися на теорії різання металів, теорії проектування ріжучих інструментів, методах нарисної та аналітичної геометрії. Експериментальна перевірка теоретичних досліджень проводилася за стандартними методиками, що моделює процес обробки отворів спіральними свердлами. Достовірність наукових положень, висновків і рекомендацій підтверджена порівняльними лабораторними і виробничими випробуваннями, метрологічними вимірюваннями, результати яких оброблялися з використанням методів теорії ймовірності та статистики.

Наукова новизна отриманих результатів. Розроблена методика визначення температурного поля в зоні свердління ВПКМ. На основі методики написаний програмний продукт в середовищі програмування «DELPHI XE2», з використанням програми «EXCEL». На основі розробленої методики проведений аналіз впливу геометрії та характеристик матеріалу свердла, характеристик матеріалу заготовки та режимів різання на температуру в зоні свердління та характер поширення тепла по заготовці.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблена методика дозволяє прогнозувати температурні залежності в заготовці при свердлінні ВПКМ в залежності від параметрів оброблювання. Це дає змогу розробляти напрямки удосконалення ріжучого інструменту та оптимізації режимів різання для підвищення якості оброблювання отворів у ВПКМ.

Публікації та доповіді на конференціях.

По темі магістерської дисертації опубліковано 2 статті та 5 тез

Структура дисертації. Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел із 63 найменувань, 4 додатків. Основний текст дисертації викладено на 99 стор. Повний обсяг становить 171 стор.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність роботи, сформульовано мету, об'єкт, предмет дослідження і задачі, які автор розв'язує у роботі.

У **першому розділі** проаналізовані види композиційних матеріалів, їх використання у сучасному машинобудуванні та особливості механічної їх обробки. Визначені параметри якості оброблювання отворів у ВПКМ, такі як: розшарування поверхневого шару навколо обробляемого отвору зі сторони входу та виходу свердла, та об'єму матеріалу по товщині заготовки; незрізані волокна шарів ВПКМ, які утворюються по причині анізотропії фізичних властивостей матеріалу з архітектурою перехресного армування; викришування внутрішньої поверхні отвору, яке зумовлено викришуванням частини волокон в результаті незрізаних волокон та накопичення стружки в стружкових канавках; відхилення від круглості; високі температури при свердлінні, які призводять до прижогів та деструкції матеріалу, та проаналізований їх вплив та причини утворення. Розглянуті сучасний інструмент для оброблювання отворів у ВПКМ.

У **другому розділі** розроблена методика теоретичного визначення температури в зоні свердління ВПКМ. Розглянута архітектура ВПКМ та її вплив на характер поширення тепла. Проаналізовані можливі шляхи

поширення тепла в заготовці з однорядним і перехресним армуванням. Розроблений алгоритм для розрахунку температури в зоні свердління ВПКМ з використанням баз даних геометрії інструменту та параметрів оброблюваного матеріалу (рисунок 1).

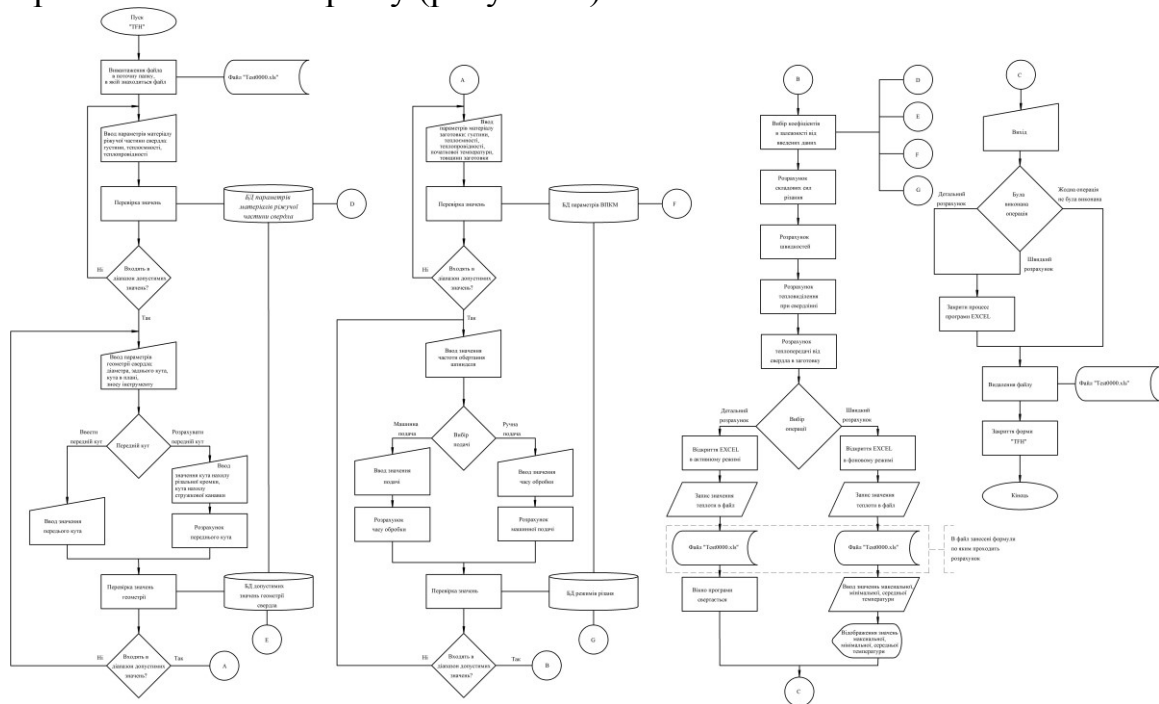


Рисунок 1 – Алгоритм

Визначені вимоги для програмного продукту, який базується на основі написаної методики. Розробка програмного продукту в середовищі програмування «DELPHI XE2», з використанням програми «EXCEL» (рисунок 2).

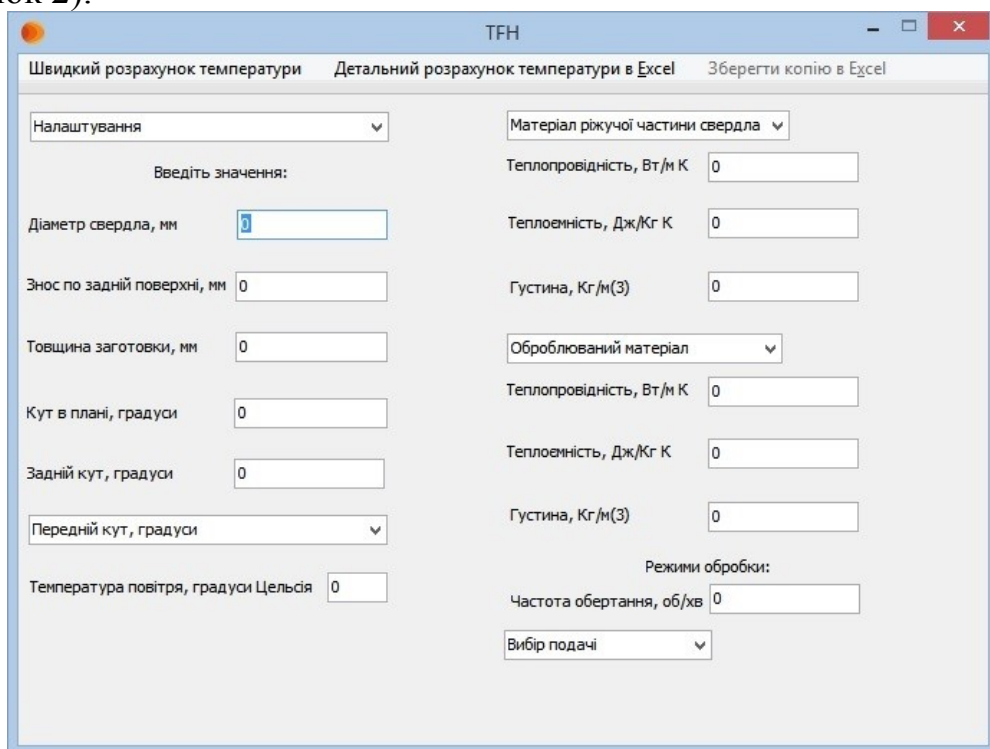


Рисунок 2 – Програма

У **третьому розділі** проведені експериментальні дослідження по визначенню температури при свердлінні отворів в заготовці з вуглепластику з однорядним армуванням за допомогою стандартних спіральних свердел (рисунок 3-4). Проведений контроль геометрії досліджуваних свердел. Визначення температури проводилось з використанням хромель-копелевої термопари. Проведений контроль термопари.

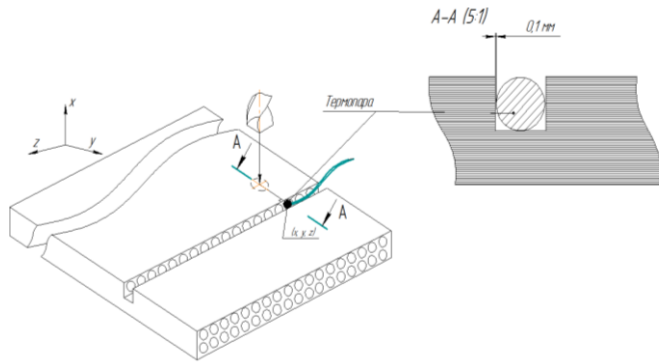


Рисунок 3 – Положення термопари

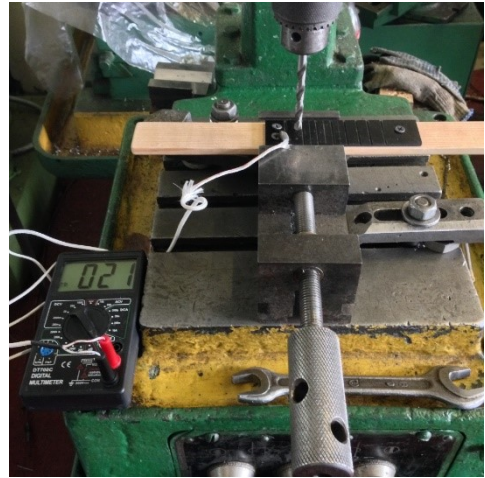


Рисунок 4 – Експеримент

Порівняння результатів експериментальних і теоретичних досліджень показали відмінність в 12%. Визначена похибка входить в допустимий діапазон, це доводить, що методика і програма, на якій вона базується дозволяє прогнозувати температурні залежності при свердлінні ВПКМ та слугує сприяє оптимізації процесу свердління і розробляти нові конструкції інструменту.

У **четвертому розділі** на основі розробленої методики був проведений аналіз впливу параметрів оброблювання температуру і характер поширення теплоти при свердлінні заготовки з ВПКМ. Розглянутий вплив зміни зносу свердла по задній поверхні(рисунок 5), значення переднього кута, значення заднього кута та подачі(рисунок 6).

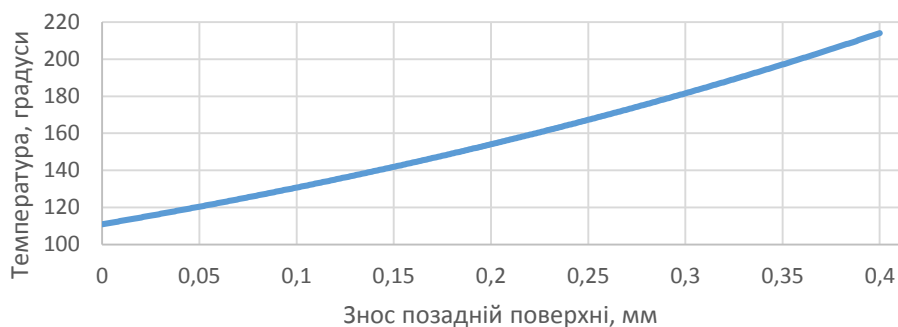


Рисунок 5 – Графік залежності температури від зносу

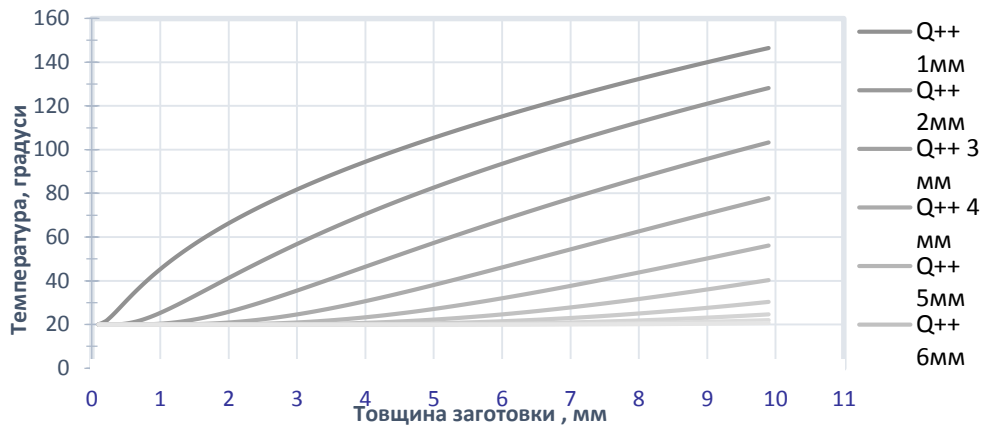


Рисунок 6 – Графік залежності температури вздовж різальної кромки при подачі $S=0.1$ мм/об

У **п'ятому розділі** розроблений комбінований інструмент для підвищення якості оброблювання отворів у ВПКМ. Створена 3-D модель (рисунок 7).

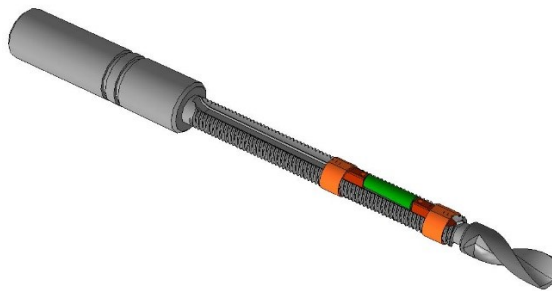


Рисунок 7 – Свердло-раскатник

Інструмент здійснює формування циліндричного отвору, що покращує параметри якості, а саме: відхилення від круглості, викришування, спущування. Також, можливе утворення певного укріпленого шару внаслідок деформацій утворених тиском роликів на матеріал.

Описане явище термодинамічного укріплення (ТДУ), що дозволить уникнути деструкції матеріалу, необхідності додаткової обробки отвору (зняття незрізаних волокон), а також зміцнення внутрішньої поверхні отвору та підвищення параметрів якості отвору, які особливо впливають на надійність болтових та заклепочних з'єднань деталей з ВПКМ.

У **шостому розділі** були розглянуті основні питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

1. Створена методика, яка дозволяє визначити температурне поле в заготовці виходячи з параметрів геометрії та матеріалу різальної частини свердла, діаметра свердла, температури зовнішнього середовища, параметрів оброблюваного ВПКМ та режимів різання. Методика описує теплові явища в заготовках з архітектурою однонапрявленого армування.

2. На основі розробленої методики, створена програма для первісного визначення значення температури в околі просвердленого отвору.

3. Результати програми перевірені експериментальним шляхом – реєстрування температури в заготовці із вуглепластика при свердлінні стандартними спіральними свердлами, заточеними по конусу, діаметрами 4, 6 і 8 мм. Похибка визначення температури бездефектних отворах складає 3,59%, похибка температури отворів просвердлених з дефектами складає 10,9%. Загальна похибка теоретично розрахованих значень температури в розробленій програмі і експериментальних складає 12%.

4. Виконаний аналіз залежності температури в зоні різання від таких параметрів свердління, як: подача, час обробки, передній кут, задній кут, знос інструменту. Дослідження показали, що:

- зі збільшенням величини зносу від 0 до 0,4 мм, температура збільшилась на 50%;

- зі збільшенням заднього кута, максимальне значення температури зменшується на 0,4%;

- зі зміною значення заднього кута від 10 до 30 градусів, максимальне значення температури зменшилось на 0,22%;

- зі збільшенням значення переднього кута від 0 до 20 градусів, температура збільшилась на 1%;

- зі збільшення подачі зменшує тепловиділення при свердлінні, але при цьому із-за високої осьової складової сили різання погіршує якість оброблення, утворюючи розшарування, спущування та викришування матеріалу і як наслідок збільшує знос кромки свердла.

5. Розроблені модель і методика дозволяють аналізувати характер поширення теплоти у ВПКМ і знайти шляхи до оптимізації процесу за рахунок варіювання вихідними параметрами геометрії і режимів різання.

6. На основі аналізу фізики процесу свердління ВПКМ була розроблена концепція інструменту для досягнення термодинамічного укріплення отворів при свердлінні ВПКМ для підвищення якості обробки.

АННОТАЦІЯ

Гречук А.І. Дослідження температури в зоні свердління КМ.

Проаналізувавши сучасні види композиційних матеріалів, їх характеристики, особливості механічної обробки, параметри якості оброблювання отворів у ВПКМ, була створена методика визначення температури в зоні свердління ВПКМ. На основі написаної методики був розроблен програмний продукт для визначення температурного поля в матеріалі при свердлінні.

Проведено експериментальну перевірку результатів, було встановлено, що похибка теоретичного розрахунку складає 12%.

Проведений аналіз впливу параметрів оброблювання на температуру і характер поширення тепла. Розроблений інструмент для підвищення якості свердління.

Ключові слова: температура, свердління, композиційні матеріали, геометричні параметри інструменту.

АННОТАЦИЯ

Гречук А.И. Исследование температуры в зоне сверления КМ.

Проанализировал современные виды композиционных материалов, их характеристики, особенности механической обработки, параметры качества обрабатываемых отверстий в ВПКМ, была создана методика определения температуры в зоне сверления ВПКМ. На основе написанной методики был разработан программный продукт для определения температурного поля в материале при сверлении.

Проведена экспериментальная проверка результатов, было установлено, что погрешность теоретического расчета составляет 12%.

Проведенный анализ влияния параметров обработки на температуру и характер распространения тепла. Разработанный инструмент для повышения качества сверления.

Ключевые слова: температура, сверление, композиционные материалы, геометрические параметры инструмента.

ABSTRACT

Andrew Hrechuk. Temperature analysis in drilling zone of composite materials.

After analyzing the current types of composite materials, their characteristics, machining, quality parameters finished holes in CFRP, was developed method of determining the temperature in drilling zone of CFRP. Based on the methodology developed the program product for determining temperature field in material during drilling .

An experimental verification of the results, it was defined that the theoretical calculation error is 12%.

The analysis of influence parameters on the temperature and the disposition of heat spreading. The developed tool for improving the quality of drilling.

Keywords: temperature, drilling, composite materials, geometric parameters of the tool.