

Всеукраїнський конкурс студентських наукових
робіт зі спеціальності «Прикладна механіка
(технології машинобудування)»

Напрямок: «Обробка матеріалів різанням»

Студентська наукова робота

*«Дослідження теплових процесів в інструменті при різних умовах
свердлування»*

Шифр "СДІ"

Дніпро

2018

ЗМІСТ

Вступ

| | |
|-----|---|
| 1 | ПРОЦЕСИ СВЕРДЛІННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЗУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ..... |
| 1.1 | Призначання свердління..... |
| 1.2 | Конструкція робочої та хвостової частини свердла..... |
| 1.3 | Маркування свердел з подачею мастильно-охолоджувальної рідини..... |
| 2 | ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ..... |
| 2.1 | Температура при різанні..... |
| 2.2 | Підведення мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання..... |
| 3 | ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ РІЗАННЯ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ..... |
| 4 | ПРАКТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ РІЗАННЯ.... |
| 4.1 | Основні завдання досліджень..... |
| 4.2 | Обладнання для проведення досліджень..... |
| 4.3 | Виконання дослідницької роботи..... |
| 4.4 | Обробка результатів..... |
| | Висновки..... |
| | Список використаної літератури..... |
| | Додаток А. Методика тарировки зусилля різання при свердлуванні..... |
| | Додаток Б. Публікації авторів за темою досліджень..... |

ВСТУП

Різання металу – це технологічний процес механічної обробки металу шляхом знімання стружки, який супроводжується тепловими процесами. При механічній обробці робочі поверхні ріжучого інструмента в зоні різання піддаються дії різного роду напружень, високих температур, поверхнево-активних мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), що зменшує працездатність інструмента через пластичне деформування, зношування інструменту.

В сучасному машинобудуванні виникають складнощі при механічній обробці, щодо зменшення температури в зоні різання. Одним із поширених способів зменшення температури є використання ріжучого інструменту з різними способами подачі мастильно – охолоджувальної рідини (МОР).

Свердла являються одним з найпоширеніших видів ріжучого інструментів. По конструкції розрізняють: спіральні, центрові, перові, рушничні з зовнішнім або внутрішнім відведенням стружки та кільцеві свердла. Свердла бувають із зовнішньою подачею МОР та внутрішньою. Крім того, треба враховувати специфіку геометрії свердел, яка полягає в різних величинах швидкості різання на різальній кромці у радіальному напрямку.

Тому вивчення процесів, які відбуваються у зоні різання в залежності від конструкції свердла , способу подачі МОР є актуальною задачею і має велике практичне значення.

1 ПРОЦЕСИ СВЕРДЛІННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА РІЖУЧОГО ІНСТРУМЕНТУ

1.1 Призначання свердління

Свердління - необхідна операція для отримання глухих чи наскрізних отворів в різних матеріалах при їх обробці, метою якої є:

- виготовлення отворів під нарізування різьби, зенкування, розгортання або розточування;
- виготовлення отворів (технологічних) для розміщення в них електричних кабелів, анкерних болтів, кріпильних елементів та ін.

Свердла в залежності від властивостей оброблюваного матеріалу виготовляються потрібних типорозмірів з наступних матеріалів:

- вуглецеві сталі (У8, У9, У10, У12 та ін): свердління і розсвердлювання дерева, пластмас, м'яких металів;
- швидкорізальної сталі (Р9, Р18, Р6М5, Р9К5 та ін): свердління всіх конструкційних матеріалів. Теплостійкість до 650 ° С;
- свердла, оснащені твердим сплавом, (ВК3, ВК8, Т5К10, Т15К6 та ін): свердління на підвищених швидкостях незагартованої сталей і кольорових металів. Теплостійкість до 950 ° С. Можуть бути цільними, з напаяними пластинами, або зі змінними пластинами (кріпляться гвинтами).

1.2 Конструкція робочої та хвостової частини свердла

На сьогоднішній день дуже широко розповсюджені свердла (рис.1.1), які різні по конструкції та призначені для певної механічної обробки

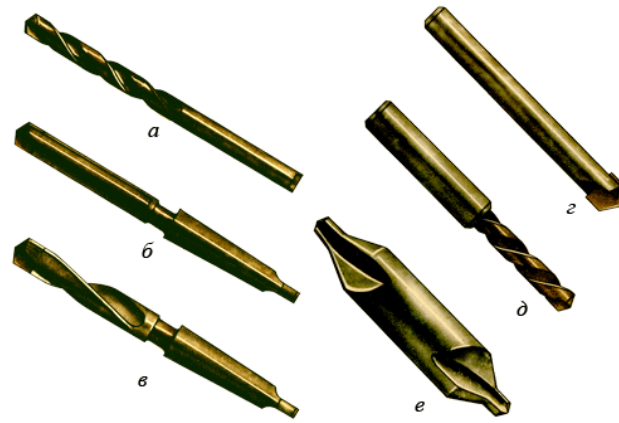


Рисунок 1.1 – Види свердл: а, в, д – спіральні; б – з прямими канавками; г – пір'яве; е – центрувальне.

По конструкції робочої частини бувають:

- 1) спіральні - це найпоширеніші свердла, з діаметром свердла від 0,1 до 80 мм і довжиною робочої частини до 275 мм, широко застосовуються для свердління різних матеріалів;
- 2) конструкції Жирова - на ріжучої частини є три конуса з кутами при вершині: $2\phi = 116 \dots 118^\circ$; $2\phi_0 = 70^\circ$; $2\phi_0' = 55^\circ$. Тим самим довжина ріжучої кромки збільшується і умови відводу тепла поліпшуються. У перемичці прорізається паз шириною і глибиною $0,15D$. Перемичка підточується під кутом 25° до осі свердла на ділянці $1/3$ довжини ріжучої кромки. В результаті утворюється позитивний кут $\gamma \approx 5^\circ$;
- 3) для глибокого свердління ($D > 50$) – подовжені гвинтові свердла з двома гвинтовими каналами для внутрішнього підведення МОР. Гвинтові канали проходять через тіло свердла або через трубки, упаяні в канавки, про фрезеруванні на спинці свердла;
- 4) плоскі (перові) - використовуються при свердленні отворів великих діаметрів і глибин. Ріжуча частина має вигляд пластини, яка кріпиться в державці або борштанги, чи виконується заодно з хвостовиком;
- 5) гарматні – являють собою стрижень, у якого передній кінець зрізаний наполовину і утворює канал для відводу стружки. Для направлення свердла попередньо має бути просвердлений отвір на глибину $0,5 \dots 0,8 D$;

6) одностороннього різання - застосовуються для виконання точних отворів за рахунок наявності направляючої (опорної) поверхні (ріжучі кромки розташовані по одну сторону від осі свердла);

7) рушничні - застосовуються для свердління отворів великої глибини. Виготовляються з трубки, обтиску яку отримують пряму канавку для відводу стружки з кутом $110...120^\circ$ і порожнину для підведення МОР;

8) кільцеві – пустотілі свердла, що перетворюють в стружку тільки вузьку кільцеву частину матеріалу;

9) центрувальні – застосовують для свердління центрових отворів в деталях.

1.3 Маркування свердел з подачею мастильно-охолоджувальної рідини

Кожен з виробників свердел розробляє позначення своєї продукції за стандартами ISO, позначення свердла вміщує в себе: тип подачі мастильно – охолоджуючої рідини, діаметр свердла, довжина робочої частини (l), загальна довжина свердла (L), застосування свердла та діаметр хвостової частини.

Дані свердла дають високу точність геометричних розмірів різальної кромки. Зменшення можливості «відведення» свердла при свердлуванні, зниження сил різання.

Забезпечують стабільність стружковідведення і зменшують вірогідність пакування стружки.

Отже в цьому розділі розглянуто існуючі види сверدل для механічної обробки отворів, конструкцію хвостової та робочої частини свердла, різноманітність їх, принцип заточування, а саме під яким повинен бути заточений головний ріжучий кут для тої чи іншої обробки матеріалів, розглянуто види загострення та прилад для перевірки заточки свердла, також було вибрано свердло із довідника фірми «Korloy» та детально розписано маркування самого свердла.

2 ОБ'ЄКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для дослідження обрано спіральне свердло, через їх широку номенклатуру та застосування.

Широке поширення набуло спіральне свердло для свердлування отворів:

- не вимагають додаткової обробки;
- під зенкерування або розточування;
- під розгортання;
- під нарізування різьби мітчиком.

Спіральні свердла дозволяють забезпечити обробку отворів за 11...12 квалітетом точності та шорсткістю поверхні 20...80 мкм, що є достатньо продуктивним способом. Свердла виготовляються: з швидкорізальних сталей, твердих сплавів і надтвердих інструментальних матеріалів. Основні типи і розміри спіральних свердел стандартизовані. У ГОСТ 885-77 приведені рекомендації по вибору діаметрів свердел в залежності від призначення [3].

Конструктивні елементи.

Свердло складається з робочої частини, шийки і хвостовика, зображене на рис 2.1. Конічний або циліндричний хвостовик служить для закріплення свердла в шпинделі верстата, подовжувачі або патроні. Для свердел діаметром понад 6 мм хвостовик найчастіше має конічну форму і закінчується лапкою. Лапка призначена для вибивання свердла з конічного отвору.

Шийка – проміжна частина між хвостовиком і робочою частиною свердла. Вона має менший діаметр, ніж робоча частина свердла.

Напрямна частина має дві допоміжні ріжучі кромки, які утворені перетином передніх поверхонь з поверхнею стрічки (вузька смужка на циліндричній поверхні свердла, розташована уздовж гвинтової канавки і забезпечує напрямок свердла при різанні, а також зменшення тертя бічної поверхні об стінки отвору де виконується обробка).

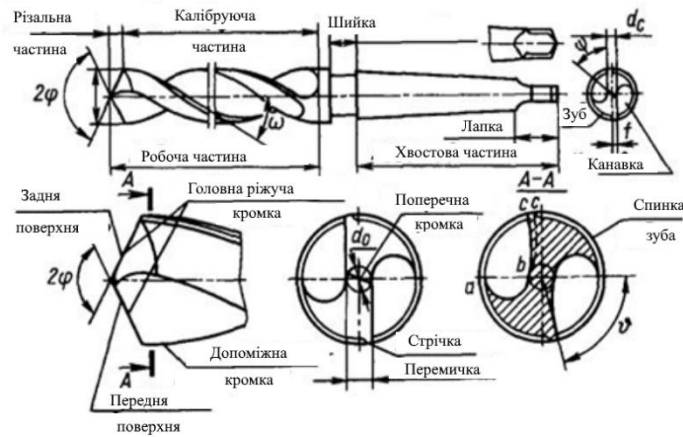


Рисунок 2.1 – Конструктивні елементи спірального свердла [4].

Робоча частина складається з ріжучої і напрямної частин. Ріжуча частина має дві головні ріжучі кромки, які утворені перетином передніх гвинтових поверхонь, канавок по яким сходять стружка, з задніми поверхнями, а також поперечну ріжучу кромку (перемичку), утворену перетином задніх поверхонь.

2.1 Температура при різанні

Значення температури в різних точках контакту інструмента зі стружкою і заготовкою неоднакові. Максимальна температура буде по краях ріжучих кромок свердла (рис. 2.4). На площадці контакту задньої поверхні інструмента з поверхнею різання температура розподіляється також нерівномірно.[6]

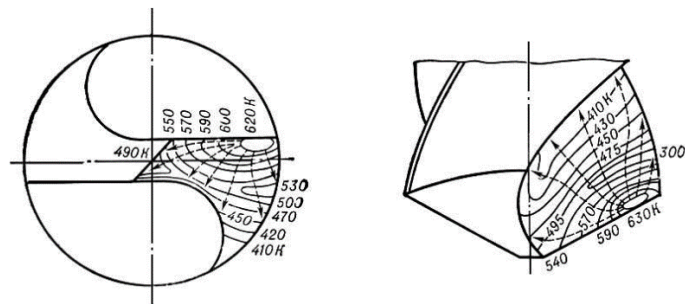


Рисунок 2.4 –Розподіл температури на поверхні інструменту.

Тому під температурою різання θ розуміють середню температуру на поверхні контакту інструменту зі стружкою і поверхнею різання. Наявність відомостей про температуру в зоні різання дозволяє правильно призначити матеріал різального інструменту для даних умов обробки, обґрунтувати застосування мастильно-охолоджуючої речовини, способів їх підведення до зони різання.

2.2 Підведення мастильно-охолоджувальної рідини в зону різання

Система подачі МОР є важливим чинником для забезпечення ефективного процесу свердління. Подача МОР впливає на:

- процес евакуації стружки;
- якість отвору;
- стійкість інструменту.

Свердла з використанням мастильно—охолоджувальної рідини поділяються:

- без подачі МОР;
- внутрішня подача МОР;
- зовнішня подача МОР.

Внутрішнє підведення МОР.

Внутрішнє підведення МОР (рис.2.5) застосовується для усунення проблем з евакуацією стружки, особливо при обробці довгострічкових матеріалів і при великій глибині свердління ($L > 3D$). Рекомендується завжди застосовувати внутрішній підведення МОР при обробці отворів, глибина яких перевищує $3D$. При обробці горизонтально розташованим свердлом потік МОР, що подається через канали в свердлі, повинен залишатися прямолінійним на відстані як мінімум 30 см (11,81 ") від вершини свердла[7].

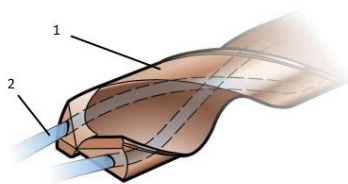


Рисунок 2.5 – Свердло з внутрішньою подачею МОР: 1 – свердло; 2 – МОР.

Зовнішнє підведення МОР.

Зовнішнє підведення МОР (рис. 2.6) застосовується при задовільному стружкодробленні і при невеликій глибині свердління. Для поліпшення евакуації стружки принаймні одне сопло для подачі МОР (два, якщо свердло не обертається) має бути направлено на вершину (вісь) свердла. Зовнішнє підведення МОР дозволяє уникнути утворення наросту на ріжучих крайках, викликане високою температурою в зоні різання.

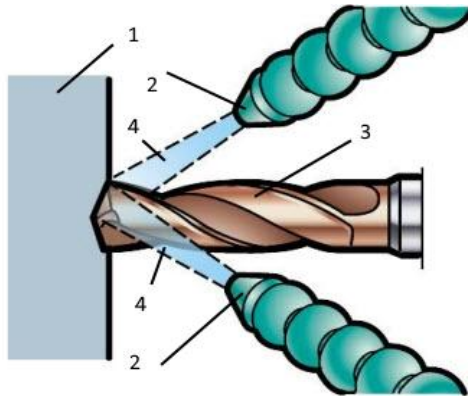


Рисунок 2.6 – Свердло з зовнішнім підводом МОР: 1 – заготовка; 2- сопло; 3 – свердло; 4 – МОР.

Обробка без МОР.

У загальному випадку не рекомендується здійснювати обробку без застосування МОР (рис.2.7):

- може застосовуватися для обробки короткострічкових матеріалів при глибині свердління ($L < 3D$);
- в основному для обробки свердлом, розташованим горизонтально;
- рекомендується знижувати швидкість різання;
- знизиться стійкість інструменту.

Категорично не рекомендується здійснювати обробку без МОР:

- під час свердління нержавіючих матеріалів (груп ISO M і S);
- свердлами знапаяними пластинами;
- свердлами зі змінними головками.

Таким чином використання мастильно – охолоджувальної рідини значно покращує процес різання та дозволяє використовувати більш інтенсивні режими різання при механічній обробці.

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ РІЗАННЯ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Для визначення температури різання при свердлінні використовується інженерна методика розрахунку температур на контактних площадках твердих тіл. Даний метод має один недолік, що температуру рахує тільки у одній точці.

Розрахунок температурних полів виконується за допомогою програмного модуля SolidWorksSimulation, який дозволяє визначити температуру по всій поверхні.

Створення досліджень і виконання розрахунків відбувається безпосередньо в середовищі програмного комплексу SolidWorks на основі власних моделей SolidWorks або ж деталей і зборок довільної імпортованої геометрії.

Перевагою даного способу розрахунку є те, що ми отримуємо повну картину теплових процесів у інструменті на всіх поверхнях.

Для дослідження обране свердло Ø21,5 мм із швидкорізальної сталі Р6М5.

Вихідні дані для розрахунку:

Режим різання: подача - $S = 0,08 \cdot 10^{-3} \text{ м / об.}$

Число обертів- $v = 150 \text{ об / хв.}$

Час свердлування- $t = 1 \text{ хв.}$

Геометричні параметри інструменту: передній кут - $\gamma = 4^\circ$, задній кут $\alpha = 10^\circ$, кут в плані- $\varphi = 59^\circ$.

Коефіцієнт теплопровідності:

сталі 40Х - $\lambda_1 = 33,9 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}};$

твердого сплаву Р6М5 - $\lambda_2 = 27,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}.$

Коефіцієнт теплопровідності:

сталі 40Х - $a_1 = 0,067 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$.

твердого сплаву - $a_2 = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$. твердого сплаву - $a_1 = 0,067 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 / \text{с}$.

Приймаються коефіцієнт усадки стружки - $k = 1,8$, довжину контакту - $\ell_2 = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Теплові навантаження:

Сталь – сталь – $70 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [13];

МОР – сталь – $108 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$ [13].

Розрахунок температури за допомогою SolidWorks.

Після побудови 3-D моделі розраховуємо максимальну температуру на поверхні свердла за допомогою ПЗ SolidWorksSimulation. Отриманий ескіз зображений на рис. 3.1.

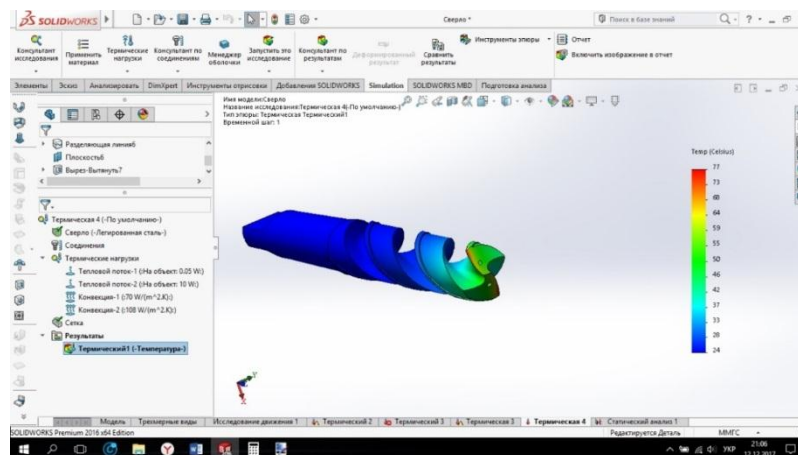


Рисунок 3.1 – Епюра температур свердла без каналів під МОР.

Таким чином видно що розрахована температура з внутрішнім підводом МОР в SolidWorks становить 28°C , а температура отримана у результаті дослідницької роботи - 25°C , отже отриманий результат не перевищує 15% від розрахованої температури дослідницьким методом, тому дана програма дає достатньо точний результат розрахунку.

Тепер порівняємо температуру за допомогою ПЗ у зоні різання, тільки у першому випадку будуть присутні канали під подачу МОР та сама

охлаждающая жидкость, а другое сверло будет с каналами, но без подвода охлаждающей жидкости, здесь явно будет видно насколько продуктивнее использовать сверла с подачей МОР.

Расчет сверла $\varnothing 21,5$ мм с каналами та подачей МОР. Данный метод расчета полягает в том, что за известными тепловыми нагрузками (тепловыми потоками) получается поле распределения температур на поверхностях сверла.

Перед началом расчета необходимо спроектировать 3-D модель сверла $\varnothing 21,5$ мм. Построенный проект имеет расширение файла (*.SLDPRT). Дана 3-D модель сверла изображена на рис. 3.2.

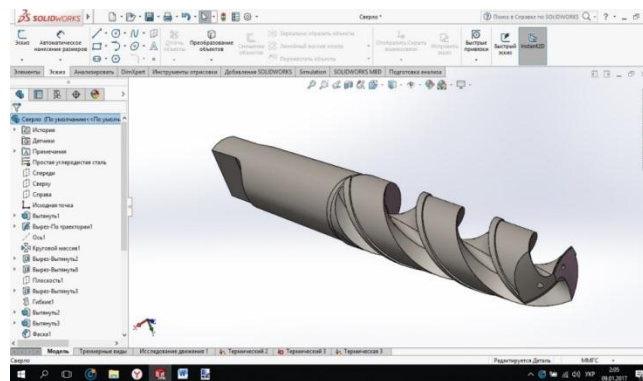


Рисунок 3.2 – 3-D модель сверла с каналами под МОР.

После получения 3-D модели переходим во вкладку Simulation. Затем во вкладке «Консультант исследования» выбирается «Новое исследование». В новом окне выбрать тип исследования – «Термический».

Выбрав тип исследования появится дерево исследования. Определив тепловую нагрузку в строке «Термические нагрузки» добавляется «Тепловой поток». В полученной вкладке задается тепловая мощность (W) и выбираются грани, на которых возникает процесс трения. Таким же образом добавляется тепловая мощность, действующая на заднюю поверхность сверла. Процесс наложения теплового нагружения изображен на рис. 3.3.

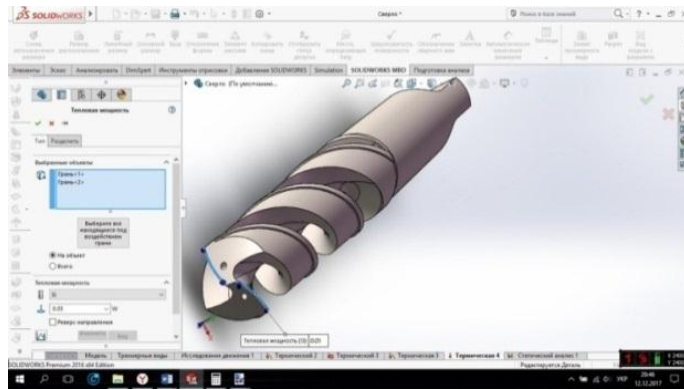


Рисунок 3.3 – Заповнення графі «Тепловая мощность».

Таким же чином додається рядок «Конвекция», частина по якій відводиться тепло. Задається «Коэффициент конвективной теплоотдачи» на рівні 70 Вт/(м·К) відповідно до [8] та виділяються потрібні поверхні. Процес накладення зображень наведено на рис. 3.4 та рис. 3.5.

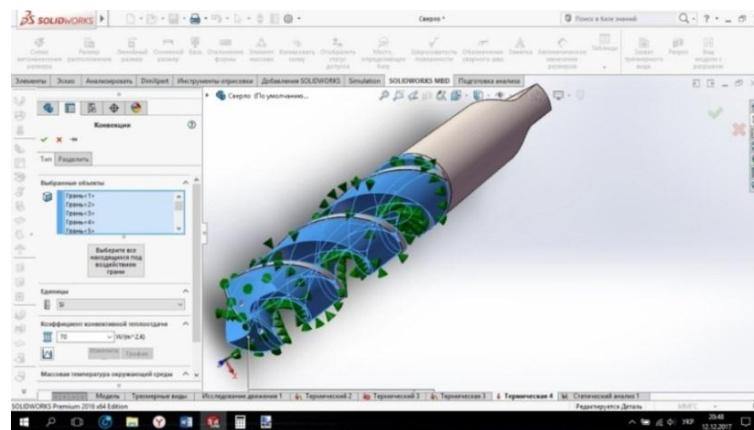


Рисунок 3.4 – Накладення теплового навантаження, взаємодії сталь – повітря.

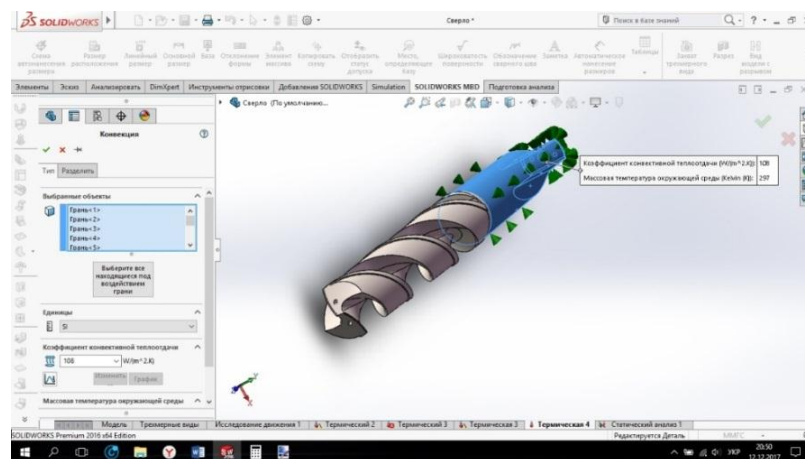


Рисунок 3.5 – Накладення теплового навантаження, взаємодії сталь – сталь.

Обов'язково заповнюється графа «Конвекция» для каналів, що підводять МОР, заповнення зображене на рис. 3.6. Коефіцієнт конвективної тепловіддачі становить $1000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$.

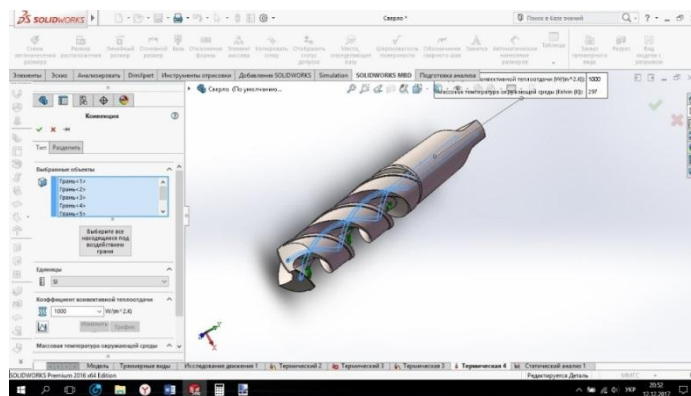


Рисунок 3.6 – Накладення теплового навантаження, взаємодії МОР – сталь.

Після заповнення граф термічні навантаження – будується сітка. При побудові сітки, щоб точність розрахунків були більш продуктивними то вибирається щільність сітки сама висока. Результат накладення сітки зображений на рис. 3.7.

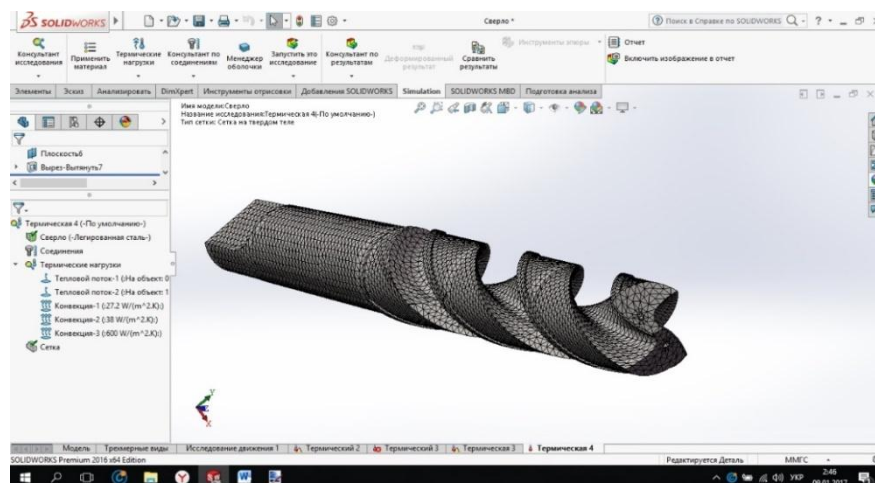


Рисунок 3.7 – Сітка скінченних елементів свердла.

Після накладення сітки на панелі інструментів вибирається «Запустить это исследование» і очікується завершення розрахунків. В результаті проведення розрахунків можливо побудувати ряд епюр розподілу різних параметрів по тілу свердла. Зокрема можливо вивести епюру розподілу температури по тілу свердла, яка зображена на рис. 3.8.

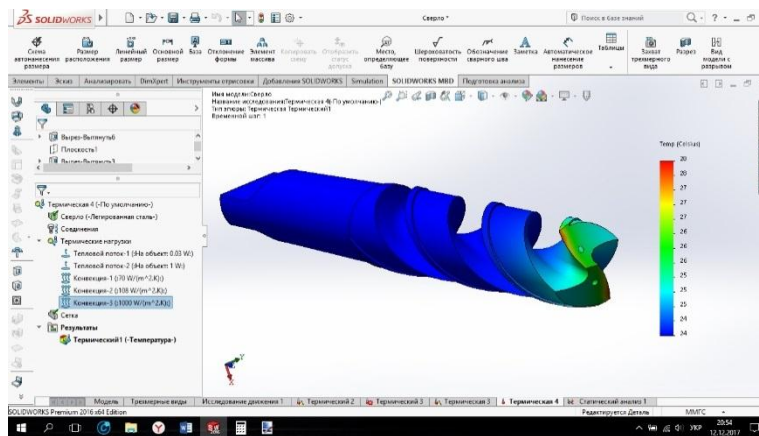


Рисунок 3.8 – Епюра розподілу температури на поверхні свердла.

З даної епюри видно що тепло генерується на різальній кромці свердла, різальний інструмент найбільш нагрітий в зоні різання і температура розсіюється по наближенню до хвостовика. Але зону різання необхідно дослідити більш детально. Тому зобразимо цю зону в більшому масштабі (рис. 3.9)

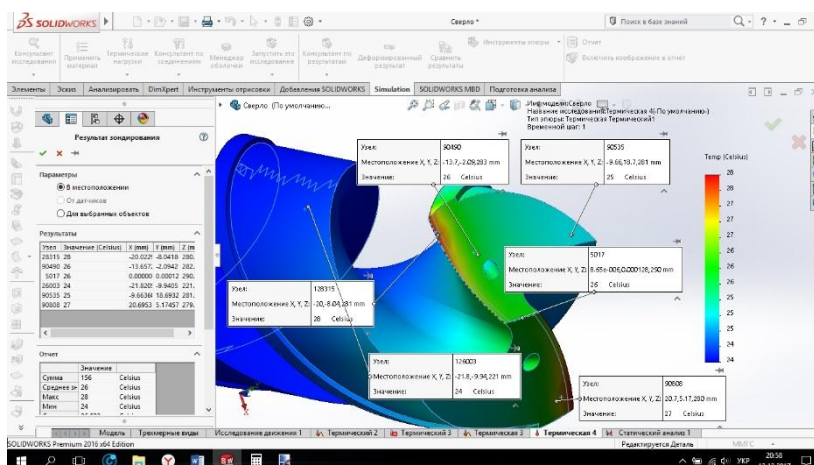


Рисунок 3.9 – Збільшена зона різання використовуючи функцію зондування.

З побудованих епюр видно, що температура по різальній кромці розподіляється таким чином, що від центру температура плавно збільшується, потім досягає максимального значення - 28°C і ближче до кінця різальної кромки спадає.

Порівняння одержаних результатів.

Порівняння одержаних максимальних температур в зоні різання наведено в (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Максимальні температури в зоні різання.

| № п/п | Спосіб отримання результатів | Максимальна температура, °C |
|----------|--|--------------------------------|
| 1 | Моделювання без подачі МОР | 77 |
| 2 | Моделювання з внутрішньою подачею (вода) | 33 |
| 3 | Моделювання з внутрішньою подачею МОР | 28 |

Побудуємо гістограму максимальних температур (рис. 3.11)

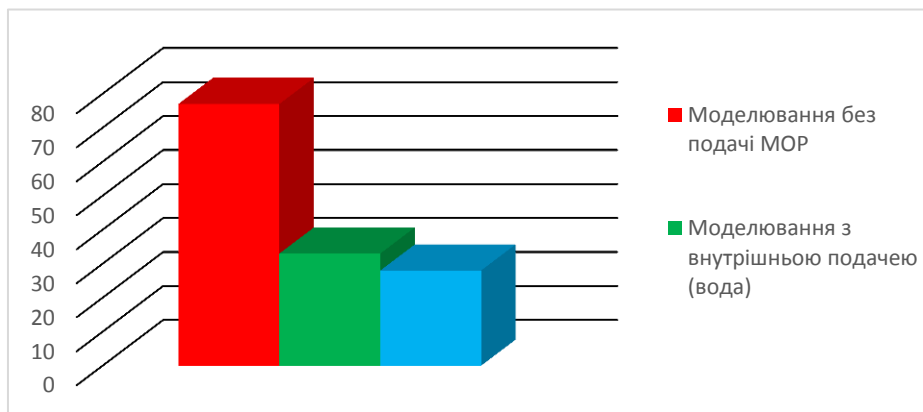


Рисунок 3.11 – Гістограма максимальних температур в зоні різання.

З даної гістограми видно, що використання мастильно – охолоджуючої рідини значно зменшує температуру в зоні різання.

Також з гістограми видно, що використання підводу МОР з внутрішньою подачею температура менша, ніж внутрішній підвод звичайної води.

Побудуємо діаграму розподілення температури по довжині різальної кромки свердла (рис. 3.12).



Рисунок 3.12 – Діаграма розподілення температури на різучій кромці свердла.

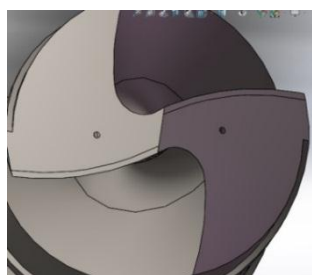
З даної діаграми видно, що найменша температура на різальній кромці на початку, яка становить 19 °С, найбільша температура на відстані 7,5 мм – 28°С.

Порівняємо залежність діаметру каналу для МОР з температурою в зоні різання (табл.4.2).

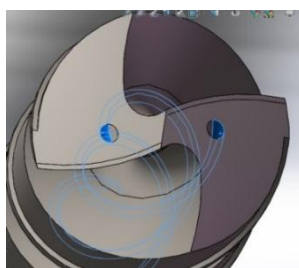
Таблиця 3.2 – Залежність температури в зоні різання від діаметру каналів під МОР.

| № | Діаметр каналів під МОР | Температура в зоні різання, °С |
|---|-------------------------|--------------------------------|
| 1 | Без каналу | 77 |
| 2 | Ø1 мм | 31 |
| 3 | Ø3,5 мм | 25 |
| 4 | Ø4 мм | 23 |

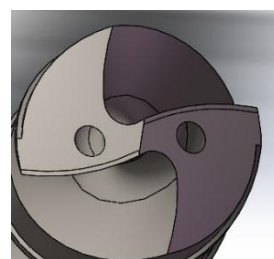
Зображення діаметрів каналів наведено на рис. 3.13.



а)



б)



в)

Рисунок 3.13 – Діаметри каналів для подачі МОР. а – 1 мм; б – 3,5 мм; в – 4 мм.

Побудуємо гістограму залежності температури від діаметру каналу (рис. 3.14).

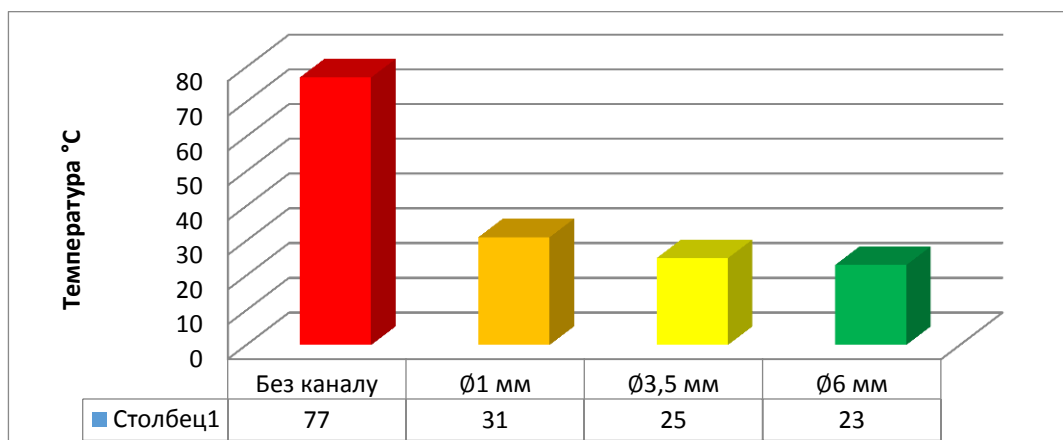


Рисунок 3.14 – Залежність температури в зоні різання від діаметру каналів під МОР.

Звідси видно, що зміна діаметру каналів під МОР дає зменшення температури, але воно не значне порівняно з різанням без МОР.

4 ПРАКТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ РІЗАННЯ

4.1 Основні завдання досліджень

Основним завданням виконання дослідницької роботи є:

- поглибити знання у галузі машинобудування;
- закріпити навички володіння механічним обладнанням;
- вміти застосовувати сучасне обладнання для механічної обробки деталей;
- скоротити час дослідження температури в зоні різання за допомогою сучасних програм та електроніки;
- провівши дослідження зробити висновки щодо найраціональнішого метода використання підводу МОР для збільшення ефективності різання та строку служби ріжучого інструменту.

4.2 Обладнання для проведення дослідження

Пристосування для визначення зусиль різання та внутрішнє підведення МОР до свердла приведені на (рис 4.1). Для передачі сигналів для визначення зусиль різання на підсилювач використовувалась тензобалка зображена на (рис. 4.2).

Для свердлування отворів обране свердло із швидкорізальної сталі Р6М5 з внутрішніми каналами для підводу МОР рис. 4.3. Характеристики свердла наведені у таблиці 4.1.



Рисунок 4.1 – Пристосування для вимірювання сил різання.



Рисунок 4.2 – Тензобалка.



Рисунок 4.3 – Спіральне свердло з внутрішніми каналами.

Таблиця 4.1 – Характеристики свердла Ø21,5 мм з внутрішнім підводом МОР.

| | |
|-----------------------------|---------------------|
| Сталь | P6M5 |
| Діаметр свердла, мм | 21,5 |
| Тип свердла | Спіральне |
| Тип хвостової частини | Конус Морзе 2 |
| Довжина робочої частини, мм | 150 |
| Довжина свердла, мм | 248 |
| Призначення | Свердлування металу |
| Кут загострення | 118° |
| Підвод МОР | Внутрішній |
| Країна виробництва | СРСР |

Для визначення зусиль різання тензобалка передає сигнал на підсилювач який обробляє сигнал. Підсилювач УТЧ-4-1 зображений на рис. 4.4.



Рисунок 4.4 – Підсилювач сигналу УТЧ-4-1.

Підсилювач оброблений сигнал передає на мультиметр DT-838 (рис. 4.5), за допомогою якого отримується значення в мА, для подальшої обробки.



Рисунок 4.5 – Мультиметр цифровий.

Для експерименту обрана мастильно – охолоджувальна рідина ТМ «PROMOL» марки Promocool 15E. Подача МОР відбувається за допомогою насосу Power – 700 зображений на рис. 4.6 та технічні характеристики занесені до таблиці 4.3.



Рисунок 4.6 – Насос для подачі МОР.

Таблиця 4.3 – Технічні характеристики насосу Power 700.

| | |
|--------------------------------------|-----|
| Живлення, В | 220 |
| Потужність, Вт | 5 |
| Максимальна висота підйому рідини, м | 1,2 |

Заміри температури виконували за допомогою лазерного пірометра Німбус – 420 зображений на рис. 4.7 та технічні характеристики занесені до таблиці 4.3.



Рисунок 4.7 – Пірометр Німбус – 420.

Таблиця 4.3 – Технічні характеристика пірометра.

| | |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Діапазон визначення температури, С° | -32...+420 |
| Робоча температура, С° | 0...+50 |
| Похибка визначення, С° | ±1 |
| Лазер | < 1 мВт клас Іа, луч 9мм |
| Маса/розмір | 150 г/190 x 38 x 45 |
| Живлення | Крона 9В |

Отримання МОР отримувалося розмішуванням концентратом МОР 4% з водою. Для отримання 5л МОР було наповнено ємність 4,8 л води та 200 мл концентрату, після цього щільно перемішувалось та певний час відстоювалася готова рідина. Отримана МОР зображена на рис. 4.8.



Рисунок 4.8 – Отримана МОР.

Дослідницька робота проводилась на токарно-гвинторізному верстаті 1К62 - зображений на рис. 4.9.



Рисунок 4.9 – Токарно-гвинторізний верстат 1К62.

Заготовка для виконання дослідницької роботи було обрана із матеріалу 40Х зображена на (рис. 4.10) $\varnothing 36$ мм.



Рисунок 4.10 – Заготовка для свердлування.

4.3 Виконання дослідницької роботи

Підключаємо живлення до підсилювача залишаємо його на 40 хв для прогрівання щоб отримати точні дані в ході виконання експерименту. Потім потрібно закріпити пристосування з тензобалкою до задньої бабки верстату та підключити роз'єми тензобалки до підсилювача (рис. 4.11).



Рисунок 4.11 – Підключення тензобалки до підсилювача.

Наступним етапом є підключення сигналів підсилювачів до мультиметру за допомогою якого будуть фіксуватися значення зусиль різання. Закріплюємо пруток із сталі 40Х у шпинделі верстату, виставляємо режими різання, а саме швидкість обертів $n=150\text{об/хв}$, та подачу $S=0.08\text{ мм/об}$. Отримавши готову МОР наповнюємо резервуар для подачі МОР та встановлюємо насос (рис. 4.12).

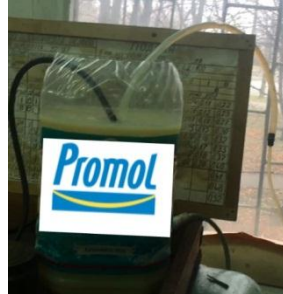


Рисунок 4.12 – Резервуар для подачі МОР та насос.

Загальний вигляд підготовленого обладнання для виконання дослідницької роботи зображено на (рис. 4.13 – 4.14)



Рисунок 4.13 – Підготовлене місце для виконання експерименту.



Рисунок 4.14 – Готовність до експерименту.

Підготувавши обладнання для роботи, включаємо подачу МОР та верстат, підводимо механічним способом фартух верстата до заготовки та включаємо подачу (рис. 4.15).



Рисунок 4.15 – Підведення свердла з внутрішньою подачею МОР до заготовки.

Свердлування виконуємо протягом 1 хв (рис. 4.16), після цього вимикаємо подачу, відводимо фартух, вимикаємо верстат, та фіксуємо значення температури на свердлі та заготовці (рис. 4.17).



Рисунок 4.16 – Свердлування заготовки протягом 1 хв.



Рисунок 4.17 – Фіксування температури на заготовці.

Після проведення експерименту виконуємо навантаження на пристосування за допомогою плеча та важків для визначення прикладеної сили різання (рис. 4.18).



Рисунок 4.18 – Прикладення навантаження.

Таким чином виконується експеримент по визначенню температури в зоні різання з внутрішнім підводом МОР.

4.4 Обробка результатів

Після проведення 3 експериментів з внутрішньою подачею МОР, води, та свердлування без подачі МОР було отримано дані які занесені у таблиці 4.4-4.6.

Вихідна температура становить - 18°C.

Таблиця 4.4 – Свердлування з внутрішньою подачею МОР.

| № | Число обертів, об/хв | Подача, мм/об | t _c , C° | t _з , C° | Інтервал | Значення мультиметра, мА | Час свердлування, с |
|---|----------------------|---------------|---------------------|---------------------|----------|--------------------------|---------------------|
| 1 | 150 | 0,08 | 20 | 48 | 20 | 128 | 60 |
| 2 | | | 25 | 56 | | 135 | |
| 3 | | | 30 | 49 | | 145 | |

Таблиця 4.5 – Свердлування з внутрішньою подачею води.

| № | Число обертів, об/хв | Подача, мм/об | t _c , °C | t _з , °C | Інтервал | Значення мультиметра, мА | Час свердлування, с |
|---|----------------------|---------------|---------------------|---------------------|----------|--------------------------|---------------------|
| 1 | 150 | 0,08 | 25 | 50 | 20 | 200 | 60 |
| 2 | | | 32 | 63 | | 192 | |
| 3 | | | 31 | 58 | | 197 | |

Порівнюючи з внутрішнім підводом МОР видно, що температура зростає на свердлі та заготовці, але незначно, це пояснюється тим що в МОР присутнє змащення порівняно з водою, що зменшує силу тертя.

Таблиця 4.6 – Свердлування без подачі МОР.

| № | Число обертів, об/хв | Подача, мм/об | $t_c, ^\circ\text{C}$ | $t_z, ^\circ\text{C}$ | Інтервал | Значення мультиметра, мА | Час свердлування, с |
|---|----------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|----------|--------------------------|---------------------|
| 1 | 150 | 0,08 | 68 | 113 | 20 | 183 | 60 |
| 2 | | | 73 | 120 | | 194 | |
| 3 | | | 78 | 123 | | 197 | |

Знайдемо середнє значення температури свердла та заготовки при різанні за отриманими даними та заносимо до таблиці 4.5 та побудуємо гістограму отриманих значень (рис .4.19).

Таблиця 4.7 – Середні значення температур в зоні різання.

| № | Підведення МОР | Температура свердла, $t_{\text{свердл}}, ^\circ\text{C}$ | Температура заготовки, $t_{\text{зсвердл}}, ^\circ\text{C}$ |
|---|--------------------|--|---|
| 1 | Внутрішнє (МОР) | 25 | 51 |
| 2 | Внутрішнє (вода) | 29 | 57 |
| 3 | Без підведення МОР | 73 | 119 |

Порівнюючи отримані дані свердлування без МОР та внутрішнім підводом МОР - температура значно збільшилась, враховуючи, що експеримент виконувався на мінімальних режимах різання, якщо режими будуть значно більші до температура буде сягати критичних значень для експлуатації ріжучого інструменту.

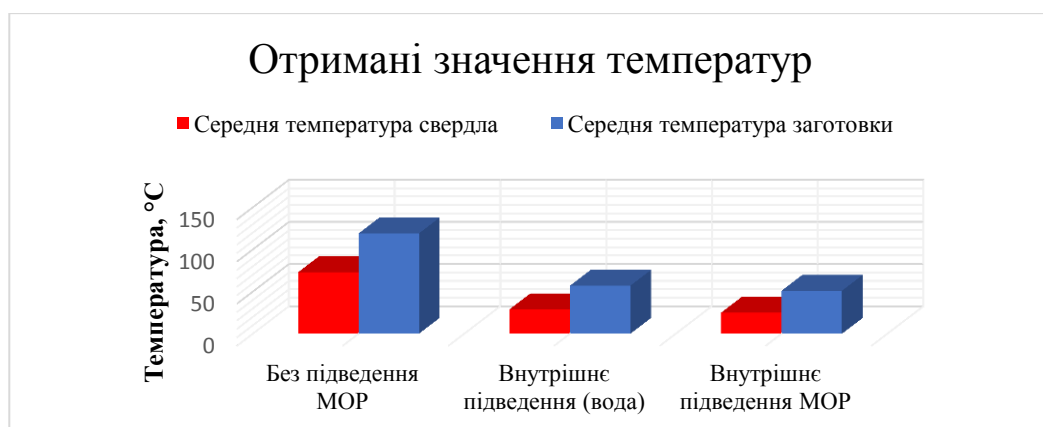


Рисунок 4.19 – Гістограма отриманих значень.

Після проведення експерименту виконуємо таріровку зусилля різання згідно методики, яка наведена у додатку А.

Виходячи з того що $10\text{Н} = 1\text{ кг}$, то $4,2\text{ кг} = 42\text{ Н}$. Звідси випливає що прикладена сила при свердлуванні заготовки з внутрішнім підводом МОР становить 42Н .

Розрахуємо крутний момент за формулою:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (4.1)$$

де C_M – коефіцієнт на похибку, $C_M = 0,034$;

D^q – діаметр заготовки, $D^q = 36\text{ мм}$;

s^y – подача, $s^y = 0,08\text{ мм/об}$;

K_p – поправковий коефіцієнт, $K_p = 1$.

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,034 \cdot 36 \cdot 0,08 \cdot 1 = 0,97\text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Розраховуємо осьову силу при свердлуванні:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p, \quad (4.2)$$

де C_p - коефіцієнт на похибку $C_M = 68$.

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 36 \cdot 0,08 \cdot 1 = 1958\text{ Н}.$$

Отже, при свердлуванні заготовки осьова сила становить 1958 Н .

ВИСНОВКИ

Під виконання дослідницької роботи було проведено практичну роботу на тему: «Дослідження теплових процесів в інструменті при різних умовах свердлування».

Провівши дослідницьку роботу було закріплено матеріал та застосовані навички набуті за період навчання щодо методів дослідження температури в зоні різання та обробка отриманих результатів. Дослідження проводилися з встановленими режимами різання: $n=150$ об/хв та подачею $S=0.08$ мм/об. В ході виконання роботи було встановлено, що підведення МОР зменшує температуру в зоні різання у 3 рази. Було розраховано температуру в зоні різання методом скінченних елементів за допомогою програми SolidWorksSimulation, похибка отриманих даних не перевищує 10%, що є досить точним методом. За допомогою МСЕ присутня можливість отримання температури по всій поверхні свердла, що потребує меншої трудоемності.

Також проаналізувавши підведення МОР у зону різання та води різниця не суттєва, порівняно з результатами, які були отримані без підводу МОР у зону різання, але ці результати отримані при виборі малих режимів різання, на високошвидкісній обробці різниця суттєва.

Звідси випливає, що використання МОР є досить продуктивним способом, тому що збільшує довговічність інструменту, зменшує сили тертя в зоні різання, присутня можливість використання більш інтенсивних режимів різання, забезпечує високу якість поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аблапохин, Ю.А. Исследование вибраций при точении и растачивании консольно закреплённых деталей: Автореф. дисс. канд. техн. наук. -Куйбышев, 1973. - 28 с.
2. Справочник KORLOY [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://tverdysplav.ru/korloy-instrument-korloy>.
3. Соловов, А. Некоторые секреты высокоскоростной обработки металлов [Электронный ресурс] — Режим доступа к статье: <http://www.obo-rt.ru/arhiv>.
4. Родин, П.Р. Металлорежущие инструменты [Текст]: учебник для узлов. -2-е изд., перераб. и доп. / П. Р. Родин – Киев: Вища школа. Главное изд-во, 1979. – 432 с.
5. Справочник технолога – машиностроителя [Текст]: в 2 т. Т1 / под. ред. А.Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М: Машиностроение, 1985. - 636с.
6. Резников, А. Н. Тепловые процессы в технологических системах [Текст]: Учеб. пособие / А. Н. Резников и др.; Под. общ. ред. А. Н. Резникова и Л. А. Резникова. – М.: Машиностроение, 1990. – 288 с.
7. Даниелян, А. М. Теплота и износ режущего инструмента при резании металлов [Текст]: Учеб. пособие / А. М. Даниеляна. – М: Машгиз, 1954. – 276 с.
8. Неумоина, Н. Г. Тепловые процессы в технологической системе резания [Текст]: учеб. пособие / Н. Г. Неумоина, А. В. Белов. - ВолгГТУ, Волгоград, 2006. – 84 с.

Методика тарировки зусилля різання при свердлуванні

Таблиця А – Таріровка.

| Маса, кг | Індикатор, мА | | Індикатор, мА | |
|----------|-------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | наван- таження | розван- таження | наван- таження | розван- таження |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,3 | 1,5 | 13 | 1,6 | 13 |
| 0,6 | 3 | 26 | 3,6 | 25 |
| 0,9 | 8 | 40 | 8 | 39 |
| 1,2 | 17 | 54 | 17 | 53 |
| 1,5 | 28 | 65 | 29 | 65 |
| 3 | 105 | 105 | 106 | 106 |

За табличними даними виконуємо побудову графіка залежності маси та сили струму (рис. А1).

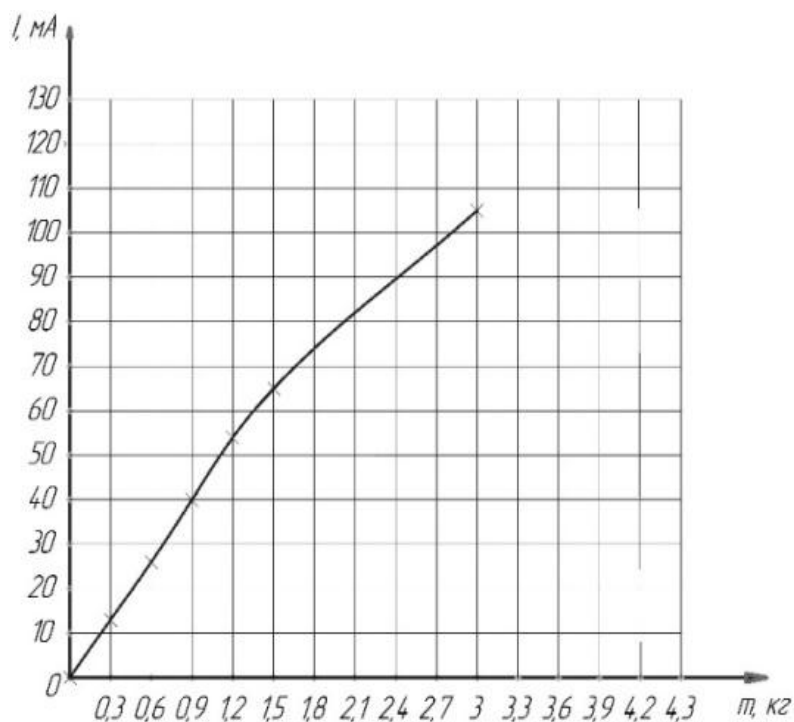


Рисунок А1 – Залежність маси від сили струму.

За допомогою побудованого графіку визначимо масу при показанні індикатора 128 мА, для подальшого розрахунку прикладеної сили (рис. А2).

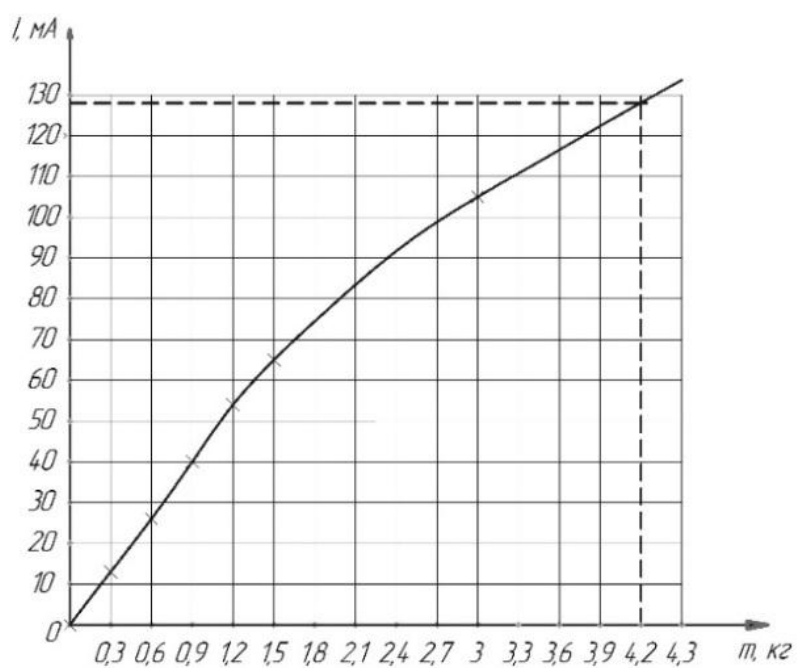


Рисунок А2 – Визначення маси від сили струму, яка становить 4,2 кг.