

УДК 621.791.037

*С.І. Кравченко, к.т.н., доцент
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка*

ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ ТА ІНТЕНСИВНОСТІ ЗНОШУВАННЯ ТЕРМОПЛАСТИЧНИХ СВЕРДЕЛ

Для розробленої конструкції термопластичного свердла розглядається завдання дослідження його стійкості від осьового зусилля різання.

Для разработанной конструкции термопластичного сверла рассматривается задача исследования его стойкости от осевой силы резания.

There is considering problem of researching drill resistance from axial engraving power for the working out construction thermoplastic drill.

Ключові слова: *термопластичне різання, свердло, стікість, осьове зусилля, різальний інструмент.*

Постановка проблеми. Існують різноманітні інструменти для виконання в тонкостінних деталях отворів під різьбу для виготовлення опорних ділянок великої поверхні. Метод термопластичного свердління успішно застосовується вже кілька років у різних промислових виробництвах. Простота, універсальність і довговічність інструменту й оснащення, відсутність утворення стружки при термічному свердлінні дозволяє ефективно застосовувати дану технологію як при масовому

виробництві на автоматизованому устаткуванні, так і при одиничному. Для досягнення оптимальних результатів необхідно добре вивчити даний метод, різні типи свердління й урахувати пропоновані до верстата вимоги.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проведені за останні роки дослідження були присвячені найважливішим питанням теорії і практики термопластичного свердління [1 – 7]. Серед них відзначаються роботи з вивчення особливостей геометрії процесу, закономірностей кінематики, механіки процесу, теплових явищ, якості обробленої поверхні, особливостей конструювання інструменту.

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Сфера застосування термопластичного свердління безперервно розширюється. Літературні дані свідчать про наявність наукових праць, у яких розглянуті питання вивчення механіки процесу різання, але недостатньо досліджені процеси спрацювання і стійкості інструменту.

Формулювання цілей статті. Метою статті є вивчення впливу осьового зусилля на стійкість та інтенсивність зношування інструменту при термопластичному свердлінні.

Виклад основного матеріалу. До фізичних параметрів, які впливають на процес термопластичного свердління належать температура в зоні різання, осьове зусилля, крутний момент та ін.

Свердло працює в складних умовах і зазнає значних навантажень, викликаних силами різання в результаті значних деформацій і тертя між свердлом і стінками отвору. Для дослідження осьового зусилля при свердлінні було використано універсальний трикомпонентний динамометр у комплекті з тензопідсилювачем та осцилографом (рисунок 1). Цим динамометром можна вимірювати три взаємно перпендикулярні сили P_Y, P_X, P_Z і крутний момент M , який діє в горизонтальній площині.

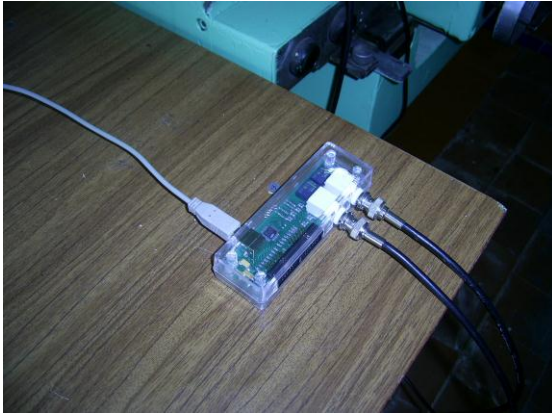


Рисунок 1 – Трикомпонентний динамометр

Теоретичним методом осьове зусилля можна визначити за нижченаведеною формулою, але цей метод є досить наближеним.

$$P_Y = C_p L \cdot d^x \cdot S^y, \quad (1)$$

де C_p – коефіцієнт, що визначається залежно від діаметра і товщини матеріалу;

S – подача, мм/об;

d – діаметр свердла, мм;

L – товщина заготовки.

Одним із головних факторів, які впливають на процес термопластичного свердління, є теплота, що утворюється в результаті роботи тертя. Під час свердління температура свердла досягає $650 - 750^\circ$, а заготовки – приблизно 600° .

Велике осьове зусилля, значна температура процесу і велика швидкість обертання свердла призводять до значних витрат різальних інструментів та зниження продуктивності праці під час виготовлення деталей. Тому при виконанні отворів термопластичним свердлінням дуже важливо визначити такі режими різання, при яких механічна обробка буде найбільш ефективною, а інтенсивність зношування різальних інструментів – мінімальною.

При термопластичному свердлінні залежність періоду стійкості свердла T від осьового зусилля P_y має вигляд, поданий на рисунку 2. Дана крива, отримана експериментально, побудована в логарифмічних координатах по осях T і P_y , тому права частина цієї кривої являє собою пряму лінію. Це свідчить про те, що у даному випадку виконується загальновідоме співвідношення між періодом стійкості та осьовим зусиллям, яке має вигляд

$$T^m \cdot P_y = C_V, \quad (2)$$

де T – кількість зроблених отворів у листовому металі, хв;

m – степінь при періоді стійкості;

P_y – осьове зусилля;

C_V – постійна величина для даних умов різання.

Прологарифмувавши рівняння (2), отримаємо

$$m \cdot \lg T + \lg P_y = \lg C_V,$$

$$\text{або} \quad \lg P_y = \lg C_V - m \cdot \lg T. \quad (3)$$

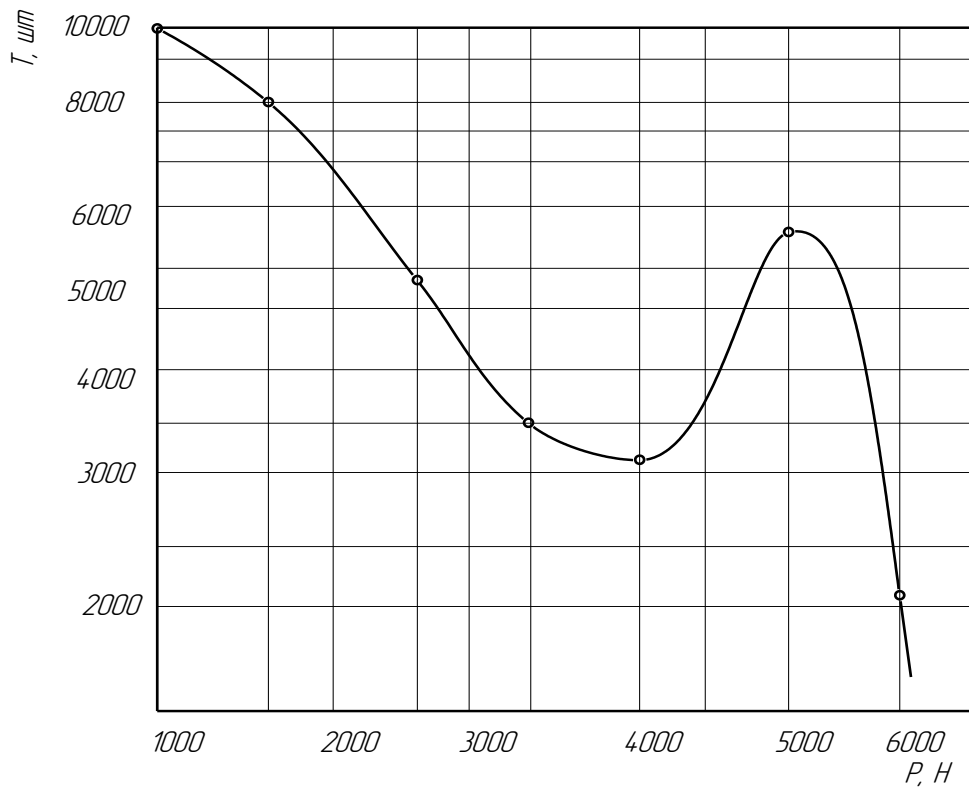


Рисунок 2 – Експериментальна залежність стійкості свердла від осьового зусилля

Видно, що рівняння (3) – це рівняння прямої лінії в логарифмічних координатах. У ньому величина m дорівнює $\text{tg } a$, де a – кут нахилу прямої лінії до осі абсцис, тобто до осі T . Інакше кажучи, степінь « m » при періоді стійкості T є не що інше, як тангенс кута нахилу прямої $P_y=f(T)$ до осі T , якщо крива 2 побудована в логарифмічних координатах.

Оскільки для побудови експериментальних кривих спрацювання свердел залежно від осьового зусилля зручніше користуватися звичайними координатами, перетворимо криву, наведену на рисунку 2, з логарифмічних координат у звичайні лінійні координати, тоді крива $T=f(V)$ буде мати вигляд, поданий на рисунку 3.

Наведену на рисунку 3 криву з двома екстремальними точками А і Б можна розділити по цих точках на три ділянки. На ділянці І крива йде вниз. Це означає, що при осьовому зусиллі до 2000 Н, коли товщина

оброблюваного матеріалу незначна, стійкість свердла різко падає зі зростанням осьового зусилля. На другій ділянці між точками А і Б крива йде вгору, тобто подальше збільшення осьового зусилля викликає підвищення періоду стійкості свердла, що пояснюється тим, що в інтервалі 2000...5000 Н витрачається більше часу на свердління.

На ділянці ІІІ праворуч від точки Б крива $T=f(V)$ знову йде вниз. Це пояснюється тим, що при досить великих осьових зусиллях (більше ніж 5000 Н) матеріал Mitsubishi MF10 починає досить швидко втрачати свої параметри, які суттєво зменшують його період стійкості.

Для математичного опису наведеної кривої, розташованої поблизу від точки Б в обидва боки добре підходить таке рівняння:

$$T = C_T \cdot P_y^a \cdot e^P, \quad (4)$$

де C_T – постійна величина для даних умов різання;

a – степінь осьового зусилля;

e – основа натурального логарифма.

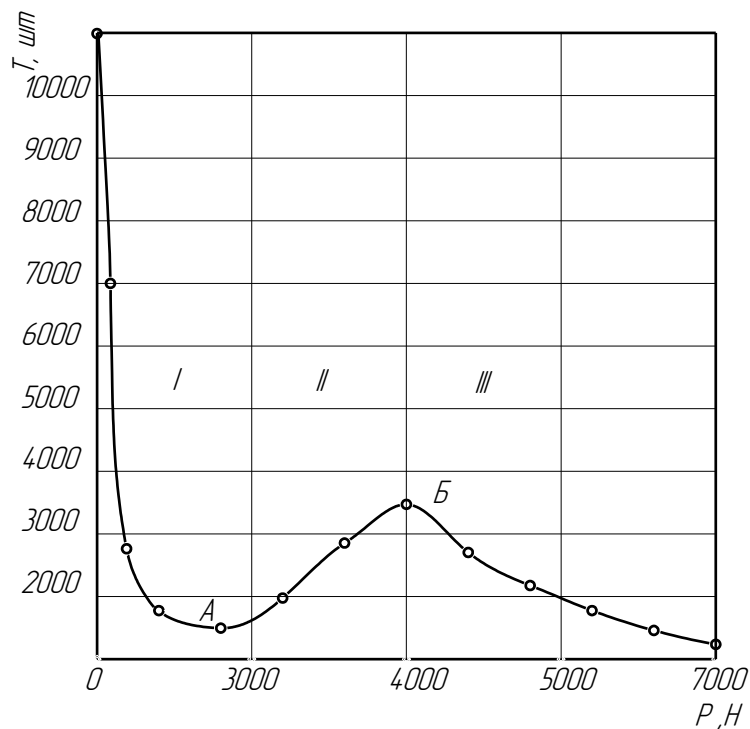


Рисунок 3 – Графік залежності стійкості свердла від осьового зусилля різання в лінійних координатах.

Під час вивчення строку роботи термопластичних свердел зручніше користуватися не періодом стійкості T , а інтенсивністю виходу з робочого стану

$$B = C_B \cdot P^{-a} \cdot e^P, \quad (5)$$

де $B = \frac{1}{T}$ – інтенсивністю виходу з робочого стану,

$C_B = \frac{1}{C_T}$ – постійна величина для даних умов різання.

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, наведений математичний аналіз характеру спрацювання термопластичних свердел залежно від осьового зусилля дає можливість виконати планування роботи інструменту. Перевірити правильність математичних розрахунків майже неможливо, оскільки ціна свердел досить суттєва, а строк служби дуже великий (5000 – 10000 отворів залежно від осьового зусилля). Використання відомих закономірностей про те, що найменша інтенсивність спрацювання термопластичних свердел спостерігається для певних матеріалів і при однаковій оптимальній подачі та глибині свердління наведених теоретичних рівнянь дозволяє суттєво зменшити обсяг експериментальних досліджень, спрямованих на визначення оптимальних режимних параметрів під час свердління термопластичними свердлами, при яких витрати інструменту будуть найменшими.

Література

1. Физические основы процесса резания металлов / В.А. Остафьев, И.П. Стабин . – К.: Вища школа, 1976. – 136 с.
2. Шабайкович В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки детали машин / В.А. Шабайкович . – Львов, 1975.

3. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг. – М.: Наука, 1974. – 711 с.

4. Сопилкин Г.В. Исследование процесса пластического формообразования резьбы на внутренних цилиндрических поверхностях деталей: дис. канд. тех. наук. 05.03.05 / Сопилкин Г.В. – Харьков, 1980. – 200 с.

5. Матвиенко А.В. Повышение эффективности изготовления тонкостенных резьбовых деталей: дис. канд. тех. наук. 05.02.08 / Матвиенко А.В. – Макеевка, 1999. – 177 с.

6. Матвиенко А.В. Холодная штамповка резьбы на внутренней цилиндрической поверхности детали / А.В. Матвиенко, А.К. Кралин, В.А. Лазуткин // *Technologii Moderne, Calitate, Restructurare: Universitatea Tehnica a Moldovei, Chisinau*, 2001. – Vol. 3 – Pag. 218 – 222.

7. Технологический ротор для пластического формообразования внутренней резьбы на тонкостенном изделии / А.В. Матвиенко, А.Н. Михайлов, А.Л. Ищенко, Т.А. Угнивенко // *Прогрессивные технологии и системы машиностроения: межд. сб. науч. тр.* – Донецк: ДонГТУ, 2001.– Вып.17 – С. 113 –115.