

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПРОЦЕСУ ТЕРМОПЛАСТИЧНОГО СВЕРДЛІННЯ

Розглядається задача розроблення спеціальної конструкції термопластичного свердла з метою вивчення впливу факторів процесу свердління на формування осевого зусилля.

Ключові слова: термопластичне свердління, осьове зусилля, різальний інструмент, фактори процесу різання.

Рассматривается задача разработки специальной конструкции термопластического сверла с целью изучения влияния факторов процесса сверления на формирование осевого усилия.

Ключевые слова: термопластическое сверление, осевое усилие, режущий инструмент, факторы процесса резания.

The problem of the development of specially designed thermoplastic drills in order to study the influence of factors on the formation process of drilling an axial force.

Key words: thermo-drilling, axial efforts, cutting tool, the factors of the cutting process.

Постановка проблеми. У машинобудуванні існує багато методів обробки посадкових поверхонь. До них належать різні види свердління, видавлювання, штампування.

Широкого застосування останнім часом набуває термопластичне свердління. Термічне свердління – процес пластичного формування наскрізного отвору в тонкостінній металевій заготовці за допомогою нагрівання і за рахунок тертя інструмента об заготовку. У процесі термічного свердління в заготовці навколо формованого наскрізного отвору по обидва боки утворюються кільцеві буртики.

Цей метод 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 використовувати технологію як при масовому виробництві на автоматизованому устаткуванні, так і при одиничному.

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

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Сфера застосування термопластичного свердління безперервно розширюється. У існуючих наукових працях розглядаються питання вивчення механіки процесу різання, але недостатньо досліджуються процеси впливу параметрів режиму різання на складові сили різання.

Формулювання цілей статті. Метою статті є вивчення впливу факторів процесу термопластичного свердління на формування осевого зусилля.

У наведеному випадку об'єктом дослідження є фактори процесу термопластичного свердління, які впливають на формування осевого

зусилля. З попереднього аналізу літературних джерел встановлено, що найбільший вплив мають такі фактори: S – подача, мм/об, L – товщина оброблюваної деталі, d – діаметр оброблюваного отвору. Інші фактори також впливають, але не суттєво.

Виклад основного матеріалу. Зважаючи на вищевикладене, було розроблено інструмент необхідної конструкції, зображений на рисунку 1.

Частина свердла, що здійснює тертя, має конічну форму. Конус робочої частини переходить у циліндр. Конічна й циліндрична частини утворюють разом робочу серцевину. Над ними розташована кромка для формування щільного краю й циліндричний хвостовик для кріплення свердла в цанзі.



Рисунок 1 – Конструкція термопластичного свердла

І конічна, і циліндрична частини в перетині мають форму багатокутника, що дуже важливо в процесі свердління видавлюванням. Як вихідний матеріал для свердла було використано стійкий до стирання й зміни теплового режиму твердий металевий сплав Mitsubishi MF10.

У результаті аналізу літературних джерел встановлено, що на зусилля різання при термопластичному свердлінні найбільший вплив мають такі фактори: L – товщина оброблюваного металу; d – діаметр оброблюваного отвору; S – подача. Виходячи з наведеної апріорної інформації, одержуємо таку залежність осьового зусилля від указаних чинників:

$$P_y = f(L, d, S) \quad (1)$$

Таким чином, залежність (1) враховує практично всі основні чинники, які здійснюють істотний вплив на характеристики якості обробленої поверхні. Усі інші фактори процесу різання, такі як температура різання, кути свердла та інші, не є значущими при формуванні осьового зусилля, і їхній вплив є мінімальним.

Необхідно провести експеримент та побудувати в результаті обробки експериментальних даних залежність виду

$$P_y = C_p L^{a_1} \cdot d^{a_2} \cdot S^{a_3}, \quad (2)$$

де L – товщина оброблюваного металу;

d – діаметр оброблюваного отвору

S – подача;

C_p – коефіцієнт, який визначається з довідкової літератури залежно від виду матеріалу, що оброблюється;

a_1, a_2, a_3 – показники ступенів у формулі осьового зусилля, які визначаються експериментальним методом.

Завдання оптимізації в даному випадку зводилося до знаходження мінімального значення P_y в заданій області варіювання чинників процесу обробки.

Для цього на першому етапі складається статично достовірне нелінійне регресійне рівняння, що виражає залежність P_y від параметрів (2), потім визначається мінімум P_y .

У підсумку проведення експериментів, статистичного аналізу результатів і підтвердження гіпотези адекватності моделі одержуємо

рівняння залежності осьового зусилля від основних факторів при термопластичному свердлінні

$$P_y = C_p L^{0,01625} \cdot d^{0,131} \cdot S^{0,079} \quad (3)$$

Аналіз рівняння регресії дозволяє виявити залежності осьового зусилля від кожного з варійованих параметрів.

Одержана математична модель дозволяє визначати поєднання технологічних чинників, що забезпечують досягнення заданих характеристик якості оброблюваної поверхні.

На рисунках 2 – 5 наведені залежності осьового зусилля під час операції термопластичного свердління від діаметра отвору при різноманітних значеннях величини подачі та товщини оброблюваної заготовки.

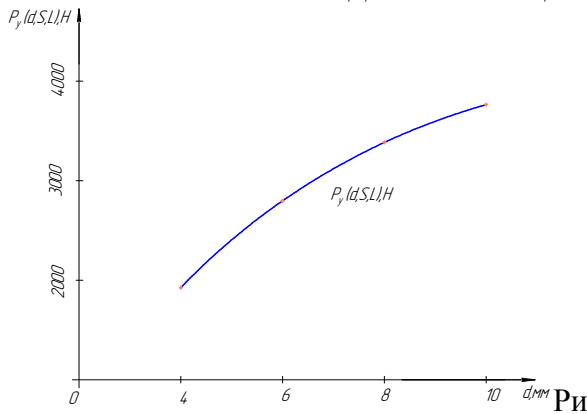


Рисунок 2 – Графік залежності P_y від $d = 4 - 10$ мм при $S=0,2$ мм/об та $L=4$ мм

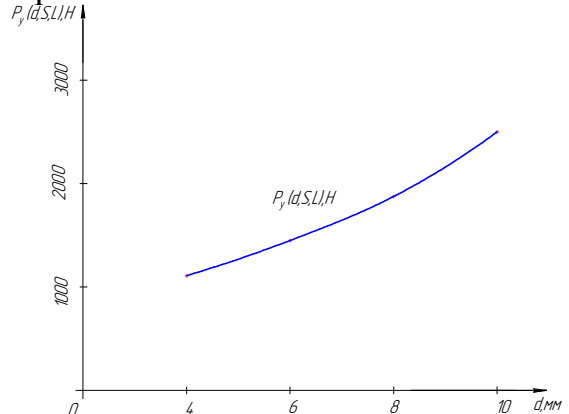


Рисунок 3 – Графік залежності P_y від $d = 4 - 10$ мм при $S=0,1$ мм/об і $L=2$ мм

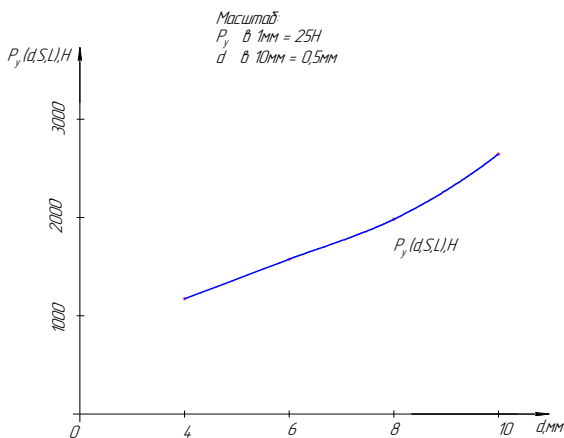


Рисунок 4 – Графік залежності P_y від $d = 4 - 10$ мм при $S=0,2$ мм/об та $L=2$ мм

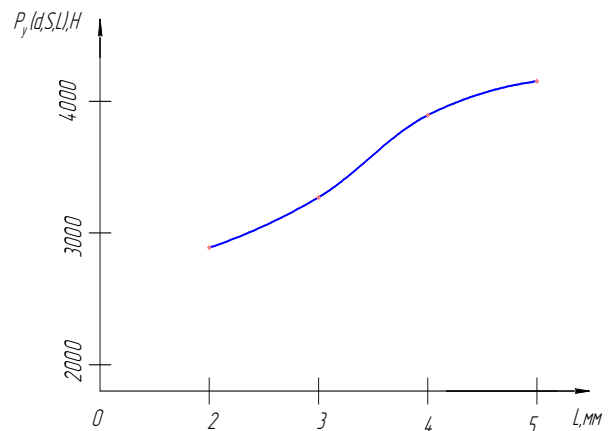


Рисунок 5 – Графік залежності P_y від $L = 2 - 5$ мм при $S=0,2$ мм/об і $d = 10$ мм

Для визначення оптимальних значень залежності P_y від усіх факторів, зокрема подачі й товщини заготовки, побудовано поверхневий графік залежності P_y від варійованих значень S та L , при фіксованому значенні величини діаметра $d=10$ мм (рисунок 6).

З рисунка 6 видно, що оптимальне значення $S=0,1$ мм/об відповідає таким значенням варійованих параметрів: $L \approx 2$ мм і $d \approx 10$ мм.

Отже, для отримання оптимальних значень осьового зусилля при тврдосплавному свердлінні отворів у листовому металі товщиною 2 мм необхідно використовувати свердло $d = 10$ мм при подачі $S=0,1$ мм/об.

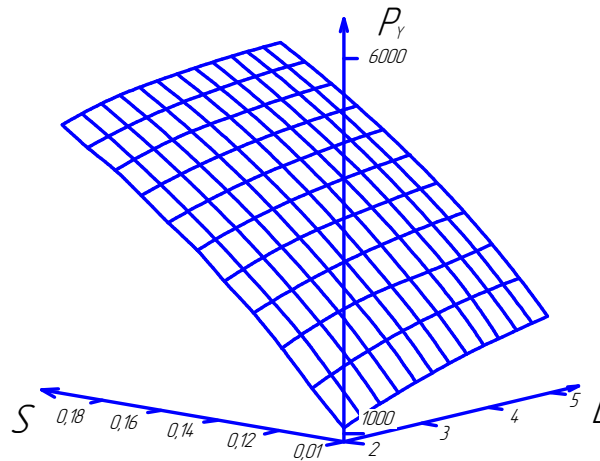


Рисунок 6 – Графік залежності P_y від $S=0,1 - 0,2$ мм/об та $L \approx 2 - 5$ мм при $d \approx 10$ мм

Висновки та перспективи подальших досліджень. Таким чином, у результаті вивчення побудованих графіків можна зробити висновок, що величина осьового зусилля P_y стрімко підвищується зі збільшенням подачі S , причому дане зростання відбувається при будь-якій товщині заготовки. Тому можна вважати, що оптимальні значення осьового зусилля оброблюваної поверхні P_y будуть при мінімальних значеннях величини подачі S . Тобто для проведеного експерименту $S=0,1$ мм/об є оптимальним значенням подачі, оскільки діаметр свердла і товщину матеріалу в більшості випадків варіювати неможливо.

Література

1. *Физические основы процесса резания металлов / В.А. Остафьев, И.П. Стабин. – К.: Вища шк., 1976. – 136 с.*
2. *Шабайкович, В.А. Выбор оптимального технологического процесса механической обработки детали машин / В.А. Шабайкович. – Львов, 1975. – 213 с.*
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. Иценко и др.] // *Прогрессивные технологии и системы машиностроения: межд. сб. науч. тр. – Донецк: ДонГТУ, 2001.– Вып.17. – С. 113 –115.**

Надійшла до редакції 04.03. 2010

© С.І. Кравченко, С.Г. Ясько