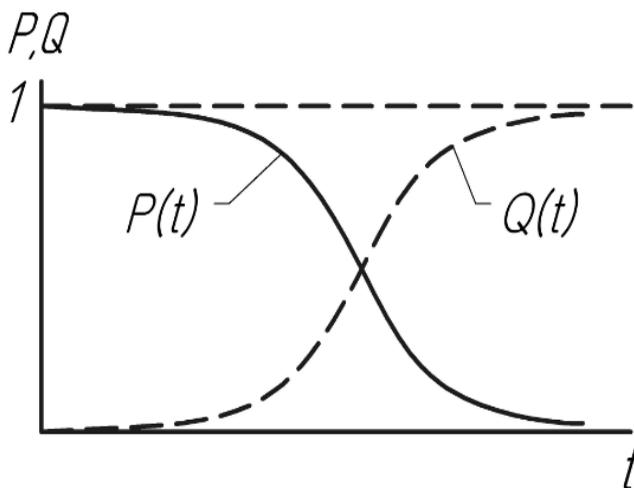


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

II ВСЕУКРАЇНСЬКА ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЯ
СТУДЕНТІВ, АСПІРАНТІВ ТА МОЛОДИХ УЧЕНИХ

«ТЕХНІЧНІ НАУКИ В УКРАЇНІ:
ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ»

Збірник тез наукових доповідей



Сєверодонецьк 27 - 28 квітня 2017 року

- улучшить перегрузочную способность;
- повысить эксплуатационную надежность;
- уменьшить затраты на техобслуживание и снизить простои;
- повысить устойчивость двигателя к тепловым нагрузкам и к нарушениям условий эксплуатации;
- снизить нагрузку на обслуживающий персонал из-за практически бесшумной работы.

Л и т е р а т у р а

1. <http://planetaklimata.com.ua/ua/news/?msg=1876>
2. http://pavlyuk.ucoz.ua/index/ehnergoehffektivnye_dvigateli/0-10
3. http://old.belgiss.by/russian/inform/actual7_1.php?id=582

ДОСЛІДЖЕННЯ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ ДЕТАЛЕЙ ЗІ СТАЛІ 40

Васильєв Є.А. – к.т.н., доц., vas.eugene@gmail.com

Попов С.В. – к.т.н., доц., psv26@mail.ru

Васильєв А.В. – к.т.н., доц., vas.anatoly@gmail.com

Полтавський національний технічний університет імені Ю.Кондратюка

Метою роботи є підвищення економічної ефективності свердління глибоких отворів за рахунок збільшення продуктивності процесу різання, підвищення стійкості інструменту, надійності процесу свердління, зменшення енерговитрат та кількості використовуваного інструменту. При вирішенні поставленого завдання необхідно провести теоретичні й експериментальні дослідження, оцінити точність і достовірність одержуваних результатів. Об'єктом дослідження є обладнання для виконання глибокого свердління. Предметом дослідження є фізика явищ, які виникають при взаємодії свердла з заготовкою, а також вплив параметрів і режимів роботи обладнання на показник шорсткості оброблюваної поверхні.

Для практичної реалізації глибокого свердління спіральним свердлом нам необхідно здійснити технологічне забезпечення, а саме: отримати залежності і дані для розрахунків і вибору типу пристрою для вимірювання осьового зусилля у випадку, коли $P_{\text{оmax}} \leq [P_{\text{м.л.}}]$, де $P_{\text{оmax}}$ – максимальне осьове зусилля при свердлінні, Н; $[P_{\text{м.л.}}]$ –

допустиме, регламентоване паспортом верстата зусилля механізму подач, Н.

Конструктивних параметрів пружного елемнту пристрою, наприклад, пружини, із забезпеченням умови: $P_{np} \geq P_o$, P_{np} – зусилля, що створюється пружиною при її деформації (стиску) в процесі різання, Н.

Проведено аналіз значень осьових зусиль P_o , визначених за різними діючими нормативами та довідниками [1, 2, 3] при постійних значеннях глибини різання – t , діаметру свердла $D=30$ мм, подачі – $s=0,06$ мм/об., швидкості різання – $V=16$ м/с. Він свідчить про суттєву різницю визначення осьового зусилля при глибокому свердлінні спіральними свердлами, для нашого випадку в межах від 250 до 340 кН, і, відповідно, різні режими різання при свердлінні. З метою отримання достовірних значень P_o при свердлінні глибоких отворів нами запропонована методика, яка базується на використанні елементів теорії ймовірностей.

Дослідження процесу глибокого свердління зразків з сталі 40 проводилось на вертикально-свердлильному верстаті мод. 2Н135.

Як цільову функцію оцінки можливостей елементів технологічної системи доцільно прийняти продуктивність процесу глибокого свердління Q [4]:

$$Q = \frac{V \cdot S \cdot d \cdot T}{2 \cdot (T + t_{3M})}, \quad (1)$$

де V , S , d – величини швидкості, подачі і діаметру свердлення, відповідно, м/с; мм/об; мм; T – стійкість свердла, хв; t_{3M} – час зміни інструменту, хв.

Для досягнення найвищої продуктивності процесу свердлення необхідно вести обробку з максимально допустимою величиною подачі S . У той же час максимальна допустима подача свердлення обмежується міцністю і подовжньою стійкістю свердла [5] і контролюється вимірюванням осьового зусилля.

Подача, припустима міцністю робочої частини свердла, може бути визначена за формулою:

$$S = \sqrt[3]{\frac{y_n \cdot 0,02 \cdot d^{3-x_n} \cdot \sigma_a}{1,73 \cdot C_M \cdot HB}} \quad (2)$$

де d – діаметр інструменту, мм;

σ_a – допустима напруга для матеріалу інструменту, МПа;

C_m, y_m, x_m – постійні коефіцієнти, які залежать від механічних властивостей матеріалу, який оброблюють, і матеріалу ріжучої частини свердла;

H_B – твердість матеріалу, що оброблюють, за Брінелем.

Із збільшенням глибини свердління спіральним свердлом подача S , крім цього, також обмежується повздовжньою стійкістю стебла інструменту. Оскільки осьова сила різання при свердлінні P не повинна перевищувати критичну силу $P_{кр}$, що визначається за формулою [3]:

$$P_{кр} = \frac{E \cdot \pi^3 \cdot I}{(\mu \cdot l)^2}, \quad (3)$$

де $P_{кр}$ – критична сила, Н; E – модуль пружності, Па; l – довжина стебла свердла, мм;

I – момент інерції поперечного перетину інструменту, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

μ – коефіцієнт приведенної довжини.

Для збереження подовжньої стійкості стебла інструменту у міру збільшення глибини обробки необхідно зменшувати осьову складову сили різання шляхом зниження подачі. Проте, зменшення подачі приводить до збільшення питомої сили різання, що, у свою чергу, якісно впливає на процес різання. Обробка глибоких отворів на малих подачах є малопродуктивною, а на граничних подачах – веде до зниження якості обробки отворів.

Наявність наведених обмежень по міцності, стійкості інструменту і мінімальному значенню допустимої подачі свердлення визначає область можливого вибору допустимих параметрів технологічної системи. Існуюча теорія і практика глибокого свердлення дає деякі рекомендації економічної доцільності тих або інших способів глибокого свердління. Зрозуміло, що ці рекомендації певною мірою є умовними, а їх межі розпливчаті і у кожному конкретному випадку обробки глибоких отворів можуть бути переглянутими [6].

Теоретичні дослідження при обробці сталі 40 дозволяють використати наведені дані для вибору рекомендованих параметрів інструменту для глибокого свердління. Можна зробити висновок, що економічно доцільно виконувати операції глибокого свердління спіральними свердлами у відносно широких межах – до 200D.

Проте можливості підвищення жорсткості інструменту за рахунок зміни форми перерізу стеблини свердла на даний час досить повно вивчені і практично вичерпані. Тому, вказуючи на складність істотного підвищення жорсткості свердла за рахунок оптимізації його поперечного перерізу основна увага спрямована на раціональну експлуатацію свердел.

Експериментальні дослідження визначення номінальних значень осьових зусиль при свердлінні сталі 40 здійснювали шляхом забезпечення міцності стебла свердла за умови збереження інструментом подовжньої стійкості різними розмірами свердла при фіксованому значенні подачі. Одержані значення осьового зусилля P_o нанесені на графік рис. 1. З'єднання точок здійснено шляхом апроксимації.

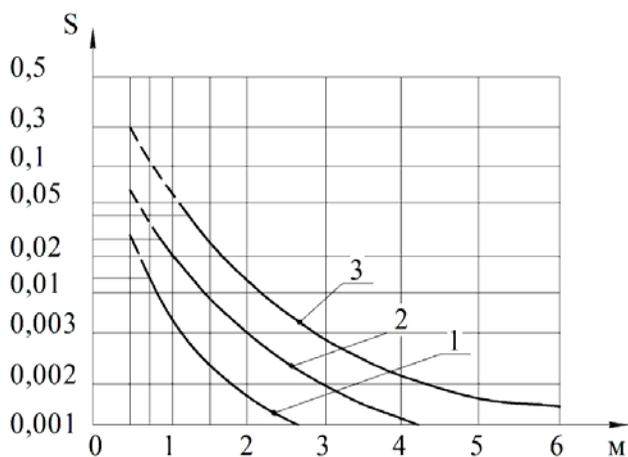


Рис. 1. Допустимі подачі S при обробці сталі 40 за умови міцності стебла свердла і умови збереження інструментом подовжньої стійкості при одержаному осьовому зусиллі; діаметр свердла: 1 – 5 мм; 2 – 7,5 мм; 3 – 10 мм

Аналіз наведених на рис. 1 графічних залежностей свідчить, що робоча область в системі координат «подача – осьове зусилля» визначається двома показниками: мінімальною для даного діаметру свердла величиною подачі, що визначається стійким характером стружкоутворення і мінімальною продуктивністю; і максимально допустимою величиною подачі відповідно з міцністю поперечного перерізу інструменту і подовжньої стійкості стебла свердла.

Нами доведена можливість використання рекомендацій [4], які впевнено забезпечують використання рекомендованих режимів різання при досягненні економічної доцільності. Узагальнення результатів експериментальних досліджень створили основу для аналізу ефективності процесу свердління зі змінним вильотом інструмента.

Відомо [6], що величина стійкості інструмента зі збільшенням глибини свердління нелінійно залежить від довжини вильоту:

$$\left(\frac{T}{T_0}\right)^m = \left(\frac{l_0}{l}\right)^n, \quad (4)$$

де l – робоча довжина вильоту, мм; l_0 – вихідна розрахункова довжина вильоту, мм;
 n, m – показники, які враховують вплив вильоту на стійкість інструменту.

Залежно від способу виготовлення свердла, а також матеріалу, який оброблюють, показники степенів n і m за результатами досліджень [3, 7] приймають в межах від 0,2 до 0,3.

Проаналізувавши процес глибокого свердління отворів свердлом із змінним вильотом, необхідно відзначити, що величина вильоту буде однакою тільки на граничній глибині обробки. Протягом усього процесу обробки при роботі зі змінним вильотом інструмента ця величина завжди буде меншою. Таким чином, за всіма рівними умовами відношення стійкості інструмента при обробці зі змінним вильотом може бути визначене за формулою:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{k - k^{\frac{n}{m}}}{k - 1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{n}{m}}, \quad (5)$$

де k – відношення вильоту наприкінці обробки до вихідного вильоту.

Відповідно до залежностей будемо графіки стійкості інструмента при свердлінні зі змінним вильотом від відношення вильотів наприкінці і початку обробки (рис. 2). Показник степені m , що враховує вплив вильоту на стійкість, при цьому прийнятий рівним 0,25.

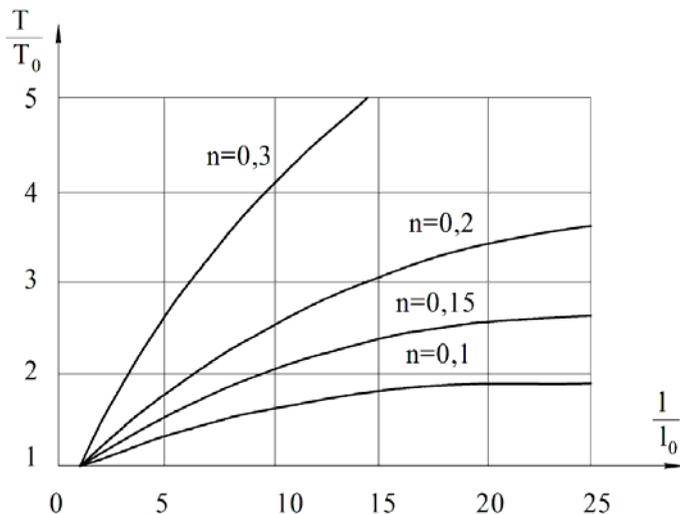


Рис. 2. Стійкість інструмента при свердлінні зі змінним вильотом

Наведені графічні залежності показують, що зі збільшенням відношення вильотів наприкінці і на початку обробки, стійкість інструмента зростає. З погіршенням оброблюваності матеріалу (збільшення показника n) ефект зростання стійкості збільшується. Ці висновки співпадають з експериментальними дослідженнями, проведеними в роботі на звичайних свердлах постійного перерізу по всій довжині інструмента, які показали, що крутильні коливання, які знижують стійкість свердлів, є пропорційними кубу довжини вильоту свердла. При цьому шляхом зменшення довжини вильоту свердла можна збільшити величину подачі в три – сім разів при одночасному збільшенні стійкості інструмента від трьох до семи разів.

Отже, аналіз отриманих теоретичних і експериментальних даних показує, що значення глибини свердління поверхні в основному залежить від глибини різання, діаметру свердла, подачі і швидкості різання, також уточнені параметри режимів різання при глибокому свердлінні спіральними свердлами сталі 40. Для підвищення продуктивності процесу свердління необхідно вести обробку з максимально допустимою величиною подачі. У той же час максимальна допустима подача свердління обмежується міцністю і подовжною стійкістю інструменту.

Література

1. Пестунов В.М. Решение проблем глубокого сверления в металлообработке [Текст] / В.М. Пестунов, В.В. Свяцкий, Л.П. Свяцкая // Вестник НТУУ «КПИ». Машиностроение. – К.: НТУУ «КПИ», 2006. – №49. – С. 173 – 178.
2. Пестунов В.М. Оптимізація процесу обробки глибоких отворів [Текст] / В.М. Пестунов, В.В. Свяцький, С.В. Придворова // Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25 ч. I. – С. 200 – 209.
3. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1983. – Т. 1. – С. 100 – 105.
4. Устройство для сверления отверстий малого диаметра. А.с. 975238 СССР, МКП В23 В47/00/ Кузьмин Н.И., Кривый П.Д., Сопрончук В.Н. (СССР) – №3326065/25-08; заявлено 07.08.84; опубл. 23.11.82, бюл. №43 – 2 с.
5. Тимочко Г. Конструкторсько-технологічне забезпечення підвищення економічної ефективності свердління наскрізних отворів [Електронний ресурс] / Г. Тимочко. – Режим доступу: <http://nadoest.com/konstruktorseko-tehnologichne-zabezpechennyapidvisshennya-ekon>.
6. Устройство для сверления сквозных отверстий. А.с. 1491624 СССР, МКП В23 В47/00/ Нагорняк С.Г., Кузьмин Н.И., Кривый П.Д. (СССР) – №4279167/31-08; заявлено 07.07.87; опубл. 07.07.89, бюл. №25. – 4с.
7. Ertunc H.M. A Decision fusion algorithm for tool wear condition monitoring in Drilling [Text] / H.M. Ertunc, K.A. Loparo // International Journal of Machine Tools & Manufacture, 2001. – vol.41. – P. 1347 – 1362.

ИНТЕРВАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЕМ МАЯТНИКА ФРОУДА

Волянський Р.С. – к.т.н., доц., voliansky@ua.fm
Волянская Н.В. – ст. преп., ninanin@i.ua

Днепропетровский государственный технический университет

Целью работы является создание интервальной системы управления, стабилизирующей положение маятника Фроуда.

Материалы работы. Маятник Фроуда является физической моделью, служащей для изучения фрикционных колебаний в механических системах [1]. Процессы, происходящие в маятнике, аналогичны процессам пробуксовки, которые могут возникнуть при движении автомобильного и/или железнодорожного транспорта.