

УДК 621.952.5

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛІННЯ

Свяцький В.В., Скрипник О.В.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Свердлення глибоких отворів є трудомісткою технологічною операцією, особливо при обробці в'язких матеріалів. В системі верстат – пристрій – інструмент – деталь (ВПД) при глибокому свердлінні в найбільш важких умовах працює інструмент — свердло [1, 2]. Основним елементом системи ВПД, що обмежує вихідні параметри верстата при глибокому свердленні, є інструмент. Оптимізація процесу глибокого свердлення при цьому зводиться, як правило, до зняття певних технічних обмежень по стійкості, міцності або жорсткості свердла.

Для підвищення продуктивності процесу свердлення необхідно вести обробку з максимально допустимою величиною подачі. У той же час максимальна допустима подача свердлення обмежується міцністю і подовжньою стійкістю інструменту [3]. Для збереження подовжньої стійкості стебла інструмента у міру збільшення глибини обробки необхідно зменшувати осьову складову сили різання шляхом зниження швидкості подачі. Проте, зменшення швидкості 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 перерахованих обмежень по міцності, стійкості інструменту і мінімальному значенню допустимої подачі свердлення визначає область можливого вибору допустимих параметрів елементів технологічної системи. Теорія і практика глибокого свердлення дає деякі рекомендації економічної доцільності тих або інших способів глибокого свердлення [1, 3]. Зрозуміло, що ці рекомендації певною мірою є умовними, а їх межі розпливчаті і у кожному конкретному випадку обробки глибоких отворів можуть бути переглянутими.

Проведені теоретичні дослідження і узагальнення результатів експериментальних досліджень [1 – 10], алгоритм вирішення завдань підвищення продуктивності обробки глибоких отворів [2], структурні схеми привода [8] склали основу створення ряду принципово нових конструкцій механізмів зі змінною структурою, що працюють за методом перехоплення стебла інструмента по його довжині.

Наведено конструкцію механізму привода верстатів для глибокого свердління [11]. Особливістю такого механізму є наявність в осьовому напрямку рухливих затискачів, які по черзі включають, і механізму керування затискачами. Механізм затискачами забезпечує почергову фіксацію свердла в осьовому напрямку і дискретне його переміщення.

Ефективність обробки глибоких отворів спіральними свердлами можна підвищити завдяки застосуванню вібраційного свердлення, що у порівнянні із традиційним свердленням забезпечує: зниження сил тертя по поверхні контакту інструмента із заготовкою, надійне дроблення і транспортування зливної стружки від зони різання, підвищення ефективності застосування мастильно-охолодного технічного засобу (МОТЗ) тощо.

Останнім часом знаходять застосування різні вібраційні патрони, зокрема, кулькові вібратори, що дозволяють використовувати наявне на підприємствах обладнання і здійснювати надійне подрібнення стружки при порівняно малих габаритах, простоті конструкції і невисокій вартості виготовлення цих механізмів [12]. Доцільність застосування різних вібросвердлильних пристроїв визначається параметрами отворів, які

оброблюють. Для свердління отворів у діапазоні діаметрів від 3 до 9 мм зі співвідношенням $L/D \geq 3$ розроблена конструкція кулькового вібратора [13].

Однопотокова функціональна залежність навантаження привода подачі разом із приводом головного руху у відповідності зі структурою схемою, що наведена в [8], є основою для розробки принципово нових способів комбінованої обробки. За механізм зазначеної функціональної залежності можуть виступати інструмент і заготовка, що оброблюється, і які взаємодіють в процесі обробки.

Наведено схему розвантаження свердла, що основана на використанні комбінованої обробки „різання — пластична деформація”, застосована для свердління глибоких отворів.

Розвантаження стебла свердла при глибокому свердленні можливе не тільки при використанні комбінованого процесу механічної обробки глибоких отворів „різання — пластична деформація” [14, 15]. Запропоновано пристрій, що дозволяє понизити осьове навантаження на стебло свердла створенням надмірного тиску МОТЗ в зоні різання.

Таким чином, проведені теоретичні і експериментальні дослідження показують, що застосування механізмів приводів верстатів для глибокого свердління, що мають проміжні опори, приводить до збільшення періоду стійкості інструмента. Крім ефекту підвищення стійкості з'являється можливість здійснення безкондукторного свердлення глибоких отворів. Використання вібраційного свердлення підвищує ефективність обробки глибоких отворів спіральними свердлами завдяки надійному дробленню і транспортуванню зливної стружки від зони різання. Застосовування даних механізмів фактично знімає обмеження процесу обробки глибоких отворів спіральними свердлами за критерієм поздовжньої стійкості інструмента.

Наведені теоретичні і експериментальні дослідження показують, що керування навантаженням стебла інструмента по осьовій складовій сили різання і сил опору принципово можливе при використанні процесів комбінованої обробки отворів. Розроблені способи обробки глибоких отворів вирішують задачу зниження складових технологічного навантаження і дозволяють розширити технологічні можливості процесу свердління по глибині обробки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Пестунов, В. М. Решение проблем глубокого сверления в металлообработке / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Вестник НТУУ „КПИ”. Машиностроение. – К.: НТУУ „КПИ”, 2006. – № 49. – С. 173-178.
2. Свяцкий В. В. Шляхи підвищення ефективності обробки глибоких отворів. Оцінка можливості розв'язку завдання найпростішими засобами / В. В. Свяцкий, О. В. Скрипник // Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта: матеріали XVIII міжнар. наук.-техн. конф., 29 чер. – 1 лип. 2017 р., Київ, Україна. – К.: Політехніка. – С. 259-261.
3. Лищинский Л. Ю. Оптимизация операций глубокого сверления // Станки и инструмент. – 1971. – № 10. – С. 18-24.
4. Бурмистров Е. В. Крутильные колебания и их влияние на стойкость сверл малых диаметров при обработке жаропрочных и титановых сплавов / Е. В. Бурмистров, Е. М. Мурашкин, А. В. Таратов // Прогрессивные конструкции сверл и их рациональная эксплуатация. – Вильнюс: ЛитНИИНТИ, 1974. – С. 13.
5. Жилис В. И. Исследование износа быстрорежущих спиральных сверл / В. И. Жилис, В. Ф. Казокайтис, П. С. Вайкунас // Прогрессивные конструкции сверл и их рациональная эксплуатация. – Вильнюс: ЛитНИИНТИ, 1974. – С. 34.
6. Пестунов В. М. Элементы системы СПИД, ограничивающие выходные характеристики процесса глубокого сверления / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Naukowym progress na rubieży tysiącleci – 2008: materiały IV Międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, 1–15 czerwca 2008 roku, Przemyśl,

Rzeczpospolita Polska. – Przemysł: Nauka i studia, 2008. – Тим 14. Techniczne nauki. Fizyczna kultura i sport. – S. 53-55.

7. Пестунов В. М. Оптимізація процесу обробки глибоких отворів / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, С. В. Придворова // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машино-будування, автоматизація: зб. наук. пр. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25, ч. 1. – С. 200-210.

8. Пестунов В. М. Управление циклом процесса глубокого сверления / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Дні науки – 2006: матеріали II міжнар. наук.-техн. конф., 17 – 28 квітня 2006 р., Дніпропетровськ, Україна. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – Т. 10: Технічні науки. – С. 8-11.

9. Пестунов В. М. Підвищення ефективності процесу обробки глибоких отворів спіральними свердлами / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, Л. П. Свяцька // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільсько-господарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр. – Кіровоград: КНТУ, 2009. – Вип. 22. – С. 335-340.

10. Пестунов В. М. Процес глибокого свердління з управлінням потоками потужності в кінематичних ланцюгах формоутворення / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, Л. П. Свяцька // Nastolení moderní vědi – 2008: materiály IV mezinárodní vědecko-praktická konference, 27.09 – 05.10.2008, Praha, Česká republika. – Praha: Publishing House „Education and science” s.r.o., 2008. – Díl. 9. Technické vědy. Tělovýchova a sport. – S. 31-33.

11. Пестунов В. М. Увеличение производительности процесса глубокого сверления повышением жесткости установки сверла / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Perspektywiczne opracowania nauki i techniki – 2008: materiały IV międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, 07 – 15 listopada 2008 roku, Przemysł, Rzeczpospolita Polska. – Przemysł: Nauka i studia, 2008. – Тим 13. Techniczne nauki. – S. 89-91.

12. Пестунов В. М. Підвищення продуктивності процесу глибокого свердління при накладанні на інструмент осьових коливань / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, Л. П. Свяцька // Naukova mysl informacyjnego wieku – 2009: materiały V międzynarodowej naukowo-praktycznej konferencji, 07 – 15 marca 2009 roku, Przemysł, Rzeczpospolita Polska. – Przemysł: Nauka i studia, 2009. – Vol. 15. Techniczne nauki. Budownictwo i architektura. – S. 33-35.

13. Пестунов В. М. Використання методів вібраційного свердління в сільсько-господарському машинобудуванні / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, Л. П. Свяцька // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. – Кіровоград: КНТУ, 2010. – Вип. 40, ч. 2. – С. 185-189.

14. Пестунов В. М. Розвантаження свердла при комбінованій обробці глибоких отворів / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, Л. П. Свяцька // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград: КНТУ, 2008. – Вип. 20. – С. 166-168.

15. Пестунов В. М. Механізми розвантаження інструменту при свердленні глибоких отворів / В. М. Пестунов, В. В. Свяцький, С. В. Придворова // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр. – Кіровоград: КНТУ, 2012. – Вип. 25, ч. 1. – С. 219-223.