

абразивний інструмент (МАІ) " і "МАІ-МАІ" від магнітної індукції, розмірів частинок порошку, швидкості різання і від нормальних напружень [3, 4]. Для визначення сили лобового опору на торець оброблюваного сектора зубчастого колеса використовуються результати досліджень руху тіл в МАІ [5]. При цьому враховуються тільки нормальні складові від сил тертя між шарами МАІ на границі ущільненої зони, дотичні напруження при цьому в значній мірі врівноважуються завдяки характеру руху МАІ.

2. Визначення навантажень від магнітних сил за спрощеною формулою Максвелла. При цьому враховується змінний характер навантажень через зміну площі поверхні, на яку діє магнітна сила, завдяки рухам додаткових кругових подач. Змінними є також координати точок прикладення рівнодіючих магнітних сил, і, завдяки цьому, їх моменти.

3. Визначення рівнодіючих навантажень, моментів та потужності кожного із приводів головного руху та рухів подач.

4. Кулачкові механізми потрібно використовувати з геометричним замиканням, оскільки при рекомендованих значеннях допустимих кутів розвороту $\alpha_{доп} \pm 30^\circ$ та нахилу $\xi_{доп} \pm 25^\circ$ величини підйому профілів кулачків мають відносно значні величини. В зв'язку з цим використання силового замикання є досить проблематичним. Конструкції кулачків повинні бути збалансованими відносно осі обертання.

5. Для зменшення маси рухомих деталей потрібно застосувати матеріали із алюмінієвих та інших легких сплавів.

6. Визначити динамічні навантаження, що виникають під час обробки заготовки. Це можна зробити, наприклад, за допомогою модуля "Динамическое моделирование" CAD/CAE системи Autodesk Inventor Professional.

7. Виконати розрахунок напружено-деформованого стану роторної головки, наприклад за допомогою "Анализ напряжений" CAD/CAE системи Autodesk Inventor Professional.

8. Виконати аналіз результатів розрахунку напружено-деформованого стану роторної головки, виявити деталі з недостатнім коефіцієнту запасу міцності. Розробити заходи з забезпечення запасу міцності зазначених деталей. За допомогою інструмента "Генератор форм" Autodesk Inventor оптимізувати масово-інерційні параметри масивних деталей.

9. Застосувати до конструкції головки розроблені заходи. Повторно виконати динамічний аналіз та розрахунок напружено-деформованого стану головки. Повторно виконати аналіз результатів і за необхідності повернутись до пункту 6.

Список літератури

1. Гаврушкевич А.Ю. Основні положення кінематики MAO циліндричних зубчастих коліс. Дисс. ... канд. техн. наук: 05.03.01 / Гаврушкевич Андрій Юрійович. - Київ. - 2016. 303 с.
2. Пат. 100013 Україна, В24В 31/112 (2006.01). Спосіб магнітно-абразивної об'ємної обробки / В.М. Гейчук, В.С. Майборода, А.Ю. Гаврушкевич, О.О. Галицький; заявник та патентовласник "Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут". - а 2014 09043; заявл. 11.08.2014; опубл. 10.07.2015; бюл. № 13.
3. Майборода В.С. Основи створення і використання порошкового магнітно-абразивного інструменту для фінішної обробки фасонних поверхонь: дис. ... докт. техн. наук: 05.03.01/Майборода Віктор Станіславович. Київ, 2001. - 404 с.
4. Майборода В.С. Вплив змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ (ЗОТС) на триботехнічні властивості порошкового магнітно-абразивного інструменту/ В.С. Майборода, В.М. Гейчук, О.А. Івановський //Технологія і техніка друкарства. Зб.наук.праць. Вип. 4(6), ВПН НТУУ "КПІ". К. - 2004. с. 56-67.
5. Ткачук І.В. Формування магнітно-абразивного інструменту зі стабільними властивостями в робочих зазорах кільцевого типу: дис. ... канд. техн. наук: 5.03.01 / Ткачук Іванна Валентинівна. - Київ, 2015. - 164 с.

УДК 621.7.044

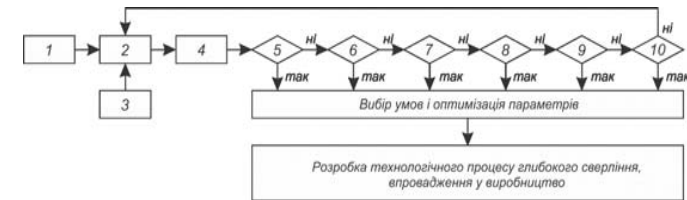
Свяцький В.В., к.т.н., доц., Скрипник О.В., к.т.н., доц.

Центральнотериторіальний національний технічний університет, м. Кропивницький, Україна

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ. ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ РОЗВ'ЯЗКУ ЗАВДАННЯ НАЙПРОСТІШИМИ ЗАСОБАМИ

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]. Замкнений об'єм обробки, різноманітні функції, виконання яких повинна забезпечувати конструкція інструменту, форсовані режими різання змушують працювати корпус свердла, його ріжучі і напрямні елементи з високими напруженнями.

Рішення задач підвищення продуктивності обробки і збільшення граничної глибини свердлення [2] пов'язане з раціональним вибором параметрів свердла і умов його експлуатації. Алгоритм вирішення проблем глибокого свердління наведено на рис. 1.



- 1 – вихідні дані; 2 – формулювання завдання; 3 – відомі методи розв'язку проблеми; 4 – уточнення варіантів розв'язку поставленого завдання; 5 – оцінка можливості розв'язку завдання найпростішими засобами (свердління спіральними свердлами); 6 – оцінка можливості свердління гарматними свердлами; 7 – оцінка можливості свердління свердлами із внутрішнім відведенням стружки; 8 – оцінка можливості свердління інжекторними свердлами; 9 – оцінка можливості свердління з розсвердлюванням; 10 – оцінка можливості використання комбінованих методів

Рис. 1 – Алгоритм вирішення проблем глибокого свердління

Далі розглянуто приклади методів оптимізації способів обробки глибоких отворів спіральними свердлами, які підвищують ефективність процесу.

Підвищення ефективності глибокого свердління спіральними свердлами може здійснюватися двома шляхами: підвищенням жорсткості встановлення і закріплення свердла [3] або зміною положення свердла в просторі [4].

Структурні схеми привода [5], отримані результати досліджень [6] і узагальнення робіт [1 – 6] склали основу створення ряду нових конструкцій механізмів зі змінною структурою, що працюють за методом перехоплення стебла інструмента по його довжині (див. рис. 2). Ці механізми забезпечують передачу крутного моменту осьової сили свердлу при мінімальному вильоті і здійснюють дискретну подачу. Конструктивною особливістю цих механізмів 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.

На рис. 2, а показана схема установки свердла з однією проміжною опорою, що поділяє відстань l на ділянки a і b . Застосування даної схеми дозволяє підвищити поздовжню стійкість інструменту при глибокому свердлінні. Проте, у міру заглиблення свердла в заготовку

змінюється величина його вильоту і, відповідно, відношення a до b , яке для отримання максимальної жорсткості інструменту під час процесу свердління бажано зберігати постійним. Сказане призводить до ускладнення конструкції механізму. Завдання не вирішується і на схемі (див. рис. 2, б), не вивчаючи на те, що технологічні можливості по допустимій глибині свердління поліпшуються.

Схема (див. рис. 2, в) забезпечує рівномірну зміну відстані між опорами у міру заглиблення свердла в заготовку, проте наявність пружин і проміжних опор збільшує загальний виліт свердла порівняно з глибиною свердління. Підвищення поздовжньої стійкості і жорсткості інструменту в процесі обробки отворів забезпечує схема (див. рис. 2, г). По цій схемі шток гідроприводу подачі безпосередньо з'єднаний із свердлом. А оскільки жорсткість штока завжди вище за жорсткість свердла при рівних діаметрах, то схема (див. рис. 2, г) забезпечує підвищення жорсткості інструмента і, відповідно, підвищує ефективність процесу глибокого свердління.

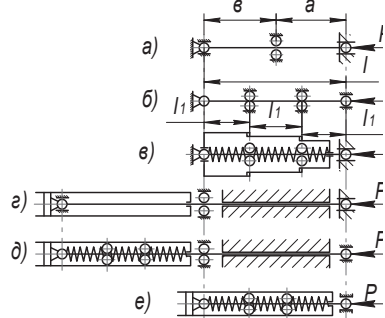


Рис. 2 – Схеми вирішення задачі підвищення поздовжньої стійкості свердел при глибокому свердлінні [11]

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

Для свердління отворів у діапазоні діаметрів від 3 до 9 мм зі співвідношенням $L/D \geq 3$ розроблена конструкція кулькового вібратора [8, 9]. Для вібраційного свердління за допомогою наведеного пристрою використовують стандартні спіральні свердла зі збільшеним заднім ходом.

Підвищити ефективність процесу глибокого свердління можна зміною положення ріжучого інструменту в просторі [10]. Проведені дослідження процесу свердління показали (див. рис. 3), що поворот планшайби від 0° до 180° (перехід від свердління зверху до свердління знизу) забезпечує зниження моменту крутильного навантаження на інструмент в три рази при обробці сталі (див. рис. 3, крива 1) і в два рази при обробці чавуну (рис. 3, крива 2) за однакових умов різання.

При переході від свердління зверху до свердління знизу спіральними свердлами виникає проблема підведення МОТЗ в зону обробки. Цю проблему вирішує конструкція [2], в якій система подачі МОТЗ під тиском сполучена з ріжучою частиною свердла. В процесі обробки система підведення МОТЗ забезпечує охолодження ріжучої частини свердла при будь-якому розташуванні інструмента в просторі, зменшуючи тим самим дію сил тертя і виводячи стружку з отвору, що оброблюється.

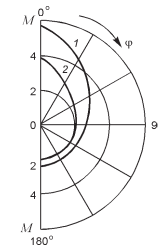


Рис. 3 – Залежність крутильного моменту від кута повороту планшайби

Приклади вирішення завдань свердління іншими типами свердел і методів оптимізації їхнього використання відповідно до алгоритму (рис. 1) будуть розглянуті в подальшій публікації.

Список літератури

1. Пестунов В. М. Элементы системы СПИД, ограничивающие выходные характеристики процесса глубокого сверления / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції „Naukowy progress na rubieży tysiącleci – 2008”. – Przemysł : Nauka i studia, 2008. – Тум 14. Techniczne nauki. – Str. 53-55.
2. 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.
3. Пестунов В. М. Процес глибокого свердління з управлінням потоками потужності в кінематичних ланцюгах формотворення / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Матеріали IV міжнародної відеко-практичної конференції „Nastoleni moderni vědi – 2008”. – Praha : Publishing House „Education and science” s.r.o., 2008. – Dil. 9. Technické vědy. Tělovýchova a sport. – S. 31-33.
4. Пестунов В. М. Увеличение производительности процесса глубокого сверления повышением жесткости установки сверла / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Матеріали IV міжнародної науково-практичної конференції „Perspektywiczne opracowania nauki i techniki – 2008”. – Przemysł : Nauka i studia, 2008. – Тум 13. Techniczne nauki. – Str. 89-91.
5. Пестунов В. М. Увеличение производительности процесса глубокого сверления изменением пространственного положения инструмента / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Матеріали V міжнародної відеко-практичної конференції „Věda a technologie: krok do budoucnosti – 2009”. – Praha : Publishing House „Education and science” s.r.o., 2009. – Dil. 15. Technické vědy. Výstavba a architektura. – S. 14-16.
6. Пестунов В. М. Розробка привода для глибокого свердління методом перехоплення стебла інструмента по його довжині / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград : КНТУ, 2008. – Вип. 20. – С. 169-172.
7. Пестунов В. М. Підвищення ефективності процесу обробки глибоких отворів спіральними свердлами / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація: зб. наук. пр. – Кіровоград : КНТУ, 2009. – Вип. 22. – С. 335-340.
8. Пестунов В. М. Підвищення продуктивності процесу глибокого свердління при накладанні на інструмент осевих коливань / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Матеріали V міжнародної науково-практичної конференції „Naukova mysl informacyjnego wieku – 2009”. – Przemysł : Nauka i studia, 2009. – Volume 15. Techniczne nauki. Budownictwo i architektura. – Str. 33-35.
9. Пестунов В. М. Використання методів вібраційного свердління в сільськогосподарському машинобудуванні / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, Л. П. Свяцкая // Конструювання, виробництво і експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград : КНТУ, 2010. – Вип. 40. Част. 2. – С. 185-189.
10. Пестунов В. М. Оптимізація процесу обробки глибоких отворів / В. М. Пестунов, В. В. Свяцкий, С. В. Придворова // Зб. наук. праць КНТУ: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград : КНТУ, 2012. – Вип. 25. Част. 1. – С. 200-210.