

**В.М. Пестунов, проф., канд. техн. наук, В.В. Свяцький, доц., канд. техн. наук,
Л.П. Свяцька, ас.**

Кіровоградський національний технічний університет

Розробка привода для глибокого свердлення методом перехоплення стебла інструмента по його довжині

Наведені теоретичні і експериментальні дослідження механізмів приводів верстатів для глибокого свердління, що мають проміжні опори. Показано, що застосування пристроїв, що використовують змінну величину вильоту інструмента в процесі обробки глибоких отворів, приводить до збільшення періоду його стійкості.

глибоке свердлення, вібраційне різання, стійкість, жорсткість, інструмент, ефективність

Свердлення глибоких отворів є трудомісткою технологічною операцією, особливо при обробці в'язких матеріалів. Ефективність обробки глибоких отворів підвищується завдяки застосуванню вібраційного свердлення [1, 2], що у порівнянні із традиційним забезпечує: зниження сил тертя по поверхні контакту інструмента із заготовкою, надійне подрібнення і транспортування зливної стружки від зони різання, підвищення ефективності застосування мастильно-охолодного технічного засобу (МОТЗ) тощо.

Основною характеристикою інструмента, що визначає умови передачі заданих коливань різальним пругам в процесі вібраційного свердлення, є його крутильна і осьова жорсткість [1, 3]. Нехтування цим фактором призводить до частої зміни параметрів коливань, які передаються різучим пругам інструмента, що в свою чергу істотно впливає на стабільність процесу різання. Жорсткість інструмента є одним із головних чинників, які визначають інтенсивність вібрацій, величину спрацювання і стійкість інструмента.

В роботі [4] встановлена причина виникнення крутильних коливань свердлів і визначений їхній ступінь впливу на стійкість інструмента. Достатня відповідність в роботі [4] теоретичних досліджень результатам експерименту при обробці титанових сплавів дозволяють використати наведені дані для вибору оптимальних параметрів інструменту для глибокого свердлення. З наведених у роботі [5] графіків можна зробити висновок, що збільшення жорсткості інструмента в півтора-два рази приводить до зниження кута розкручування спіралі свердла у два-три рази.

Проте можливості підвищення жорсткості інструменту за рахунок зміни форми перерізу стеблини свердла на даний час досить повно вивчені і практично вичерпані. Тому автори [5], вказуючи на складність істотного підвищення жорсткості свердла за рахунок оптимізації його поперечного перерізу, звертають основну увагу на раціональну експлуатацію свердлів. При цьому, на нашу думку, підвищити стійкість стандартного інструмента можливо шляхом розробки пристроїв для свердлення, що використовують змінну величину вильоту свердел в процесі обробки глибоких отворів [3].

Проведені теоретичні дослідження і узагальнення результатів експериментальних досліджень [3], створили основу для аналізу ефективності процесу свердлення зі змінним вильотом інструмента. По результатам експериментальних досліджень [6] визначено, що величина стійкості інструмента зі збільшенням глибини

свердління нелінійно залежить від довжини вільоту. Це дозволяє записати залежність для визначення періоду стійкості свердла T , що використана в роботі [5], у вигляді:

$$\frac{T^m}{T_0^m} = \left(\frac{l_0}{l}\right)^n, \quad (1)$$

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

Залежно від способу виготовлення свердла, а також матеріалу, який оброблюють, показники степенів n і m за результатами досліджень [4, 5] приймають в межах від 0,1 до 0,5. Так, наприклад, для свердлів, які досліджувались у роботі [4] при обробці сплаву ВТ20, показник степеня n приблизно дорівнює 0,4, для фрезерованих свердлів відповідно з результатами, що наведені у роботі [5], показник степеня n становить приблизно 0,15.

Порівнюючи процеси глибокого свердління отворів свердлами з постійним і змінним вільотом, необхідно відзначити, що величина вільоту буде однакою тільки на граничній глибині обробки. Протягом усього процесу обробки при роботі зі змінним вільотом інструмента ця величина завжди буде меншою. Таким чином, за всіма рівними умовами відношення стійкості інструмента при обробці зі змінним і постійним вільотом може бути визначене по формулі:

$$\frac{T}{T_0} = \frac{k - k^{\frac{n}{m}}}{k - 1} \cdot \frac{1}{1 - \frac{n}{m}}, \quad (2)$$

де k – відношення вільоту наприкінці обробки до вихідного вільоту.

Відповідно до залежностей (1) і (2) побудовані графіки стійкості інструмента при свердлінні зі змінним вільотом від відношення вільотів наприкінці і початку обробки (рис. 1). Показник степеня m , що враховує вплив вільоту на стійкість, при цьому прийнятий рівним 0,25.

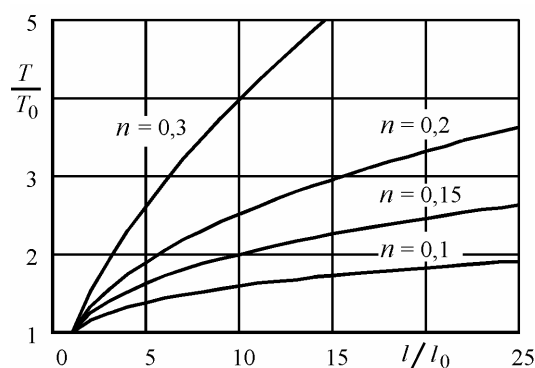
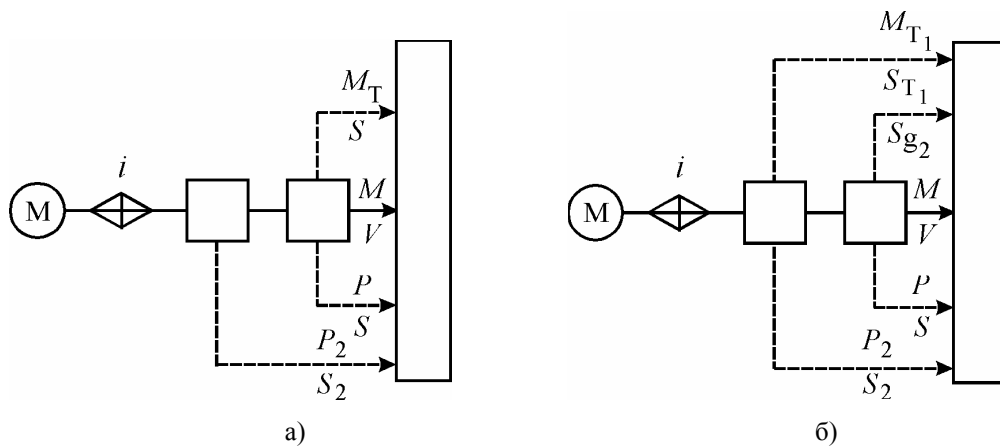


Рисунок 1

Наведені графічні залежності показують, що зі збільшенням відношення вільотів наприкінці і 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 [6] на спеціальних свердлах (свердлильних спіралях без хвостовика) 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.

Структурні схеми привода (рис. 2) [8], отримані результати досліджень [7] і узагальнення робіт [1 – 7] склали теоретичну основу створення ряду принципово нових конструкцій механізмів зі змінною структурою, що працюють за методом перехоплення стебла інструмента по його довжині. Ці механізми забезпечують передачу крутного моменту осьової сили свердлу при мінімальній 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 керування затискачами забезпечує по чергову фіксацію свердла в осьовому напрямку і дискретне його переміщення.



а) із одним механізмом дискретних переміщень; б) з двома механізмами дискретних переміщень

Рисунок 2 – Структурні схеми приводів верстатів для глибокого свердлення

Конструкція механізму привода верстатів для глибокого свердління, розроблена за схемою (рис. 2), наведена на рис. 3. У корпусі 1 на підшипниках установлений шпиндель 3, виконаний у вигляді гідроциліндра. У циліндрі встановлений поршень 2, шток 4 якого жорстко з'єднаний зі свердлом 5. Для зміни діаметра свердла шпиндельна група головки виконана змінною.

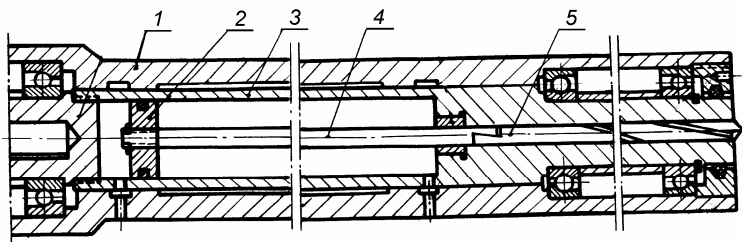


Рисунок 3

Підвищення поздовжньої стійкості штока забезпечується установкою проміжних опор (див. рис. 4). Проміжні опори 7 встановлені в циліндрі на штоку 4 по вільному садінні і мають отвори для проходження мастила. Між поршнем 2, опорами 7 і торцевою поверхнею циліндра встановлені спіральні пружини 6 рівної жорсткості. У процесі робочої подачі, що здійснює гідропривід, поршень 2 стискає послідовно

встановлені пружини 6, які, в свою чергу, забезпечують рівномірне переміщення проміжних опор у напрямку подачі при рівномірному взаємному зближенні.

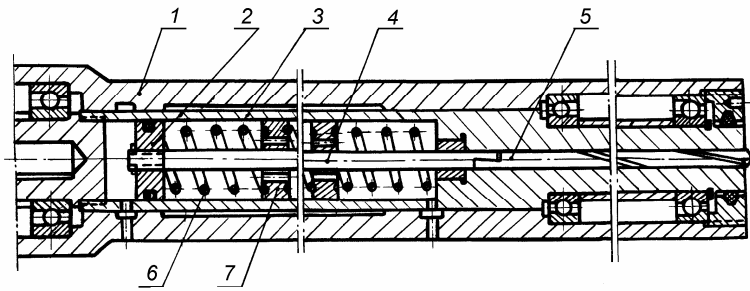


Рисунок 4

Повний цикл зворотно-поступальних рухів свердла надається гідравлічним механізмом подачі, що забезпечує відповідно до заданої програми подачу робочої рідини в праву або ліву порожнини обертового гідроциліндра. Керування циклом роботи гідроприводу і настроювання на задану програму поступальних переміщень здійснюється за допомогою шляхової автоматики (на схемі не показана).

Наведені 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 даних механізмів фактично знімає обмеження процесу обробки глибоких отворів за критерієм поздовжньої стійкості інструмента.

Список літератури

1. Свяцкий В.В., Свяцкая Л.П. Вибрационное сверление глубоких отверстий // Материали VIII міжнародної науково-технічної конференції „Динаміка наукових досліджень”. Том 53. Технічні науки. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2005. – С. 10 – 12.
2. Подураев В.Н. Обработка резанием с вибрациями. – М.: Машиностроение, 1970. – 351 с.
3. Пестунов В.М., Свяцкий В.В., Свяцкая Л.П. Решение проблем глубокого сверления в металлообработке // Вестник НТУУ „КПИ”. Машиностроение. – К.: НТУУ „КПИ”, 2006. – №49. – С. 173 – 178.
4. Бурмистров Е.В., Мурашкин Е.М., Таратов А.В. Крутильные колебания и их влияние на стойкость сверл малых диаметров при обработке жаропрочных и титановых сплавов // Материали симпозиума „Прогрессивные конструкции сверл и их рациональная эксплуатация”. – Вильнюс: ЛитНИИИТИ, 1974. – С. 13.
5. Жилис В.И., Казокайтис В.Ф., Вайкунас П.С. Исследование износа быстрорежущих спиральных сверл // Материали симпозиума „Прогрессивные конструкции сверл и их рациональная эксплуатация”. – Вильнюс: ЛитНИИИТИ, 1974. – С. 34.
6. Wendelhoven J. Kurzuendelbohrer. Rationalisierung im Betriebsdurch Arbeiten mit Kurswendelbohrern // Maschinen Markt, 1970. – № 13. – Н. 76. – S. 239 – 241.
7. Schnitzler H. Rohrvorrichtung // Industrie Anzeiger, 1972. – №14. – Н. 94. – S. 299.
8. Пестунов В.М., Свяцкий В.В., Свяцкая Л.П. Управление циклом процесса глубокого сверления // Материали II міжнародної науково-практичної конференції „Дни науки – 2006”. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2006. – Том 10. Технічні науки. – С. 8-11.

Приведены теоретические и экспериментальные исследования механизмов приводов станков для глубокого сверления, имеющих промежуточные опоры. Показано, что применение устройств с переменной величиной вылета инструмента в процессе обработки глубоких отверстий, приводит к увеличению периода его стойкости.

In the article the theoretical and experimental research of mechanisms of machine tools drives for the deep drilling, having intermediate anvil post, are considered. The application of devices with a variable tool extension in deephole machining is bring to a tool durability are demonstrated.