

УДК 655.3.021

**ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ГЛИБОКИХ ОТВОРІВ
У ДРУКАРСЬКИХ ЦИЛІНДРАХ**

©Яценко Л. О.

*Українська інженерно-педагогічна академія***Інформація про автора:**

Яценко Лариса Олександрівна: ORCID: 0000-0002-6158-6207; yatsenko-larisa@gmail.com; старший викладач кафедри інформаційних комп'ютерних і поліграфічних технологій; Українська інженерно-педагогічна академія; вул. Університетська, 16, м. Харків, 61003, Україна.

Метою роботи є розробка технологічної схеми глибокого свердління валів друкарських циліндрів.

Актуальність вивчення теплофізичних процесів глибокого свердління обумовлена тим, що теплота, виділена у результаті роботи різання, в значній мірі, визначає навантаження на ріжучий інструмент, його стійкість, а також якість і розмірну точність оброблюваної поверхні. В процесі практичної реалізації наукових розробок, була запропонована технологічна схема, що дає змогу управляти якістю поверхонь при глибокому свердлінні. Експериментальні дослідження показали, що найбільшого впливу на розбивання отвору надає швидкість різання. Збільшення швидкості різання в межах дослідженого інтервалу швидкостей призводить до збільшення розбивання отвору за рахунок збільшення інтенсивності теплових потоків і збільшення температурних деформацій інструменту і деталі. Збільшення глибини різання і подачі також сприяє збільшенню розбивання отвору, однак їх вплив істотно менший.

Ключові слова: свердління; точність обробки; швидкість різання; продуктивність; собівартість; стандарт підприємства.

Яценко Л. А. «Обеспечение точности изготовления глубоких отверстий в печатных цилиндрах».

Целью работы является разработка технологической схемы глубокого сверления валов печатных цилиндров.

Актуальность изучения теплофизических процессов глубокого сверления обусловлена тем, что теплота, выделенная в результате работы резания, в значительной степени определяет нагрузку на режущий инструмент, его стойкость, а также качество и размерную точность обрабатываемой поверхности. В процессе практической реализации научных разработок, была предложена технологическая схема, позволяющая управлять качеством поверхностей при глубоком сверлении. Экспериментальные исследования показали, что наибольшее влияние на разбивание отверстия оказывает скорость резания. Увеличение скорости резания в пределах исследованного интервала скоростей приводит к увеличению разбивания отверстия за счет увеличения интенсивности тепловых потоков и увеличения температурных деформаций инструмента и детали. Увеличение глубины резания и подачи также способствует увеличению разбивания отверстия, однако их влияние менее существенно.

Ключевые слова: сверление, точность обработки, скорость резания, производительность, себестоимость, стандарт предприятия.

Yatsenko L. “Providing the accuracy of producing deep holes in printed cylinders”.

The purpose of this work is the development of a technological scheme for deep drilling of printing cylinders.

The urgency of studying the thermophysical processes of deep drilling is due to the fact that the heat released as a result of the cutting operation largely determines the load on the cutting tool, its durability, as well as the quality and dimensional accuracy of the treated surface. In the process of practical realization of the scientific developments received by the author, a technological scheme that allows to control the quality of surfaces during deep drilling was proposed. Experimental studies have shown that the cutting speed is most affected by the breaking of the hole. An increase in the cutting speed within the limits of the investigated velocity interval leads to increase in the breaking of the hole due to increase in the intensity of the heat fluxes and increase in the temperature deformation of the tool and part. Increasing the depth of cut and feed also helps to increase the breaking of the hole, but their effect is less important.

Key words: drilling, machining accuracy, cutting speed, productivity, cost price, enterprise standard.

1. Актуальність

В усіх галузях машино- і приладобудування застосовуються деталі, які мають глибокі отвори. Масовими споживачами деталей з глибокими отворами є загальне та спеціальне машинобудування, суднобудування, авіабудування, нафтове і хімічне машинобудування, приладобудування тощо.

Деталі з глибокими отворами широко використовуються в поліграфічному машинобудуванні. Зокрема для полегшення друкарських циліндрів. Найчастіше глибокі отвори виконуються металургійними методами: методами лиття, згинанням або завивкою листового матеріалу з наступним зварюванням в труби, різними методами прокатки, волочіння, екструзією [1].

Глибоке свердління є специфічною технологічною операцією, для проведення якої потрібні спеціальні інструменти, оснащення та обладнання. За останні 50 років у нас і за кордоном, продуктивність глибокого свердління різко зросла завдяки: 1) застосуванню нових ріжучих матеріалів (металокерамічних твердих сплавів тощо); 2) розробці нових конструкцій ріжучих інструментів; 3) тенденції щодо зниження ваги машин. Однак форсування режимів свердління і застосування різних ріжучих інструментів помітно знизило надійність процесу обробки через невисоку міцність ріжучого інструменту і значну його довжину. Тому покращення режимів різання зробило необхідним проведення комплексного дослідження технології швидкісного глибокого свердління.

2. Аналіз літературних джерел

У технічній літературі [1-6] питанню обробки глибоких отворів в різних матеріалах приділено велику увагу. У світлі останніх розробок з цієї проблеми у виробничій літературі в основному вирішувалися питання:

- подача СОТС в зону різання і видалення з неї стружки;
- застосування нових марок інструментальних матеріалів;
- нанесення на робочу частину свердла тонких зносостійких покриттів (плівок) зі значно твердіших матеріалів, ніж основний матеріал інструменту.

У вітчизняній літературі описані нові конструкції інструменту для обробки отворів (свердла ВТА, НПЛ, спіральні та ежекторні свердла і багато ін.), а також особливості їх експлуатації. У зарубіжній літературі за каталогами фірм-виробників інструменту з'явилися описи принципово нових конструкцій спіральних свердл, що відрізняються від стандартних формою профілю, поперечного перерізу і серцевиною.

Серед найбільш активних дослідників методів глибокого свердління слід відзначити Безязичного В. Ф., Дальського А. М., Закураєва В. В., Сулова А. Г., Татаркіна А. В., Юркевича В. В. та ін. [1-6]/

Обробляються глибокі отвори на спеціальних та спеціалізованих свердлильних верстатах, а також верстатах загального призначення з ручним або автоматичним управлінням. Свердлильні верстати тільки загального призначення, за даними робіт Н. Д. Троїцького [2], складають близько 20 % всього металорізального парку верстатів. З урахуванням спеціальних і агрегатних верстатів кількість верстатів, які працюють свердлами, ще більш зростає. Таким чином, питання підвищення ефективності ГБС отворів досить актуальне.

3. Мета роботи

Оскільки питання підвищення якості поліграфічної продукції є досить актуальним, то постає потреба в підвищенні точності обробки поверхні друкарських циліндрів, що впливає на приведення, то метою даної статті є розробка технологічної схеми глибокого свердління валів друкарських циліндрів.

4. Вплив фізичних явищ на якість обробленої поверхні в процесі різання

Найбільш поширеним методом отримання отворів значної довжини в суцільному матеріалі є глибоке свердління. При цьому рух різання – обертальний, рух подачі – поступальний.

Якість обробленої поверхні визначається геометричними і фізичними характеристиками поверхневого шару. Геометричні характеристики поверхні дають уявлення про погрішності механічної обробки. До цих погрішностей відносяться:

- макрогеометрія поверхні, яка характеризується похибками форми, як, наприклад, опуклістю або увігнутістю плоских поверхонь і конусністю, бочкоподібністю, овальністю циліндричних поверхонь;
- геометрія поверхні (шорсткість);
- хвилястість.

Фізичні властивості поверхневого шару відрізняються від фізичних властивостей основного матеріалу. Це пояснюється тим, що при обробці різанням поверхневий шар підлягає впливу високих температур і значних сил, які викликають пружні і пластичні деформації. Товщина деформованого шару складає при шліфуванні близько 5 мкм, при поліруванні 1,5 мкм. Таким чином, навіть при такій чистовій обробці, як шліфування, поверхневий шар товщиною більше 5 мкм відрізняється від основного металу.

Труднощі обробки отворів зростають зі збільшенням їх глибини. Глибину отворів, прийнято оцінювати відношенням $\frac{l}{d_0}$, де l – довжина отвору, а d_0 – його діаметр. Це ж

Технологія машинобудування

відношення використовують і при поділі отворів на глибокі і неглибокі, і в якості чисельної границі приймають $\frac{l}{d_0} = 5$, так як нормальним інструментом і звичайними способами можна раціонально обробити отвори з відношенням $\frac{l}{d_0} < 5$, а для обробки більш глибоких отворів доводиться застосовувати спеціальні обладнання та інструмент і особливі способи обробки. У зв'язку з цим отвори з $\frac{l}{d_0} > 5$ прийнято називати глибокими отворами.

При глибокому свердлінні із зовнішньою подачею МОР при обробці ряду матеріалів можливе отримання отворів з точністю 7...8 квалітетів при відповідній шорсткості, з мінімальними відводять осі і кривизни осі одержуваного отвору і, як наслідок, з мінімальною різностінністю у деталей труб. Досить широко використовується розглянута технологія і для свердління отворів обертовим інструментом в корпусних деталях. Природно, продуктивність глибокого свердління з зовнішнім підведенням МОР в рази більша продуктивності операцій отримання отворів традиційним інструментом. Технологія ежекторного свердління глибоких отворів передбачає використання інструменту, що має два стебла (дві труби). Тому її також називають системою DTS (від англ. Double Tube System - система з двома трубами). Ежекторне свердління забезпечує практично ті ж результати за продуктивністю, точністю і якісним характеристикам отворів, що і глибоке свердління з внутрішнім і зовнішнім підведенням МОР. Але дає змогу виконувати свердління на універсальних верстатах (токарних, сверлильних, горизонтально - розточувальних тощо).

При ежекторному свердлінні немає потреби герметизувати зазори між заготовкою та кондукторною втулкою, що спрощує налагодження й обслуговування верстата. Ежекторне свердління можна застосовувати для отримання отворів в найрізноманітніших деталях, включаючи і випадки свердління переривчастих отворів, наприклад, в колінчастих валах, траках тощо.

Принципова схема ежекторного свердління показана на рис. 1. Основою інструменту є дві труби: зовнішня труба – стебло 4 і внутрішня труба 3, яка одним кінцем стикується з установочним конусом 5, а другим знаходиться в щільному контакті з сверлувальною головкою 1. Головка різбленням з'єднана зі стеблом і перед початком свердління базується в отворі направляючої втулки 2. Торець втулки повинен бути розташований з невеликим проміжком (не більше 1 мм) відносно поверхні заготовки 7.

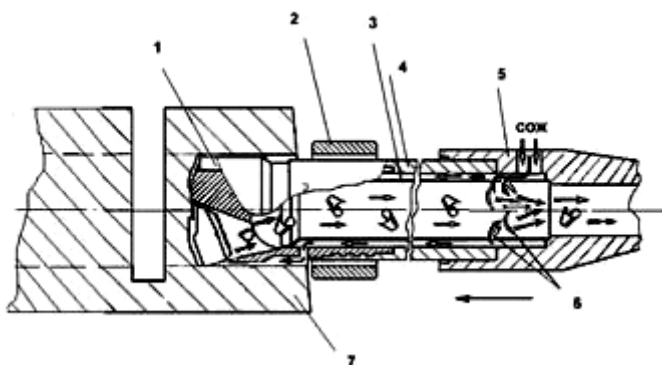


Рис. 1 – Схема ежекторного свердління

Розроблена модель процесу різання (рис. 2), яка встановлює найголовніші зв'язки між фізичними явищами, що виникають в процесі різання, і якістю поверхневого шару. Крім цього на схемі показані зв'язку і спрямованість дії механохімічних перетворень, що відбуваються на поверхні сплавів. У процесі різання

проявляють свої дії сім найголовніших фізичних явищ:

1. (II) - формування контактних поверхонь;
2. (II III) - механічні напруги і сили;
3. (IV) - теплоутворення;
4. (VI) - стружкоутворення;
5. (VII) - зношення ріжучого інструменту і поверхонь, що оброблюються;
6. (VIII) - утворення поверхневого шару.

Спрощено фізична модель процесу різання може бути подана:

1) При механічній дії ріжучого клина на сплав через підвищену схильність до наростоутворення формуються збільшені номінальні і фактичні площини контакту (II). Вони зумовлюють збільшене тертя і тепловиділення. У ріжучому інструменті і в оброблювальній деталі під впливом високих питомих тисків виникають циклічні механічні напруги. У ріжучому клині (III) вони викликають періодичні розмикання і змикання поверхневих мікротріщин, тобто відбувається розрив хімічних зв'язків і виникнення нових;

2) Міцність адгезійного зв'язку між частинками стружки і фрагментів наростів, характерний розподіл сил, що діють на поверхнях $A\alpha$ і $A\gamma$ ріжучого інструменту в умовній площині зсуву, різна швидкість різання уздовж ГРК (від 0 біля центру сверла і \max на вершині різального інструменту), товщина зрізу, зношення сверла, питомі контактні напруги, температура в зоні різання і в зоні обробки (ПАР), в якій перебувають контактні площини механічно напруженого клину. Крім цього, через наявність в оброблюваному матеріалі неметалевих включень (частинок ливарних форм, наявності абразивного матеріалу - кремнію на гранях зерен основного матеріалу тощо), призводять до аномальної інтенсифікації поверхневого мікроруйнування контактних майданчиків (тобто до поверхневого зносу) ріжучого інструменту;

3) Ювенальні поверхні (II), продукти механохімічної взаємодії (VI) сплавів, є поверхнево-активними (ПАР), в яких перебувають контактні площадки механічно генного клина. Крім цього, через наявність в оброблюваному матеріалі неметалевих включень, які призводять до аномальної інтефікації поверхневого мікро руйнування контактних майданчиків поверхневого зносу ріжучого інструменту;

4) Тепло, що виникає у зоні різання, завжди підвищує адгезію дію між інструментальним і оброблюваним матеріалами, і між оброблюваним матеріалом і частинками стружки з фрагментами наростів. При несприятливих умовах різання, коли висока температура поширюється і на зону обробки відбувається утворення пухких і щільноупакованих пакетів стружки, що в свою чергу призводить до поломки сверла;

5) Розвиток зносу ріжучого інструменту зі швидкорізальної сталі протікає монотонно, за винятком випадків раптової відмови (поломок) через пакетування стружки в стружкових канавках інструмента. Критерієм затуплення практично завжди, є технологічна ознака – неприпустиме погіршення якості обробленої поверхні (заріз і підвищена шорсткість) і поява характерного скрипу.

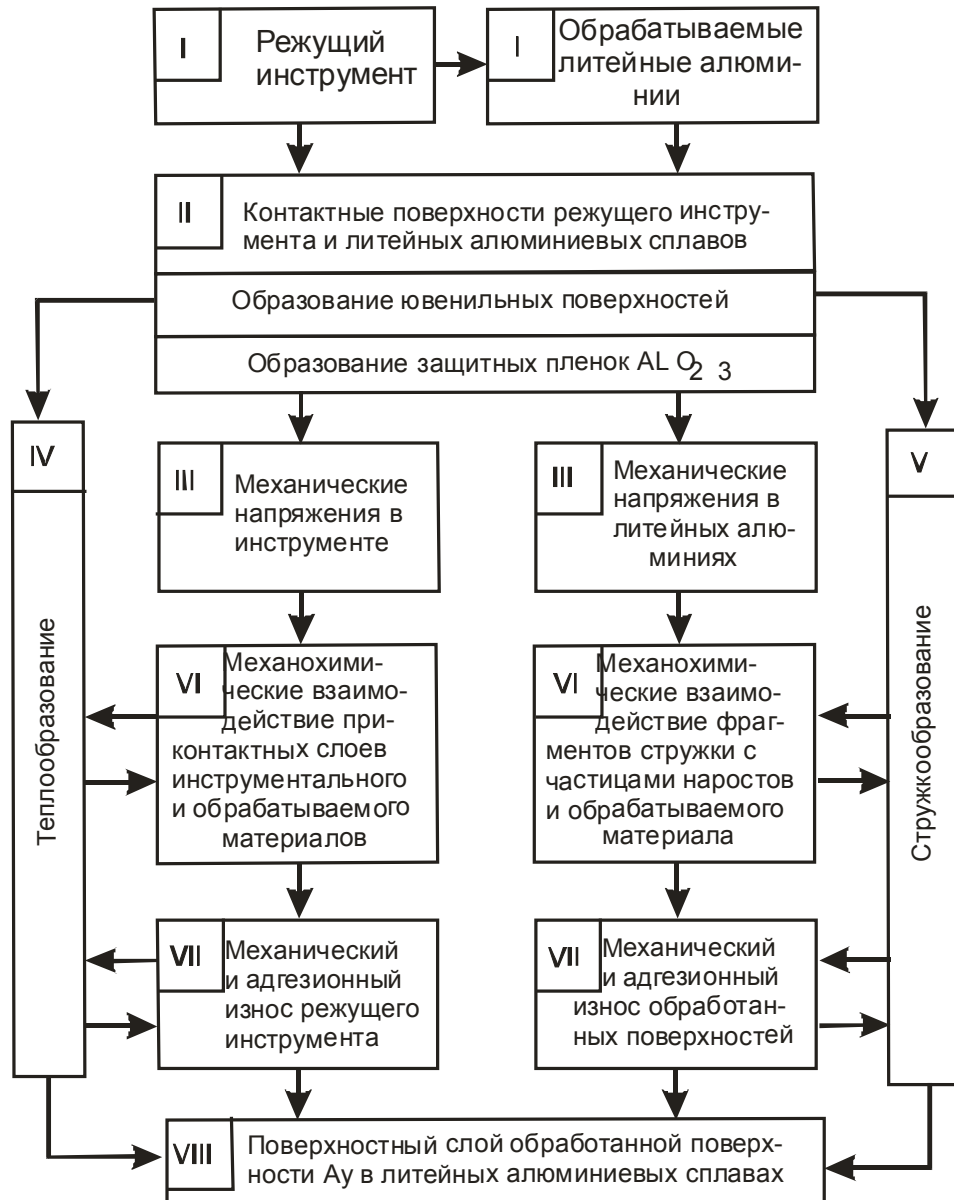


Рис. 2 – Технологічна схема процесу глибокого свердління при виготовленні друкарських циліндрів

Висновки

У якості основних причин, що впливають на якість виготовлення глибоких отворів в друкарських циліндрах виявлено:

1. При впливі ріжучого інструменту на оброблюваний матеріал, його поверхневий шар підлягає пластичній деформації, що супроводжується зміцненням і зміною деяких фізичних властивостей, а саме: руйнуванням і витягуванням (переорієнтацією) кристалічних зерен металу; зміною мікроструктури, внаслідок деформації кристалічної решітки; виникненням явищ наклепу.

2. Тепло, що виділяється в зоні різання миттєво нагріває також і поверхневі шари металу до високих температур. Швидке охолодження емульсією, маслами тощо МОР призводить до явищ мікрозакалки, тобто до різкого місцевого підвищення твердості в поверхневому шарі. Косий зріз дозволяє визначити глибину поверхневого шару за твердістю.

Список використаних джерел:

1. Безъязычный В. Ф. Технологическое обеспечение эксплуатационных показателей деталей машин / В. Ф. Безъязычный, Ю. К. Чарковский, В. Н. Крылов. – М. : Машиностроение, 2011. – 217 с.
2. Технологическая наследственность в машиностроительном производстве / А. М. Дальский, Б. М. Базров, А. С. Васильев и др.; под ред. А. М. Дальского. – М. : Изд-во МАИ, 2010. – 364 с.
3. Закураев В. В. Многокритериальная оптимизация и управление механической обработкой на токарных станках с ЧПУ / В. В. Закураев, А. А. Швырев // Вестник машиностроения. – 2015. – № 4. – С. 44-49.
4. Влияние состояния металлорежущих станков на качество обрабатываемых поверхностей и система адаптивного управления / А. Г. Суслов, В. В. Агафонов, А. И. Демиденко и др. // Обработка металлов. – № 1. – 2001. – С. 26.
5. Татаркин А. В. Оптимизация режимов обработки по критерию себестоимости обработки / А. В. Татаркин, А. А. Черепанов, А. В. Балашов // Вестник машиностроения. – 2014. – С. 44-46. (нет номера, выпуска. И вроде бы год 2000)
6. Прогнозирование точности детали в процессе ее изготовления. / В. В. Юркевич, Д. А. Чигинов, Д. Е. Искра и др. // Машиностроитель, информатика-машиностроение. – 2012. – № 3. – С. 34-40.

References

1. Bezyazychnyy, V, Charkovskiy, Yu & Krylov, V 2011, *Tekhnologicheskoye obespecheniye ekspluatatsionnykh pokazateley detaley mashin*, Mashinostroyeniye, Moskva.
2. Dalskiy, A, Bazrov, B & Vasilyev, A 2010, *Tekhnologicheskaya nasledstvennost v mashinostroitelnom proizvodstve*, Izd-vo MAI, Moskva.
3. Zakuraev, V & Shvyrev, A 2015, 'Mnogokriterialnaya optimizatsiya i upravleniye mekhanicheskoy obrabotkoy na tokarnykh stankakh s ChPU', *Vestnik mashinostroyeniya*, no. 4, pp. 44-49.
4. Suslov, A, Agafonov, V & Demidenko, A 2001, 'Vliyaniye sostoyaniya metallovezhushchikh stankov na kachestvo obrabatyvaemykh poverkhnostey i sistema adaptivnogo upravleniya', *Obrabotka metallov*, no. 1, pp. 26.
5. Tatarikin, A, Cherepanov, A & Balashov, A 2014 'Optimizatsiya rezhimov obrabotki po kriteriyu sebestoimosti obrabotki', *Vestnik mashinostroyeniya*, pp. 44-46.
6. Yurkevich, V, Chiginov, D & Iskra, D 2012, 'Prognozirovaniye tochnosti detali v protsesse yeye izgotovleniya', *Mashinostroitel, informatika-mashinostroyeniye*, no. 3, pp. 34-40.

Стаття надійшла до редакції 26 квітня 2018 р.