

УДК 621.91

**ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЗНАЧЕНЬ ГРАНИЧНИХ КРИТЕРІЇВ ПРИ ВИБОРІ
ЗНАЧЕНЬ ШВИДКОСТІ РІЗАННЯ В ПРОЦЕСІ ГЛИБОКОГО СВЕРДЛЕННЯ ОТВОРІВ**

©Маршуба В. П., Чернякова О. В.

Українська інженерно-педагогічна академія

В цій статті розглядання питання особливостей визначення граничних критеріїв при виборі значень швидкості різання, що пов'язано з природою взаємодії інструментального матеріалу та того, що оброблюється, в умовах обробки глибоких отворів та визначення основних напрямків дослідження цього питання з урахуванням широкої зміни фізико-механічних властивостей нових видів матеріалів, що обробляються. Пропонування нових напрямків вивчення фізичних явищ, що виникають, супроводжують та впливають одне на інше при дослідженні процесу різання різноманітних матеріалів.

Ключові слова: глибоке свердлення отворів, гвинтові свердла, граничні критерії, швидкість різання.

Маршуба В. П., Чернякова О. В. «Особенности определения значений предельных критериев при выборе значений скорости резания в процессе глубокого сверления отверстий».

В этой статье рассматриваются вопросы особенности определения предельных критериев при выборе значений скорости резания, что связано с природой взаимодействия инструментального и обрабатываемого материала, в условиях обработки глубоких отверстий и определения основных направлений исследования этого вопроса с учетом широкого изменения физико-механических свойств новых видов обрабатываемых материалов. Предложение новых направлений изучения физических явлений, которые возникают, сопровождают и влияют одно на другое при исследовании процесса резания разнообразных материалов.

Ключевые слова: глубокое сверление отверстий, винтовое сверло, предельные критерии, скорость резания.

Marshuba V. P., Chernyakova O. V. "Features determining the values of the limiting values of the criteria for selecting the cutting speed during deep drilling Features determining the values of the limiting values of the criteria for selecting the cutting speed during deep drilling".

This article discusses the issues of defining characteristics of limiting criteria for the various factors that affect the processing of the available values of cutting speed. This is due to the nature of the interaction of the tool and machined material under the machining of deep holes and ways of determining the main directions of the study of this matter with the wide change of physical-mechanical properties of new types of work piece materials. Proposal deepening of existing and explore new areas of cooperation between the physical phenomena that occur accompany and influence one another in the process of cutting the study processing of various materials.

Key words: processing deep holes, screw drill, limit criteria, cutting speed.

1. Постановка проблеми в загальному вигляді

При аналізі процесу глибокого свердління отворів в різноманітних матеріалах свердлами малих діаметрів (розміром від 5 до 15 мм) з швидкорізальних сталей, необхідно враховувати ключову проблему, яка виникає через недоліки конструкції ріжучого інструменту. А саме недостатньо великої міцності і червоностійкості свердла, яка веде до необхідності обмежувати режими різання, зокрема швидкість різання (V), так як основним показниками даного процесу є:

- з одного боку, фізичні обмеження, тобто стійкість інструменту;
- з іншого економічні обмеження – технологічний час, витрачений на виконання даної операції.

Рішення цієї непростой задачі для технолога механообробного виробництва є воістину великою проблемою, яке пов'язано з тим, що:

- з одного боку, при великих значеннях швидкості різання в залежності від фізико-механічних властивостей інструментального матеріалу, свердло зазвичай раптово відмовляє (руйнується), через перевищення межі міцності інструменту. Крім того істотне збільшення швидкості різання, призводить до значного приросту кількості теплоти в зоні різання, від дії сили тертя і деформації зрізаного шару, що так само призводить до значимого стирання, або навіть оплавлення свердла при досягненні температури межі червоностійкості для даного інструментального матеріалу;

- з іншого боку, значне зниження значень швидкості різання при обробки глибоких отворів, викликає істотний приріст технологічного часу, необхідного для їх обробки. А так як технологічні операції з обробки глибоких отворів в різноманітних деталях, є самими тривалими по витраченому часу, з усіх існуючих операцій, то це веде до невиправданого збільшення собівартості продукції, що випускається.

Вибір усереднених оптимальних значень V для свердління глибоких отворів в різних за фізико-механічним властивостям матеріалах практично не можливо, через складність обліку всіх показників даного процесу, з вини недостатньої або надмірної міцності конструкції інструменту і т.п. Так, наприклад: значення швидкості різання при свердлінні отворів для групи кольорових сплавів значно більше, ніж при обробці таких же отворів, в жароміцних або легованих сталях, що і підтверджують дані різних джерел. Тобто необхідно враховувати граничні критерії даного параметра процесу різання, як видно з порівняння вище.

У цих джерелах всі оброблювані матеріали по параметру V розбиті на групи або підгрупи, в залежності від їх твердості, міцності та інших фізико-хімічних параметрів. Такий великий розкид оброблюваних матеріалів за групами та підгрупами, в залежності від їх фізико-хімічних властивостей, незручний для визначення оптимальних значень граничних критеріїв, у кожному конкретному випадку за великий обсяг існуючої інформації з цього питання.

В даний час в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляють, існує десятки, а то й сотні обмежувальних критеріїв значень швидкості різання, залежно від діаметра свердла або інших параметрів, як в меншу, так і більшу сторону.

Використання ж на практиці такого великого значень критеріїв практично складно, тому багато технологічних розрахунків пов'язані зі спрощенням цих розрахунків або зменшенням часу розрахунків шляхом їх зменшення кількості критеріїв. Це призводить до неправильного визначення значень швидкості різання та других параметрів, крім цього, велика частина значень критеріїв визначається тільки дослідним шляхом для конкретного оброблюваного матеріалу або для окремих групи матеріалів з однотипними фізико-механічними властивостями. Більш цього значна частина результатів значень критеріїв не можуть бути отримані повторно, через складність забезпечення чистоти експериментів, багатолікості дії різноманітних фізичних та інших факторів, а їх результати подібні тільки за наближенням, або за усередненим значенням. Отже, точність визначення меж різних критеріїв розмита і не надає можливість точно визначити те, чи інше значення з достатньою часткою ймовірності. Рішення даної задачі вимагає застосування нових способів або численних експериментів, щодо практичного визначення необхідних значень.

2. Аналіз досліджень і публікацій за темою статті

Так як в процесі різання матеріалу та інших процесах (транспортування стружки та змашувально-охолоджувального середовища, подолання сили тертя та інше), що супроводжують обробку глибоких отворів необхідно врахувати різноманітні підходи до визначення граничних критеріїв для кожного окремого фізико-хімічного явища, так як вони визначають основні параметри процесу різання. Виходячи з цього, виникає можливість по створенню фізичних чи математичних моделей процесу різання різноманітних матеріалів при глибокому свердленні, з урахуванням великої кількості фізико-хімічних явищ, що виникають, протікають та впливають одне на інше. Але ж це потребує великих затрат при їх розрахунках, як по часу, так і по фізичних можливостях існуючої комп'ютерної техніки. Тому з'явилась необхідність по створенню універсальних фізичних чи математичних моделей з визначення реакції протікання та взаємодії між собою фізико-хімічних явищ в процесі різання, які в значній мірі нівелюють проблему великих розрахунків для технологів машинобудівного виробництва.

Основними умовами при створенні універсальних фізичних чи математичних моделей з визначення реакції протікання, взаємодії та впливу одно на інше фізико-хімічних явищ в процесі різання, є визначення відповідних залежностей шляхом по розрахунку всіх, або окремих параметрів цих явищ, що визначаються залежно від призначення моделі [1]. Визначення різноманітних параметрів моделі слідує з рівності граничних критеріїв подібності розглянутого процесу.

Важливими є параметри, що визначають граничні умови дії різноманітних фізико-хімічних явищ, що виникають, протікають та впливають одне на одне в процесі різання різних матеріалів, дотримання яких для всіх груп матеріалів, що обробляються, однакових критеріїв пов'язане у ряді випадків з подоланням великих труднощостей та неможливістю розрахувати такий великий обсяг значень.

Отримані залежності дозволяють зробити висновок про кількісну або якісну подібність значень процесу різання (або інших процесів, які супроводжують даний процес), по тим параметрам, що цікавлять дослідників. Це підтверджує зроблені раніше висновки про динамічний подібності таких систем.

Умови наближеного фізичного або математичного моделювання процесу різання, на підставі отриманих критеріїв подібності можуть бути записані таким чином. Досить ввести в існуючі формули по визначенню сили різання (P_D) і момент (M_{KP}), що крутить, необхідні поправки, які враховують існуючі на сей час досягнення в машинобудуванні [1]. Тобто необхідно змінити значення граничних критеріїв для всіх параметрів, наприклад: змінюємо значення граничних критеріїв для поправочного коефіцієнту K_{IV} , який враховує вплив фізико-механічних властивостей інструментального матеріалу (для окремого матеріалу або групи матеріалів), а саме даний коефіцієнт повинен враховувати такі значення інструментального матеріалу як: твердість; в'язкість; адгезійну активність; міцність і ін.

3. Мета роботи

Метою даної роботи є розглядання та обґрунтування питання особливостей визначення граничних критеріїв при виборі значень швидкості різання. Це питання пов'язано з природою взаємодії інструментального матеріалу та матеріалу, що оброблюється, в умовах безперервної обробки глибоких отворів. Визначення основних напрямків дослідження цього питання з урахуванням широкої зміни фізико-механічних властивостей нових видів матеріалів, що обробляються. Пропонування нових напрямків вивчення фізичних явищ, що виникають, супроводжують та впливають одне на інше при дослідженні процесу різання різноманітних матеріалів.

4. Основний зміст

Вибір усереднених оптимальних значень швидкості різання для свердління глибоких отворів в різних за фізико-механічними властивостями матеріалах практично не можливий, через складність обліку всіх показників даного процесу, недостатньої або надлишкової міцності інструменту і т.п. Так, наприклад, значення швидкості різання при свердлінні отворів цієї групи в кольорових сплавах значно більше, ніж при обробці таких же отворів, в жароміцних або легованих сталях, що і підтверджують дані численних джерел. існуючої інформації з цього питання.

В даний час в залежності від фізико-механічних властивостей матеріалу, що оброблюється, існує сотні, а то й тисячі критеріїв обмеження значень швидкості різання, як в меншу, так і більшу сторону. Користування на практиці таким великим значенням критеріїв досить складно, а при створенні фізичної або математичної моделі процесу різання при глибокому свердлінні отворів в різноманітних матеріалах практично неможливо. Оскільки велика частина значень критеріїв визначалася досвідченим шляхом для конкретного матеріалу, що обробляється, або групи матеріалів зі схожими фізико-механічними властивостями. Крім того більша частина критеріїв визначалась відносно давно та не враховує останні напрацювання дослідників. Існуюча в мирі практика по цьому питанні з міркувань комерційної таємниці не надає окремих даних, щодо нових розробок.

Тому необхідно визначити єдиний підхід до визначення граничних критеріїв значень швидкості різання для обробки різних матеріалів.

На практиці граничні критерії враховуються описують процес різання виразами для визначення осьової складової сили різання (P_O) і моменту (M_{KP}), що крутить:

$$P_O = C_{P_O} D^{X_{P_O}} V^{n_{P_O}} K \quad \text{и} \quad M_{KP} = C_{M_{KP}} D^{X_{M_{KP}}} V^{n_{M_{KP}}} K$$

де C_{P_O} і $C_{M_{KP}}$ – постійні коефіцієнти;

D – діаметр свердла;

V – значення швидкості різання;

X_{P_O} , $X_{M_{KP}}$, n_{P_O} і $n_{M_{KP}}$ – показники ступеню;

K – коефіцієнт, що залежить від умов обробки різноманітних матеріалів:

$$K = K_{MV} K_{IV} K_{PV},$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що поправляє, та враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється;

K_{IV} – коефіцієнт, що поправляє, та враховує вплив фізико-механічних властивостей інструментального матеріалу;

K_{PV} – коефіцієнт, що поправляє, та враховує вплив стан поверхні заготовки.

Як показує практика, теоретичним визначенням граничних критеріїв для визначення швидкості різання через знаходження значень осьової складової сили різання або крутного моменту користуються порівняно мало, фактично використовують отримані давно усереднені значення, які зведені в таблиці чи довідники з різання матеріалів. Крім цього ці дані отримані досить давно і не враховують властивостей сучасних інструментальних матеріалів та досягнень сучасної науки. Тому часто при розробці сучасних технологічних процесів обробки деталей або створенні нових моделей устаткування, або сильно занижують значення швидкості різання, або що ще гірше – завищують її, що виявляється тільки в процесі експлуатації ріжучого інструменту та обладнання. Ця проблема найбільш характерна для праці спеціального та спеціалізованого обладнання (автоматичних ліній, агрегатних верстатів та іншого подібного обладнання).

На сучасному етапі виробництва при впровадженні у виробничий процес верстатів з числовим програмним забезпеченням, центрів, що обробляють, та іншого обладнання з можливістю дискретного керування безпосередньо процесом обробки, відпала необхідність усереднювати граничні критерії швидкості різання. Тому виникла необхідність створення нових підходів до вирішення даної задачі.

Рішення даної задачі в даний час не вимагає застосування нових способів або численних експериментів з практичного визначення необхідних значень. Досить ввести в існуючі формули з визначення P_O та M_{KP} необхідні поправки. Тобто, необхідно значення поправочного коефіцієнту K_{MV} , який враховує вплив фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється, змінити відповідно з нинішніми вимогами, а саме даний коефіцієнт повинен враховувати такі значення матеріалу як: твердість; в'язкість; адгезійну активність; міцність і інші фізичні та хімічні властивості. Ці дані для різних видів матеріалів в даний час існують, тому їх досить просто ввести до складу формул з визначення P_O та M_{KP} .

Висновки

1. В статті розглянуті основні напрямки шляхів дослідження впливу швидкості різання на складову силу різання та момент, що крутить шляхом розробки нових значень коефіцієнтів, що поправляють основні значення, що отримані досить давно та для інших видів матеріалів.

2. Розглянуті вище питання, щодо дії впливу швидкості різання на складову силу різання та момент, що крутить, які розглянуті на макрорівні, необхідно на думку авторів, також розглядати та вирішувати ще і на мікро рівні, що на цей час практично не виконувалось. Так по окремим науковим статтям до цієї проблеми вчені тільки починають підступати.

3. Поєднання мікро- та макрорівня досліджень впливу швидкості різання на складову силу різання та момент, що крутить, на думку автора призведе до значного прориву в області конструювання та використання нових конструкцій ріжучого інструменту при обробці новітніх матеріалів, застосування збільшених режимів різання на межах міцності існуючого ріжучого інструменту та застосування нових різноманітних конструкцій свердел з новітніми конструкційними матеріалами та збільшеними режимами різання і підвищеною продуктивністю та інше.

4. Визначення впливу швидкості різання через дослідження складової сили різання та момент, що крутить на мікрорівні без поєднання об'єму знань, що здобуті на макрорівні, не призведе до значного прориву в рішенні цього питання, та не дозволить виробити основні напрямки рішення проблеми і розробити нові рекомендації щодо подолання негативних наслідків.

Список використаних джерел:

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. Т. 2 / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1985. – 496 с.

Стаття надійшла до редакції 15 січня 2014 р.