

СКОРОСТНО ШЛИФОВАНЕ И ИЗБОР НА ИНСТРУМЕНТИ С НЕДЕФИНИРАНА РЕЖЕЩА ЧАСТ ЗА ОБРАБОТВАНЕ НА РЕЖЕЩО-ДЕФОРМИРАЩИ МЕТЧИЦИ M8

Христо Радев

*Технически университет – Габрово, 5300 Габрово, България
Hradew81@tugab.bg*

HIGH SPEED GRINDING AND SELECTION OF TOOLS WITH UNDEFINED CUTTING PART FOR MACHINING CUTTING- DEFORMING TAPS M8

Hristo Radev

*Technical University of Gabrovo, 5300 Gabrovo, Bulgaria
Hradew81@tugab.bg*

Abstract

The article presents the necessary equipment (specialized machines) and tools with an undefined cutting part for implementing the high-speed grinding process when manufacturing the forming part (chip grooves and thread profile) of a cutting-deforming tap M8 in serial production conditions. The process of restoring the profile and cutting ability of the tool when forming a threaded surface is also presented.

Keywords: high-speed grinding, abrasive tools, restoration, threading, tap.

ВЪВЕДЕНИЕ

Шлифването е метод на обработване чрез стружкоотнемане с абразивни инструменти на равнинни, ротационни и сложни профилни повърхнини, при което се постига грапавост $Ra=0,63 \div 0,08 \mu m$ и висока точност ($6 \div 7$ степен).

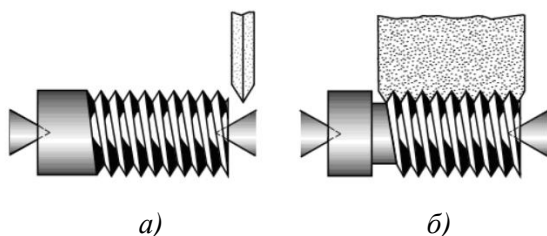
Процесът на рязане при шлифване се различава съществено от процесите на рязане с режещи инструменти с дефиниран режещ ръб от инструментални стомани, метало- и минералокерамични сплави. Това е свързано с особеностите на самия абразивен инструмент, както и с формата, размерите и особеностите на абразивните зърна. Снемането на слой метал при шлифване се осъществява от голямо количество зърна, въздействащи върху обработваната повърхнина. Про-

цесът на рязане се съпровожда с еластични и пластични деформации, както и със значително триене на зърната и свръзката с метала [1, 2, 5].

Шлифването на резба може да се извърши с еднопрофилни и многопрофилни шлифовъчни дискове, като се достига точност на стъпката $\pm 2-3 \mu m$, по половината ъгъл на профила и по средния диаметър на резбата. Производителността на шлифването с многопрофилни шлифовъчни дискове е $3 \div 10$ пъти по-висока от тази при шлифване с еднопрофилни дискове, осигурява по-голяма трайност на абразивния инструмент, но по-ниска точност на резбата – фиг.1 [1, 3, 4].

Поради точността на получената резба с еднопрофилни шлифовъчни дискове (която зависи от точността на резбо-

шлифовъчната машина и профилирането на шлифовъчния диск) за формообразуване на резбови повърхнини на метчици се избира именно този метод.



Фиг. 1. Схема на резбошлифване с еднoproфилен а) и с многопрофилен б) диск

Скоростното шлифване е високопроизводителен метод на абразивна обработка, който се реализира при високи скорости на рязане ($V_c=45, 60, 80$ m/s до 300 m/s). Този метод се характеризира с намаляне сечението на срязвания слой метал, по-ниски сили на рязане, подобрена грапавостта на шлифованата повърхнина, намалено износване на абразивния инструмент при увеличаване на трайността му [8, 10].

Ефективността на високоскоростното шлифване зависи от бързото и ефективно отвеждане на топлината от зоната на шлифване. Прилагането на интензивно охлаждане, като и подаването му под високо налягане (0,4-1,5 МПа) в зоната на рязане са от изключително значение за процеса [1, 8].

За успешно прилагане на високоскоростно шлифване са необходими подходящ абразивен инструмент, подходяща конструкция на шлифовъчната машина, специални мерки за техническа безопасност и интензивно охлаждане.

Целта на статията е да се представи същността на скоростното шлифване като същевременно с това се направи избор на абразивни инструменти за обработката на формообразуващата част на нова конструкция режещо-деформиращ метчик М8 в условията на серийното производство [6].

ИЗЛОЖЕНИЕ

Абразивните материали влизат в състава на абразивните инструменти във вид на зърна, главните изисквания към които са по отношение на тяхната форма, размери и съдържание на основната фракция. Формата на зърната, остротата и праволинейността на ръбовете оказват съществено влияние върху абразивната способност, износването и якостта на материала, силата на сцепление на зърната със свързващото вещество и еднородността и твърдостта в абразивните инструменти.

Абразивните инструменти се характеризират с материал и зърнистост на абразивните зърна, твърдост, структура и свързка. Всеки един от тези елементи включва редица разновидности, които могат да се комбинират и да се получат абразивни инструменти с различни характеристики, свойства и качества [1, 8, 11-13].

Абразивният материал на инструмента се определя в зависимост от вида на обработката, елементите на режима на рязане и физикомеханичните свойства на обработвания материал.

Зърнистостта е важен елемент на характеристиката на абразивните инструменти, който влияе върху производителността и качеството на обработените повърхнини. Изборът на зърнистост на абразивните инструменти зависи от вида и характера на шлифовъчната операция, прибавката за обработване и материала на обработвания детайл. Тя се определя от линейните размери на абразивните зърна, като определяща характеристика е основната фракция, която има съществено значение за еднородността на произведения абразивен инструмент и качеството на неговата работа [1, 8, 11].

Свързката е предназначена да съедини зърната на абразивния инструмент и да ги задържи от преждевременното им изронване в процеса на обработване. Видът, качеството, количеството и равномерното разпределение на свързката в

абразивния инструмент имат определящо влияние върху неговата твърдост, якост, порестост, еднородност, структура, неуравновесеност и допустима скорост на рязане. Под твърдост на абразивен инструмент се разбира съпротивлението на свързката му срещу откътрване на повърхностните абразивни зърна под влияние на външни сили [1, 12, 13].

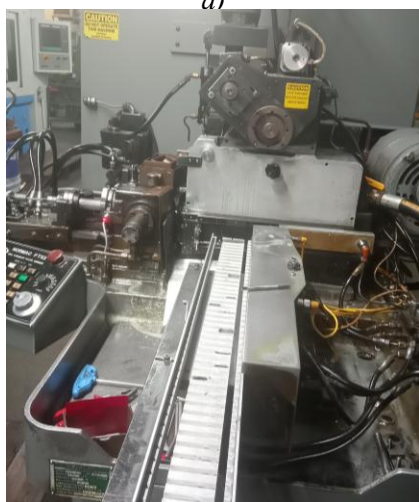
Структурата се определя от количественото съотношение и взаимното разположение на зърната, свързката и порите в единица обем на абразивния инструмент. При една и съща структура процентното съдържание на зърната е постоянно за различните степени на твърдост, зърнистост и видове свързки.

Използвани машини за обработване на режещо-деформиращи метчици

Едни от специализираните шлифовъчни машини използвани за производството на режещо-деформиращи метчици в условията на серийното производство са на фирма NORMAC, представени на фиг. 2 [17].



а)



б)

Фиг. 2. Общ вид на специализирани шлифовъчни машини NORMAC: а) MX16-за шлифване на резбови профил и б) FTX2-за шлифване на стружкови канали

На представените машини са изработени стружковите канали и резбовата повърхнина (формообразуващата част) на режещо-деформиращи метчици M8 от бързорезна стомана P6M5K5 с твърдост HRC63÷65, якост на опън $\sigma_B \geq 850$ МПа и химичен състав, представен в табл.1 [6].

Табл. 1 Химичен състав на стомана P6M5K5, %

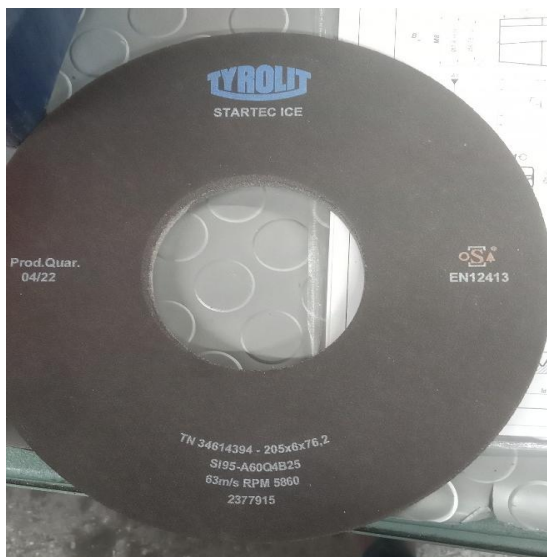
C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	Cu	W	Co
0,89	0,3	0,3	4,1	5,2	0,4	1,8	0,22	6,3	4,9

Избор на инструменти за обработване на стружкови канали и резбови профил при скоростно шлифване на режещо-деформиращи метчици M8

За високоскоростно шлифване се използват абразивни инструменти, якостта на които е значително по-голяма от якостта на инструментите, предназначени за шлифване с нормални скорости (до 35 m/s- при керамична и метална свързка; до 45 m/s - при органична свързка). Това изискване може да се реализира чрез избор на характеристика на шлифовъчните дискове и чрез изменение на конструкцията или на геометричната им форма [18-20].

Най-подходящи за високоскоростно шлифване са електрокорундовите дискове. При работа с високопроизводителни режими се препоръчва използването на дискове от циркониев електрокорунд, а за осигуряване на високо качество на обработените повърхнини – дискове от хромов, титанов и бял електрокорунд. Дисковете от кубичен борен нитрид също са подходящи за високоскоростно шлифване, но при по-малки дълбочини на рязане и подавания [1, 8].

Изборът на зърнистост и твърдост на шлифовъчните дискове за скоростно шлифване се подчинява на общите закономерности при шлифване като се препоръчва използването на шлифовъчни дискове с твърдост средно меки до средно твърди [10, 11].



Фиг. 3. Абразивен диск за шлифование на стружкови канали

Изборът на свързка на шлифовъчните дискове при скоростно шлифование се свежда до стандартните препоръки, но свойствата на съответната свързка се подобряват, за да се повиши механичната якост на дисковете. За високоскоростно точно размерно шлифование се използват обикновено керамични свързки, а за груби почистващи операции – бакелитови свързки [18-20].

За обработване на стружковите канали на режещо-деформиращи метчици М8 е използван диск на фирма TYROLIT с габаритни размери 205x6x76,2, който е показан на фиг.3. Инструментът работи със следния режим на рязане: $a_p=0,05\text{mm}$; $n=5500\text{min}^{-1}$; $V_c=60\text{ m/s}$; $f=0,8\text{ mm/rev}$.

Въз основа на изискванията за скоростно шлифование за обработване на резбовия профил на режещо-деформиращи метчици М8 е използван диск на фирма TYROLIT с габаритни размери 400x13x160, който е показан на фиг.4. Инструментът работи със следния режим на рязане: $a_p=0,05\text{mm}$; $n=3800\text{min}^{-1}$; $V_c=80\text{ m/s}$; $f=1,5\text{ mm/rev}$.



Фиг. 4. Абразивен диск за шлифование на резбови профил

Възстановяване на профила и режещата способност на инструментите

В процеса на шлифование абразивните инструменти се износват под действие на силите и температурата на рязане, в резултат на динамично, контактно и химично взаимодействие между инструмента и обработваната заготовка, в следствие на което изгубват режещите си свойства и изменят геометричната си форма. Това налага изправянето на абразивните инструменти с оглед гарантиране на изискванията, предявявани към обработвания детайл.

Производителността на процеса шлифование, трайността на шлифовъчния диск и качеството на обработените повърхнини в голяма степен зависят от методите, условията и инструментите за изправяне. Изправящият инструмент е не само неразделна част на системата МПВД, но оказва и значително влияние за усъвършенстване на методите за изработване на детайли чрез шлифование, създаване на нови конструкции и автоматизация на шлифовъчното оборудване, за развитие на прецизно инструментално производство [1].

Диамантните ролки се явяват най-ефективните инструменти за възстановяване на профила и режещата способност на абразивни инструменти. Те се характеризират с голяма производителност, висока точност на формата и размерите на обработените повърхнини, голяма износоустойчивост, висок коефициент на използване на машинното оборудване, автоматизация на шлифовъчния процес и др. [7, 9].

Изборът им зависи от профила на обработвания детайл, техническите изисквания, предявявани към него, от схемите на изправяне и шлифване, типа на използваното оборудване и от начина на изработване на работния слой [14-16].

При скоростното шлифване на резбовия профил за изравнител на абразивния диск се използва диамантена ролка показана на фиг.5. На фиг.6 е показано работното и положение в машината, а на фиг. 7 е показан част от режима на процеса по възстановяване на профила на диска, който автоматично се задейства на определен брой извършени работни цикли.



Фиг. 5. Диамантена изравнителна ролка



Фиг. 6. Работно положение на диамантена изравнителна ролка



Фиг. 7. Процес на възстановяване на профила на абразивния диск

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представени са специализираните машини и необходимите абразивни инструменти с недефинирана режеща част за осъществяване на скоростно шлифване при изработване на формообразуващата част (стружковите канали и резбовия профил) на нова конструкция режещо-деформиращ метчик М8 в условията на серийното производство.

Направен е анализ и е представен конкретен процес по възстановяване на профила и режещата способност на инструмента при формообразуване на резбова повърхнина.

Представените специализирани машини и инструменти с недефинирана режеща част могат да се прилага при обработка и на други видове и размери метчици (режещи, валцоващи и режещо-деформиращи) при коригиране на параметрите на режимите на рязане в зависимост от дадения размер.

Докладът се публикува във връзка с резултатите от изпълнение на дейностите по проект № НИП2025-18/25.02.2025г. „Иновативни технологии и инструментална екипировка в машиностроенето“.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Aleksandrova, I.S., Technologies for finishing processing in mechanical engineering. University Publishing House “V. Aprilov”, Gabrovo, 2013
- [2] Andonov, I., Workability. Avangard Prima, Sofia, 2012
- [3] Bratan, S., Novikov, P., Sidorov, D., . Theory of cutting. Practicum. SevNTU Publishing House, Sevastopol, 2010.
- [4] Toenshoff, H.K., B. Denkena. Basics of Cutting and Abrasive Processes. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 2013.
- [5] Aleksandrova, I.S., Cutting of the materials. University Publishing House “V. Aprilov”, Gabrovo, 2015.
- [6] Radev, Hr., Research into the process of forming internal threads. Phd disertation, Gabrovo, 2025.
- [7] Howard, R.L. Diamond roller dresser. Machinery and production engineering,
- [8] Nankov, M., General theory and practice of grinding with abrasive discs. IC "Krug" Ltd., Varna, 1999.
- [9] Baseri, H., S M. Rezaei, A. Rahimi, M. Saadat. Analysis of the disc dressing effects on grinding performance - part 1: Simulation of the disc dressed wheel surface. Machining Science and Technology, 2008, Vol. 12, No 2, 183–196
- [10] Malkin, S., I. Guo. Grinding technology. Theory and application of Machining with Abrasives. Industrial Press Inc, New York, 2008.
- [11] Gorchakova, S.A., V.A. Kilin, V.V. Tarasov. Cutting processing. Plague. Mr. University, Vladivostok, 2006.
- [12] Maksoud, T. M. A., M. R. Atia. Review of Intelligent Grinding and Dressing Operations. Machining Science and Technology, 2004, Vol. 8, No. 2, 263–276.
- [13] Yashteritsyn, P.I., E.Z. Feldstein, M.A. Korniewicz. Teoriya rezaniya, Minsk 000 "New Knowledge", Moscow. 2007.
- [14] Catalogue. Polycrystalline diamond dressers. ASAHI Diamond.
- [15] . Catalogue. Diamond roller dressers. ASAHI Diamond.
- [16] Catalogue. Diamond & CBN Sriding wheels. Catalogue. ASAHI Diamond.
- [17] Company catalog NORMAC 2012
- [18] Company catalog Tyrolit 2022
- [19] Company catalog Molemab 2020
- [20] Catalogue. Abrasive tools. Product catalogue. ANDRE Abrasive articles.