



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

195610

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.²

B 24 D 5/04

/22/ Přihlášeno 30 03 78
/21/ /PV 2016-78/

(40) Zveřejněno 31 05 79

(45) Vydáno 15 04 82

(75)

Autor vynálezu

ROSBERG FRANTIŠEK ing. a HOUŠA JAROMÍR ing. CSc., PRAHA

(54) Způsob vyztužování brousícího kotouče

I

Vynález se týká způsobu vyztužování brousícího kotouče s vysokou odolností proti roztržení, vhodného zejména pro použití na rychlostních brousících strojích s velmi vysokou řeznou rychlostí broušení.

S rozvojem rychlostního broušení, tzn. broušení řeznou rychlostí brousícího kotouče 60 m/s a více, jsou kladeny stále vyšší nároky na odolnost brousících kotoučů proti roztržení. Napjatost brousících kotoučů roste při rotaci s druhou mocninou jejich obvodové rychlosti, takže odolnost kotoučů proti roztržení patří mezi hlavní limitující faktory dalšího zvyšování řezné rychlosti broušení. Jestliže kritické napětí /u běžných rotujících kotoučů válečového tvaru se jedná o tečné napětí na vnitřním obvodu kotouče/, vznikající při rotaci, překročí mez pevnosti materiálu, použitého pro výrobu brousícího kotouče, dojde pochopitelně k roztržení brousícího kotouče, čímž se nejen úplně přeruší funkce brousícího stroje, ale v důsledku velké kinetické energie vzniklých úlomků dojde také k poškození brousícího stroje a k velmi vážnému ohrožení bezpečnosti obsluhujících pracovníků, v řadě případů při roztržení brousícího kotouče dojde i ke smrtelnému zranění obsluhujícího pracovníka. Odolnost brousících kotoučů proti roztržení závisí především na pevnosti materiálu a pojiv, které jsou použity pro jejich výrobu.

Pevnost pojiv /i nově vyvíjených/ má však s ohledem na požadované funkční vlastnosti brousících kotoučů určitou praktickou mez, kterou nelze překročit a v důsledku toho by vlastně nebylo možno pokračovat v dalším

2

rozvoji progresivní technologie rychlostního broušení.

V současné době se situace ve vývoji pojiv rychlostních brousících kotoučů ustálila natolik, že je možno říci, že brousící kotouče s keramickým pojivem jsou provozně použitelné do obvodové rychlosti 60 až 80 m/s a brousící kotouče s pryskyřičným pojivem jsou použitelné do obvodové rychlosti 80 až 100 m/s. Vzhledem k takto vytvořené hranici 100 m/s je tedy pochopitelné, že byly hledány další způsoby a postupy, jak zvýšit odolnost brousících kotoučů proti roztržení. Vznikla nová kategorie mechanicky vyztužovaných brousících kotoučů, které je možno rozdělit do dvou skupin podle způsobu upínání a broušení. Do první skupiny patří brousící kotouče, které brousí svou vnější válcovou nebo tvarovou plochou a jsou upínány tradičním způsobem za vnitřní část kotouče.

Mezi technicky a funkčně nejvýznamnější je nutno zařadit brousící kotouče vyztužené skelnými vlákny a tkaninou, brousící kotouče bez otvoru, brousící kotouče zesílené v oblasti upínacího otvoru, brousící kotouče s kuželovou upínací ploškou v oblasti upínacího otvoru, brousící kotouče s vlepeným kovovým kroužkem do středového otvoru a nakonec novou konstrukcí brousícího kotouče s nalepenými bočními kovovými prstenci.

Nevýhody dosud známých konstrukcí vyztužených brousících kotoučů první skupiny, tzn. využití brousících kotoučů se skelnými vlákny a tkaninou pouze pro hrubovací broušení, nutnost speciálních brousících strojů pro využití brousících kotoučů bez

otvoru, pouze velmi malé šířky brousicích kotoučů zesílených v oblasti upínacího otvoru a rovněž brousicích kotoučů s kuželovou upínací ploškou a nakonec výrobně obtížné zajištění jednoznačného vyztužujícího účinku u brousicích kotoučů s vlepeným kovovým kroužkem, byly v podstatě odstraněny novou konstrukcí kotouče s nalepenými bočními kovovými prstenci. Společnou trvalou nevýhodou vyztužených brousicích kotoučů první skupiny včetně brousicích kotoučů s nalepenými bočními kovovými prstenci je však poměrně malé zvýšení odolnosti těchto brousicích kotoučů proti roztržení, které prakticky nepřesáhne reálně využitelnou hodnotu 25 %. Do druhé skupiny patří brousicí kotouče, které brousí svou vnitřní válcovou nebo tvarovou plochou a jsou naopak upínány za vnější obvod.

Tato skupina brousicích kotoučů je podrobně popsána např. v čl. autorském osvědčení č. 163 513, avšak přes řadu nesporných výhod jsou tyto brousicí kotouče v praxi použitelné pouze na velmi málo rozšířených speciálně konstruovaných brousicích strojích pro okružní broušení. V souhrnu je tedy možno konstatovat, že u široce využitelných brousicích kotoučů s vnější funkční plochou je vyztužující účinek dosavadních způsobů vyztužování poměrně malý, zatímco u brousicích kotoučů s vnitřní funkční plochou je sice vyztužující účinek mimořádně velký, ale rozsah jejich využití v praxi je velmi úzký a specializovaný.

Uvedené nedostatky jsou z velké části odstraněny způsobem vyztužování brousicích kotoučů podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že boční prstence, přilepené prostřednictvím lepicích vrstev na obě boční stěny upínací části brousicích kotoučů mají při lepení teplotu vyšší než 100 °C a k jejich ochlazení dojde teprve po vytvrzení a stabilizaci lepicích vrstev.

Způsob vyztužování brousicích kotoučů podle vynálezu přináší oproti popsanému současnému stavu techniky řadu výhod. Jako základní výhody je nutno především uvést jednoduchý a spolehlivý způsob vyztužení, snížení množství vzniklých úlomků v případě eventuální havárie brousicích kotouče a dobré předpoklady pro rychlou a hlavně širokou realizaci v provozních podmínkách.

Další, podstatnou předností je značně vyšší odolnost brousicích kotoučů proti roztržení, než je odolnost všech dosud známých vyztužených brousicích kotoučů, zařazených v popisu současného stavu do první skupiny. Tato zásadní a nová vlastnost umožňuje použití brousicích kotoučů podle vynálezu v těch praktických aplikacích, které dosud nebylo možno zajistit jiným způsobem. Lze tedy konstatovat, že předmětem vynálezu se vytváří nová vyšší hranice maximální řezné rychlosti broušení, prakticky použitelné na rychlostních brousicích strojích.

Příkladné provedení způsobu vyztužování brousicích kotoučů podle vynálezu je znázorněno na připojených výkresech, kde obr. 1 představuje celkový boční pohled na vyztužený brousicí kotouč, obr. 2 představuje příčný řez vyztuženým brousicím kotoučem a obr. 3 graficky zachycuje rozložení napjatosti ve vyztuženém brousicím kotouči s nalepenými bočními prstenci bez jakéhokoli předepnutí a ve srovnání s tím rozložení napjatosti v brousicím kotouči, zhotoveném podle předmětného způsobu vyztužování.

Jak vyplývá z připojených obrázků, je konstrukce předmětného způsobu vyztužování brousicích kotoučů velmi jednoduchá. Na běžný brousicí kotouč 1 s otvorem, jehož vnitřní poloměr je R_1 a vnější poloměr je

R_2 , jsou z obou bočních stran přilepeny prostřednictvím lepicích vrstev 2a a 2b tenké boční kovové prstence 3a a 3b tak, že lepicí vrstvou 2a je přilepen boční prstec 3a a lepicí vrstvou 2b je přilepen boční prstec 3b. Při lepení jsou oba boční kovové prstence 3a a 3b ohřáty na teplotu vyšší než 100 °C a tato jejich teplota je udržována tak dlouho, dokud nenastane vytvrzení lepicích vrstev 2a a 2b a jejich dokonalá stabilizace vůči brousicímu kotouči 1 a bočním kovovým prstencům 3a a 3b. Teprve potom vychladne vyztužený brousicí kotouč jako celek na běžnou teplotu okolí. Tímto postupem vznikne v brousicím kotouči 1 předpětí, jehož účinek bude popsán v další části přihlášky vynálezu.

Abyste zůstala pracovní část brousicích kotoučů 1 volná pro vlastní pracovní činnost, tzn. pro broušení, mají boční prstence 3a a 3b menší vnější poloměr R_3 , než je vnější poloměr R_2 brousicích kotoučů 1. Vnější poloměr R_3 bočních prstenců 3a a 3b je však účelně zvolit co největší a proto se poloměr R_3 právě rovná poloměru úplně opotřeбенého brousicích kotoučů 1, který již nelze použít pro další broušení. Materiál bočních kovových prstenců 3a a 3b musí být zvolen tak, aby splňoval podmínku, že poloměr mezi měrnou hmotností ρ vyztuženého materiálu a modulem pružnosti E v tahu E vyztuženého materiálu je menší nebo se nejvýše rovná hodnotě $3,83 \times 10^{-8} [m^{-2}.s^2]$, přičemž z hlediska celkového vyztužujícího účinku by tento poměr $\frac{1}{\rho}$ měl být co nejmenší /v tomto smyslu je proto např. silumin výhodnější než konstrukční ocel/.

Při ochlazení bočních kovových prstenců 3a a 3b dojde k jejich smršťování a k posunu jejich jednotlivých elementárních částí směrem do středu. Vzhledem k tomu, že boční kovové prstence 3a a 3b jsou již při chlazení pevně spojeny prostřednictvím lepicích vrstev 2a a 2b s brousicím kotoučem 1, dojde ke smršťování a posuvu směrem do středu také celého brousicích kotouče 1. Tím se vytvoří v brousicím kotouči 1 počáteční předpětí, jehož průběh je schematicky znázorněn na obr. 3 - část a/. Tečné předpětí σ_t má přitom zápornou hodnotu a radiální předpětí σ_r má hodnotu kladnou, což znamená, že smysl tečného předpětí σ_t je opačný než smysl běžného tečného napětí σ_t , vznikajícího při rotaci brousicích kotoučů 1, zatímco smysl radiálního předpětí σ_r je shodný se smyslem běžně vznikajícího radiálního napětí σ_r za rotace.

Velikost vzniklého počátečního tečného a radiálního předpětí σ_t a σ_r závisí jednak na materiálu bočních kovových prstenců 3a a 3b a na poddajnosti lepicích vrstev 2a a 2b, ale hlavně na teplotě bočních kovových prstenců 3a a 3b, za které jsou tyto boční prstence 3a a 3b ochlazovány. Vzniklý stav napjatosti se řídí zákony pružnosti a pevnosti, jako je tomu rovněž při rotaci vyztuženého brousicích kotouče 1. Platí tedy pro oba případy zákon superpozice napětí a deformací, čímž se velmi zjednoduší další popis vznikajících napětí v brousicím kotouči 1. K počátečnímu předpětí, které vzniklo před rotací brousicích kotoučů 1, lze totiž jednoduše připočítat napětí od rotace.

Jednotlivá napětí jsou přitom znázorněna na obr. 3 - část b/. Čárkované křivky zachycují průběh radiálního a tečného napětí σ_r a σ_t v případě, že brousicí kotouč 1 je volný a není žádným způsobem vyztužen. Tečkované křivky zachycují průběh radiálního a tečného napětí σ_r a σ_t ve vyztuženém brousicím kotouči 1 s nalepenými bočními kovovými prstenci 3a a 3b, jestliže počáteční předpětí je nulové /tzn. že boční

kovové prstence 3a a 3b byly nalepeny za studena/. Ke snížení tečného napětí v brousicím kotouči 1 z hodnoty σ_t na hodnotu σ'_t došlo proto, že boční kovové prstence 3a a 3b, které jsou pevně nalepeny na brousicím kotouči 1 a při rotaci se s tímto brousicím kotoučem 1 deformují společně, způsobily celkově menší deformaci brousicího kotouče 1, než by vznikla v brousicím kotouči stejného rozměru, který by byl volný.

Popsaný vyztužující účinek bočních kovových prstenců 3a a 3b je pochopitelně zachován pro ten případ, kdy za klidu před rotací bylo v brousicím kotouči 1 vytvořeno určité předpětí. Průběh napětí v předmětném předepnutém brousicím kotouči 1 je pak znázorněn plnými křivkami na obr. 3 - část b/, přičemž hodnoty výsledného tečného a radiálního napětí σ_{tv} a σ_{rv} vznikly součtem napětí σ_t a σ_r a předpětí σ'_t a σ'_r . Z průběhu výsledných napětí σ_{tv} a σ_{rv} je vidět, že vyvozeným počátečním předpětím se dále snížilo tečné napětí, zatímco radiální napětí ještě vzrostlo. Obě výsledná napětí σ_{tv} a σ_{rv} se proto navzájem přibližují, což svědčí o tom, že napjatost v předmětném brousicím kotouči 1 je velmi dobře rozložena a že tímto způsobem se tedy velmi dobře využívá pevnosti materiálu brousicího kotouče 1.

Vzhledem k tomu, že o odolnosti proti

roztržení rozhoduje maximální hodnota hlavního napětí, tzn. buď maximální hodnota tečného napětí, nebo maximální hodnota napětí radiálního, nemá praktický význam další zvětšování předpětí za klidu do takové míry, až by maximální hodnota tečného napětí $\sigma_{tv \max}$ klesla pod maximální hodnotu napětí radiálního $\sigma_{rv \max}$. Zvýšení odolnosti předmětného předepnutého brousicího kotouče 1 proti roztržení lze tedy, s ohledem na označení na obr. 3 - část b/, vyjádřit následujícím jednoduchým matematickým vztahem

$$\alpha_v = \left(\sqrt{\frac{\sigma_{tv \max}}{\sigma_{rv \max}}} - 1 \right) \times 100 \%$$

který udává procentuální zvýšení dovolené obvodové rychlosti předepnutého brousicího kotouče 1.

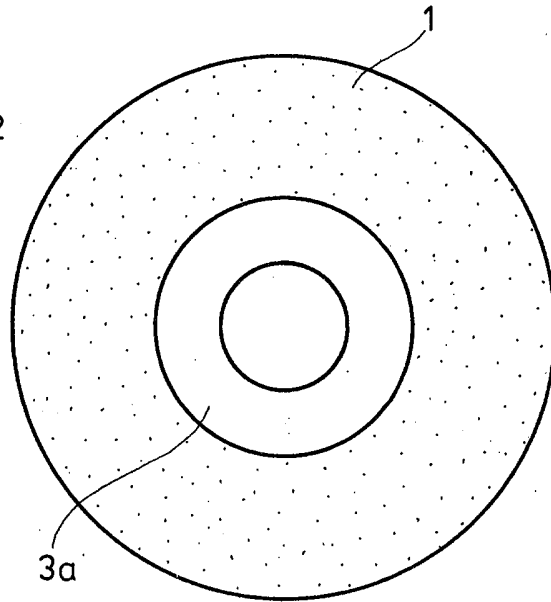
O hodnotu α_v v procentech lze tedy u předepnutého brousicího kotouče 1 podle vlnázeu zvýšit dovolenou obvodovou rychlost oproti nevyztuženému brousicímu kotouči, aniž by došlo ke změně pevnostních vlastností brusiva nebo pojiva obou srovnávaných brousicích kotoučů. Při optimální konstrukci a vhodné volbě velikosti počátečního předpětí lze očekávat zvýšení odolnosti předmětného předepnutého brousicího kotouče 1 proti roztržení nejméně o 40 %.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

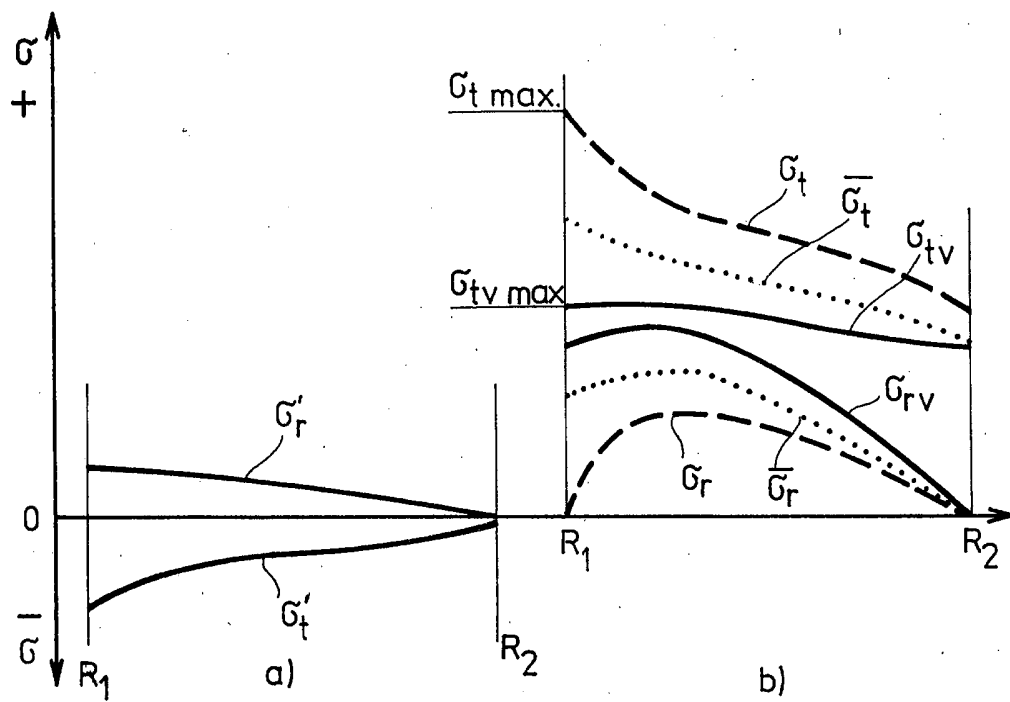
Způsob vyztužování brousicího kotouče, vyznačený tím, že boční prstence /3a/ a /3b/, přilepené prostřednictvím lepicích vrstev /2a/ a /2b/ na obě boční stěny upínací čás-

ti brousicího kotouče /1/, mají při lepení teplotu vyšší než 100 °C a k jejich ochlazení dojde teprve po vytvrzení a stabilizaci lepicích vrstev /2a, 2b/

1 list výkresů



Obr. 1



Obr. 3