

MODERNÍ KONCEPTY MAZÁNÍ PRO POUŽITÍ V NÁROČNÝCH KOVÁŘSKÝCH TECHNOLOGIÍCH

Helge Hartwig¹, Helmut Seidel¹, Bohuslav Mašek²⁺³

¹ *Fuchs LUBRITECH GmbH, Hans-Reiner Str. 7-13, 67685 Weilerbach, Německo, helge.hartwig@fuchs-lubritech.de, helmut.seidel@fuchs-lubritech.de*

² *FORTECH – Západočeská Univerzita v Plzni
Univerzitní 22, 306 14 Plzeň, ČR, masekb@kmm.zcu.cz*

³ *TU Chemnitz, LWM
Erfenschlager Str. 73, 09125, Chemnitz, DE, masekb@kmm.zcu.cz*

Abstrakt

Maziva pro zápustkové kování a jejich technika nanášení mají rozhodující vliv na kvalitu a náklady výkovků, na spolehlivost, produktivitu i na ekologičnost procesu kování. Maziva musí být optimálně koncipována tak, aby byla za specifických podmínek procesu mezi polotovarem a nástrojem zabezpečena jejich co největší účinnost. Příspěvek ukazuje, jak mohou být snižovány výrobní náklady při sladění vysoce výkonných maziv a jejich optimálního nanášení. Zároveň je uveden příklad moderních konceptů mazání pro náročné technologie zápustkového kování.

Abstract

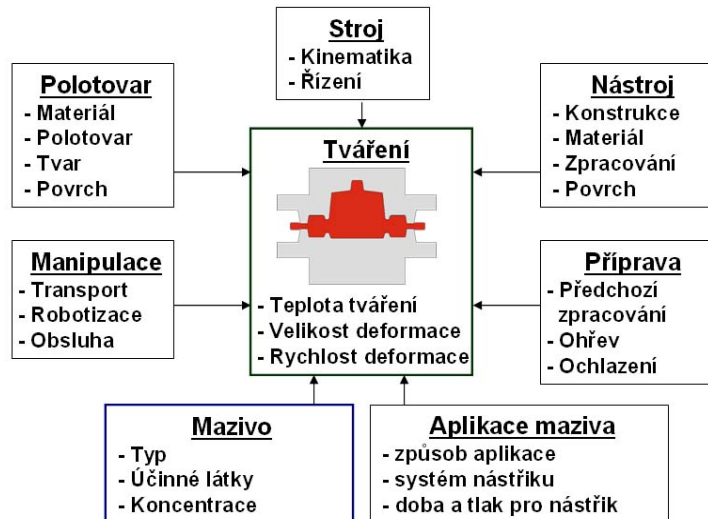
Die lubricants and the techniques to apply them essentially influence quality and costs of forged components and reliability, productivity and environmental acceptance of forging processes. The lubricants have to be optimally designed to show their full efficiency under the specific contact conditions between die and workpiece. It is shown how the production costs can be reduced through an optimized use of efficient lubricants and application techniques. Selected examples for progressive lubrication concepts in challenging forging processes are given.

1. MAZIVA PRO ZÁPUSTKOVÉ KOVÁNÍ JAKO DŮLEŽITÁ SLOŽKA PROCESU

Moderní kovárenské procesy umožňující výrobu tvarově náročných zápustkových výkovků vyžadují optimální sladění veškerých vlivů a parametrů procesu tváření. Neustálou optimalizací výroby a používání stále pevnějších materiálů rostou požadavky na proces tváření tak, že se nachází mnohdy na samé hranici svých možností. Velmi často dochází k téměř úplnému vyčerpání možností, které technologie poskytuje. To platí i pro maziva používaná při zápustkovém kování i pro jejich techniku nanášení. Je známo, že tyto složky technologického procesu mohou značně ovlivňovat kvalitu a hospodárnost procesu kování a navíc mohou mít i výrazný vliv na ekologii.

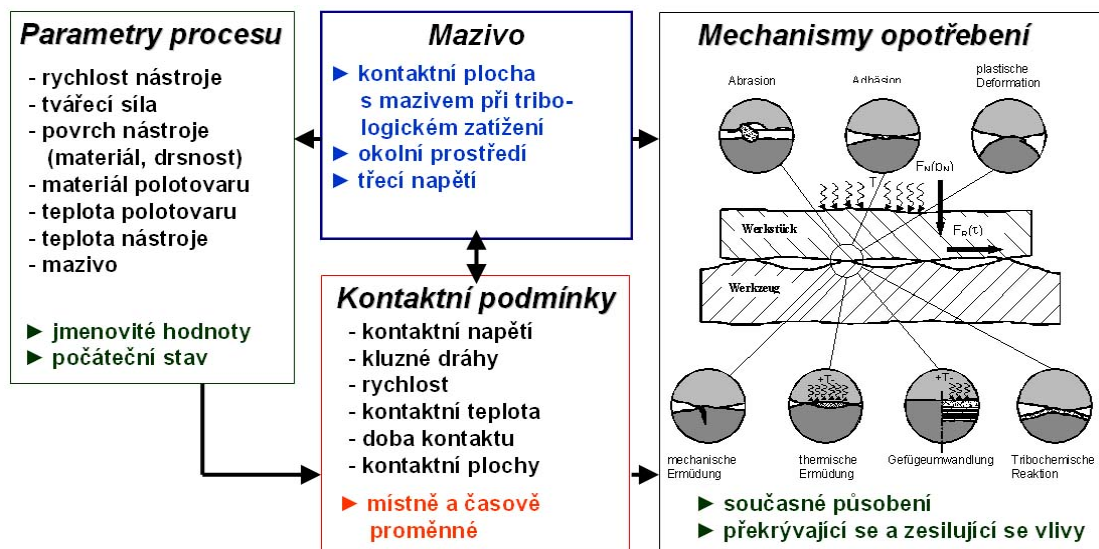
Pouhé použití vynikajících maziv nemůže zpravidla nahradit ostatní nedostatky v technologickém procesu. Pozitivní efekt dobrého maziva se projeví teprve tehdy, pokud je dosaženo optimálního souladu mezi vlastní technologií a výrobní technikou. K tomu dojít

pouze tehdy když veškeré podmínky optimálně odpovídají možnostem maziva (Obr. 1). I když je návrh maziv prováděn cíleně s ohledem na podmínky procesu, existují jistá omezení, jako je např. reakční teplota, schopnost přenášení kontaktního tlaku nebo teplotní stability. Všechny parametry procesu ovlivňují kontaktní podmínky a tím proces tření a opotřebení. Pomocí maziv lze účinně ovlivňovat kontaktní podmínky a tím zlepšovat proces kování.



Obr. 1. Souhrn vlivů ovlivňující proces kování

Vedle markantních kroků je při kování pouze několik málo měřitelných veličin. Při tom se jedná zpravidla pouze o jmenovité hodnoty nebo hodnoty počátečního stavu. Tyto hodnoty se však zpravidla v procesu výrazně mění. Proto se posouzení kontaktních a třecích podmínek při tvářeni velmi často využívá pouze projevů abrazivního opotřebení. K abrazivnímu opotřebení přispívá ale řada mechanismů opotřebení, které působí současně a jejich působení se překrývá, a tím dochází k urychlování abraze [1]. Rozhodující působení na tření a na opotřebení mají skutečné kontaktní podmínky. K nim patří vedle chemického složení materiálu rovněž drsnost ploch nástroje a polotovaru, kontaktní napětí, délka kluzných drah, rychlost vzájemného pohybu kontaktních ploch, jejich teplota a doba jejich

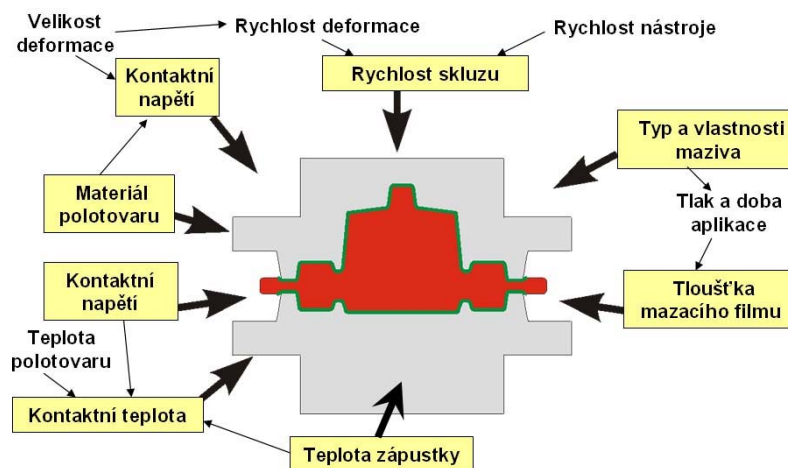


Obr. 2. Vztah mezi parametry procesu, kontaktními podmínkami, mazivem a opotřebením v průběhu procesu kování

kontaktu. Kontaktní podmínky jsou při procesu kování časově proměnné a závislé na konkrétním místě zápustky. Proto je nutné aby maziva pro zápustkové kování dokázala zabezpečit dobré podmínky v celém rozsahu intervalu parametrů dané technologie.

Za vzájemného působení maziva, zápustky a polotovaru dochází k ovlivňování kontaktních ploch. Vedle hlavního cíle, kterým je oddělení kovových ploch od sebe v průběhu procesu je snaha i snižovat třecí napětí (Obr. 2).

Účinnost maziv je závislá na kontaktních podmínkách (Obr. 3). Z těch vyplývají požadavky na reaktivní schopnost, na schopnost přenášet vysoké tlaky a na termickou stabilitu. Mnohostrannost a vysoká variabilita požadavků v technologiích tváření neumožňuje aby bylo možno pokrýt všechny procesy univerzálním mazivem. Pro optimální řešení je potřeba využít cílenou modifikaci maziva a jeho správný výběr, včetně jeho eventuelního dalšího zdokonalování. V případech velmi složitých aplikací je vhodné provést i optimalizaci a vývoj maziva, které bude optimalizováno cíleně pouze na vybranou technologii kování. Takovýto proces předpokládá přímou spolupráci s výrobním podnikem a jeho kovářskými odborníky.



Obr. 3. Faktory ovlivňující účinnost mazacího procesu při zápustkovém kování

Vedle zabezpečení tvářecího procesu musí moderní mazivo splňovat podmínky jako jsou hospodárnost, a řadu dalších aspektů, včetně ekologických (Obr. 4). Vysoké nároky je možné plnit stále častěji pouze s použitím moderních vysoce výkonných maziv pro zápustkové kování, která jsou koncipována na vodní bázi.

1. VLIV MAZIV PRO ZÁPUSTKOVÉ KOVÁNÍ NA VÝŠI NÁKLADŮ

Optimalizace výrobních procesů vytváří stále vyšší požadavky nejen na výkovky a i na samotné procesy kování. Přehled o nákladech na výrobu by měl být samozřejmou součástí každého výrobního procesu. U komplexních a složitých výkovků lze dosáhnout dobré cenové hladiny. Naopak u jednoduchých výrobků nelze předpokládat v oblasti střední Evropy vyšší zisky. V těchto souvislostech je nutno vidět nákladové položky spojené s výkonnými mazivy a s investicemi do zařízení pro aplikaci maziva. V moderních konceptech mazání vytváří vysoce výkonná maziva a jejich procesu uzpůsobená aplikace důležitý celek.

Působení maziv při zápustkovém kování ovlivňuje celkové náklady na výrobu součástí i tím, že umožňuje snížení nákladů následných výrobních operací. Například snížení nebezpečí nárůstků v zápustce snižuje riziko nutnosti zvýšení mechanického opracování. Navíc musí být nárůstky v zápustce složitým a nákladným způsobem odstraňovány.

Automatizací nanášení maziva můžou být náklady snižovány nejen nepřímo, ale i přímo. Toto lze dosáhnout díky zvýšení produktivity, zvýšení životnosti zápustek, zvýšení stability

výrobního procesu a možnosti opakovaného použití maziva na vodní bázi technikou oběhového mazání.



Obr. 4. Požadavky na moderní mazadla

Stupeň mechanizace nebo automatizace při nanášení maziva je zpravidla závislý na počtu kusů, na komplexnosti výkovek, výrobním čase a s ním spojenou problematikou chlazení zápustky. Nanášení stříkáním je samozřejmě daleko produktivnější než ruční nanášení, např. štětcem. Při ručním stříkání probíhá odhad množství a rozdělení maziva při veškerých zkušenostech obsluhy pouze subjektivně. Mazivo je zpravidla nanášeno na kritická místa, čímž může vlastní proces kování zpravidla nerušeně probíhat. Při tom ovšem vzniká nebezpečí, že některé plochy zápustky budou pouze nedostatečně opatřeny vrstvou maziva. Nedostatek maziva může za konkrétních podmínek velmi rychle způsobit lokální abrazi. Na toto zareaguje obsluha zpravidla teprve v momentě, kdy již dojde k výraznějšímu opotřebení. Nestabilní průběh tvářecího procesu především díky delším přerušením kování pak způsobuje snížení výkonu. Narozdíl k tomu při automatické aplikaci maziva dochází k jeho optimálnímu a reprodukovatelnému nanesení. To se týká parametrů jako je množství, vzdálenost, stříkací tlak a úhel nanášení. Tím lze dosáhnout reprodukovatelných podmínek na kontaktních plochách a stabilního stavu funkčních ploch zápustek. Podle počtu výkovek a tvaru dutiny zápustky mohou být zvoleny různé typy aplikace: stříkání se skloněnou pevnou tryskou, stříkání volnou tryskou ovládanou robotem, stříkání při zajíždění a vyjíždění trysky, stříkání v segmentech (zapínání a vypínání jednotlivých trysek v průběhu aplikace), stříkání více tryskami umístěnými na desce.

2. KONCEPTY MAZÁNÍ

Při kování se většinou používá jeden typ maziva. Na základě požadavků bylo vyvinuto velmi široké spektrum maziv. Toto spektrum zahrnuje od jemných dřevěných pilin přes oleje, tuky, pasty, gely, skla, fólie, kluzné laky až po směsi prášků, disperzí a roztoků. Mezi těmito mazivy dominují maziva na vodní bázi, která dosáhla podílu více než 90-ti %. Použití oleje a grafitu se využívá pouze v některých těžkých procesech při protlačování, při tváření oceli a při speciálních procesech tváření mosazi, mědi a hliníkových slitin.

V některých tvářecích procesech v teplotní oblasti pod 800°C se provádí nanášení maziva také na polotovary. To se týká zejména procesu tváření oceli zapolotepla a tváření některých komplikovaných dílů z mosazi.

Maziva pro zápustkové kování bývají z optického pohledu členěna na tzv. černá a bílá. Hlavní účinnou látkou u černých maziv je grafit, který má v širokém rozsahu teplot vynikající

mazací a oddělovací schopnost. Grafit je teplotně stabilní, jeho rozpad za vysokých teplot probíhá velmi definovaně. Jeho nízký koeficient tření lze využít v mnoha kováčích procesech. Zejména působí na dobré vyplnění gravury zápusťky a na snižování opotřebení při vysokém zatížení. Vodou rozpustná maziva obsahující grafit jsou používána v dispersní podobě. Ve specifické podobě u zákazníka musí být proto udržována stálým mícháním.

Použití vodou rozpustných, olejových a bezgrafitových maziv pro tváření se v poslední době značně rozšiřuje. Hlavní podíly těchto světlých nebo také transparentních maziv jsou různé anorganicko-organické sloučeniny. Co se týče jejich mazací a oddělovací schopnosti vykazují zástupci této skupiny velmi rozdílné chování. Bezgrafitová maziva jsou nejčastěji v podobě roztoků. Vedle optické čistoty mají své další přednosti především v tom, že nesedimentují v míchacích zařízeních a v potrubí. Také nebezpečí ucpávání trysek je daleko nižší. Rovněž čištění tvářecích nástrojů není tak náročné. Tyto roztoky mají předpoklady pro vícenásobné použití přebytku maziva při oběhovém způsobu mazání. Efektivní nasazení tzv. bílých maziv předpokládá velmi důkladnou aplikaci a lze ho úspěšně použít pouze při optimálním návrhu systému mazivo-aplikační technologie.

3. PŘÍKLADY MODERNÍCH TRIBOLOGICKÝCH KONCEPTŮ

3.1 Bezplamenné kování na bucharech

Díky poloautomatickému nanášení bezgrafitových maziv bylo možno v řadě případů nahradit při zápusťkovém kování použití oleje a pilin. To bylo podmíněno tím, že před kování bylo vyřešeno odstranění okují z polotovaru tlakovou vodou. Kování probíhá nyní zcela bez plamenů a bez uvolňování kouře. Tím bylo dosaženo podstatného zlepšení podmínek pracovního prostředí. Zároveň se snížilo i teplotní zatížení působící na obsluhu. Nedochází rovněž k emisím uhlovodíků a došlo i ke značnému snížení množství poléťavého prachu v kovárně. Zároveň bylo omezeno namáhání zápusťek a zvýšila se i povrchová kvalita výkovku.

3.2 Tváření oceli za polotepla

Při tváření oceli zapolotepla se používají maziva s obsahem grafitu i maziva bezgrafitická, bez obsahu olejů na vodní bázi. Exponenciálně přibývá aplikací kování vnějších kroužků pro těleso dvojitého kardanového kloubu. Z důvodu vysokého počtu vyráběných kusů a relativně vysokého počtu tvářecích operací je zatížení maziva velmi vysoké. V mnoha případech bývá přebytečné mazivo jímáno, čištěno a po úpravě dále používáno. Grafitová maziva nabízejí sice lepší předpoklady pro takovéto procesy oběhového mazání, avšak v poslední době se objevují nové hospodárné procesy využívající speciálně modifikovaná grafitická maziva. Při použití bezgrafitových maziv se nelze ve fázi přípravy polotovaru k tváření bez grafitických přípravků při tzv. předgrafitizaci obejít. Rovněž při použití grafitických maziv se předgrafitizace pozitivně projevuje na prodloužení životnosti zápusťek.

3.3 Kování ocelových kroužků větších rozměrů

Větší ocelové kroužky z oceli do velikosti 30 kg mohou být úspěšně kovány za použití grafitických bezolejových maziv. Při původní starší technologii byl grafit nanášen ručně štětkou. Zavedením aplikace grafitového maziva na vodní bázi stříkáním bylo dosaženo zvýšení produktivity při současném zlepšení pracovního prostředí. Při předděrování kroužku dochází k velmi vysokému zatížení nástroje, neboť doba kontaktu je extrémně dlouhá. Tím dochází k přenosu tepla do děrovacího trnu a ten musí být odpovídajícím způsobem chlazen, aby byla dosažena jeho dlouhá životnost a také správná funkce maziva. Smáčivost trnu

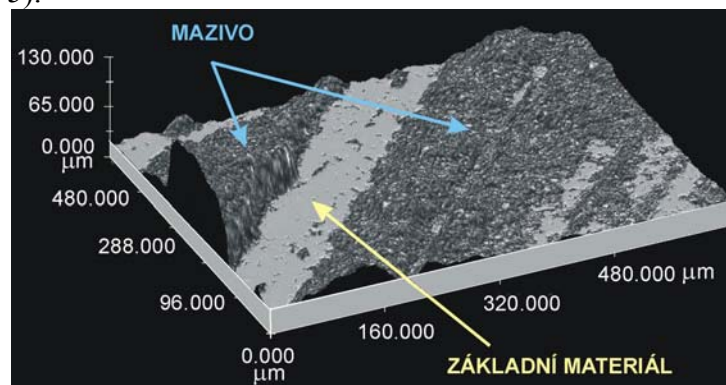
a dobré ulpívání maziva na povrchu probíhá bez větších problémů až do teplot 230°C. Celý proces probíhá plně automaticky.

3.4 Kování velkých turbínových lopatek

Pro kování velkých turbínových lopatek z vysokopevných slitin bylo rozhodující zabezpečit nanesení optimální vrstvy maziva, které má vynikající schopnost oddělování kovových povrchů polotovaru a nástroje. Z důvodu vysokého přetvárného odporu dochází při vyplňování dutiny zápustky k vysokému zatížení povrchových vrstev. Proto jsou používána speciální grafitová maziva na vodní bázi, která jsou schopná přenášet tyto vysoké tlaky.

4. KONTROLA PLOCH S NANESENÝM MAZIVEM

Pro dosažení vysoké efektivity procesu a zároveň dlouhé životnosti zápustek hraje výraznou roli vytvoření rovnoměrné, dobře přilnavé vrstvy maziva na nástroji. Protože vrstva musí od sebe oddělit styčné plochy, snížit tření a zabezpečit ostatní parametry procesu záleží i na její morfologii a struktuře. V praxi je toto zpravidla podceňováno a pokud je vůbec kvalita vrstvy posuzována, tak pouze subjektivně optickou kontrolou. Jednou ze zcela nových metod, která dokáže dát přesný přehled o morfologii vrstvy maziva je konfokální laserová mikroskopie [2]. Ta umožňuje změřit a zobrazit přesný reliéf povrchů. S její pomocí lze jednoduchým způsobem detailně odhalit nedostatky v nanášení maziv a zjistit důvody, proč k nim dochází (Obr. 5).



Obr. 5. Příklad detailu morfologie vrstvy maziva nanesené jednosměrně štětcem v jedné vrstvě

5. ZÁVĚR

Vývoj v oblasti maziv a techniky jejich nanášení zaznamenal v poslední době značný vývoj prakticky ve všech oblastech technologií tváření. Neustále se ukazuje, že teprve při optimálním sladění všech parametrů procesu lze plně využít potenciál tribologických procesů, a tím dosáhnout vysoké efektivity a hospodárnosti výroby. Vedle zdokonalování maziv a celých tribologických systémů je kladen důraz i na optimální techniku nanášení maziv. V neposlední řadě je v souladu s komplexními požadavky na tribologii řešena i otázka pracovního prostředí a ekologie. I v této oblasti byl zaznamenán v poslední době výrazný pokrok.

LITERATURA

- [1] HARTWIG, H.: Verschleiß an Werkzeugen der Massivumformung. Bericht, Forschungsvereinigung Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, 2004.
- [2] Mašek, B.; Staňková, H.; Skálová, L.: Laserová konfokální mikroskopie nově ve Výzkumném centru tvářecích technologií FORTECH v Plzni, Kovárenství, únor 2007/29, 2007.