

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Prášková metalurgie (PM)

Technologický postup, výhody a nevýhody PM

PM umožňuje vyrábět materiály z práškových směsí. Technologický postup se skládá z těchto etap :

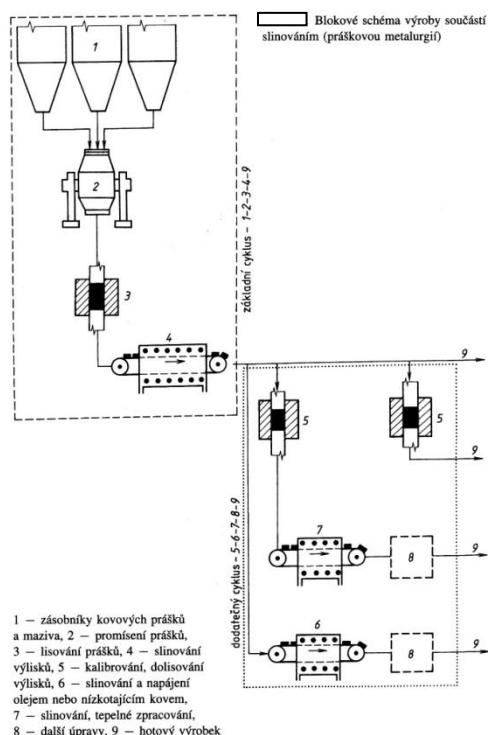
- 1) Výroba a úprava prášků
- 2) Lisování prášků
- 3) Slinování (spékání) prášků
- 4) Tváření (kalibrování, dolisování)

Výhody PM : - možnost spojovat kovy s nekovy i materiály, které jsou v roztaveném stavu neslučitelné

- možnost vyrobit kovy nebo slitiny s velkým stupněm čistoty
 - možnost vyrobit kovy nebo slitiny s přesným chemickým složením, tím získáme požadované mechanické a fyzikální vlastnosti
 - možnost vyrobit kovy nebo slitiny s požadovanou strukturou (hutnou nebo pórovitou)
- možnost vyrábět tvarově složité součásti s velkou rozměrovou přesností

Nevýhody PM : - vysoká pořizovací cena lisovacích nástrojů

- menší hutnost než u odlitků
- nemůžou se vyrábět příliš členité součásti, zejména do směru, který je kolmý k působící síle, protože tlak v prášku se nešíří všemi směry stejně



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Výroba a úprava prášků

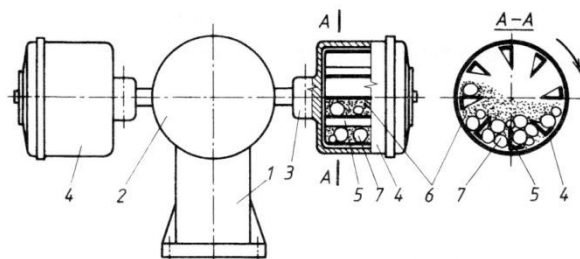
Prášky vyrábíme těmito základními způsoby : - **fyzikální metodou**
- **chemickou metodou**
- **elektrochemickou metodou**

Fyzikální metoda

Mezi tyto metody řadíme:

- a) **drčení a mletí** – které se provádí v mlýnech. Nejznámějšími mlýny je mlýn kulový, kde se buben otáčí na gumových válcích takovou rychlostí, aby kalené koule umístěny uvnitř mlýnu, nebyly unášeny odstředivou silou, ale jen zvedány a přehazovány. Dalším mlýnem je mlýn planetový, kdy se úderová energie reguluje rychlostí otáčení mlecích nádrží (planet). Posledním typem mlýnu je mlýn vířivý, který materiál rozmělní nárazem na ramena vrtulí, které se otáčejí proti sobě velkou rychlostí.

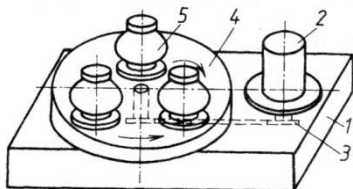
Obr. kulový mlýn



☐ Kulový mlýn

1 – stojan, 2 – motor, 3 – ložisko s držákem, 4 – mlecí bubny, 5 – vestavba k vytváření kulového deště, 6 – melivo, 7 – mlecí koule

Obr. planetový mlýn

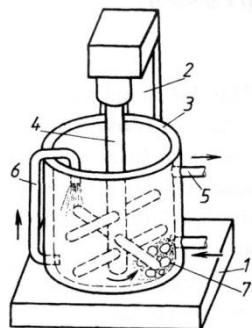


☐ Planetový mlecí mlýn

1 – základová deska, 2 – motor se změnou směru otáčení a otáček,
3 – přenos pohonu, 4 – nosná deska,
5 – mlecí bubny (smysl otáčení opačný k nosné desce)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. vířivý mlýn

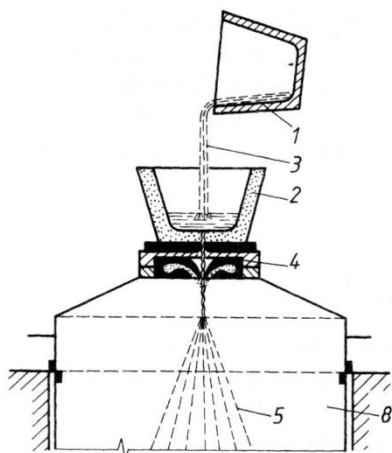


Atritor

- 1 – základová deska, 2 – stojan s náhonem, 3 – mlecí nádrž, 4 – míchací hřídel s míchacími křídly, 5 – oběh chladicí vody, 6 – čerpadlový systém pro mlecí kapalinu, 7 – mlecí koule, melivo, kapalina

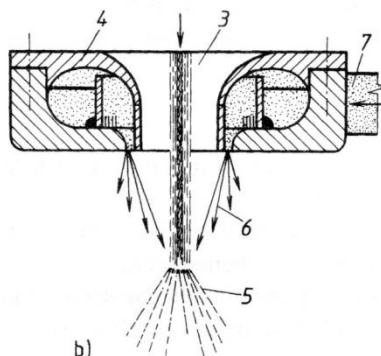
b) **rozprašování** – je to děj, při kterém je tenký proud tekutého kovu strháván velmi rychle proudícím plynem (vzduchem, párou), nebo kapalinou. Vzniklé kapičky kovu padají do jímký s vodou.

Obr. rozprašování



a) Zařízení k výrobě prášku dýzou

a) princip dýzového zařízení, b) řez dýzovým systémem



- 1 – pánev s taveninou, 2 – keramikou vykládaná nálevka, 3 – tekutý proud kovu, 4 – dýza, 5 – rozprašený kovový proud do nádrčky, 6 – směr proudícího plynu z dýzy, 7 – přívod media (plynu) do dýzy, 8 – nádrčka



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- c) **kondenzace** – je to proces, který se provádí pouze u materiálu s nízkým bodem tání. Podstata spočívá v přeměně prášku na páru, kterou pak vháníme netečným plynem do místa s nižší teplotou, kde dojde ke kondenzaci páry a k její přeměně na prášek

Chemická metoda

Provádí se pomocí redukce vodíkem nebo uhlíkem. Při redukci vodíkem se mění kysličník na kov za současného uvolňování vodní páry podle rovnice : $\text{MeO} + \text{H}_2 = \text{Me} + \text{H}_2\text{O}$

Redukce uhlíkem se provádí u sloučenin s vysokou tvrdostí a vysokým bodem tání podle rovnice: $\text{MeO} + 2\text{C} = \text{MeC} + \text{CO}$

Elektrochemická metoda

Podstatou této metody je elektrolýza vodných roztoků nebo roztavených solí. Vlivem elektrolýzy dojde k rozpouštění anody, která se vyloučí na katodě ve formě prášku nebo souvislého povlaku, který je křehký a proto ho lze snadno rozmělnit na prášek.

Úprava prášků

Provádí se různými způsoby:

- Žíháním – tento způsob se provádí u prášků, které byly vyráběny v mlýnech, abychom odstranili vnitřní pnutí. Žíhání se provádí v redukční atmosféře, aby se odstranila okysličená vrstva.
- Sušením – provádí se u prášků vyráběných rozprašováním. Sušení se provádí ve vakuových sušárnách. Po vysušení se provádí míchání, třídění a homogenizace aby se dosáhlo stejnorodosti.
- Směšováním – prášky se míchají ve speciálních mísičích s různými přísadami, které usnadňují lisování (stearát zinečnatý), potlačují smršťování (prášková měď) a snižují tření (parafin, glycerin v etylalkoholu-tyto směsi se používají pouze u tvrdých prášků a dají se dodatečně z prášků odstranit).

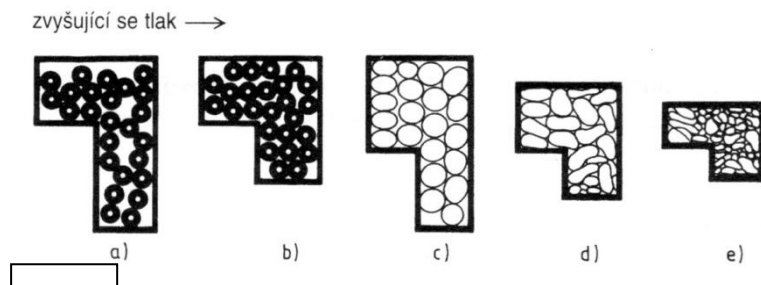
Lisování prášků

Lisováním získá materiál požadovaný tvar. Při lisování nastává několik fází:

- Seskupení** - nastává přemísťování částic prášků přes sebe vlivem působící síly a tím dojde ke zmenšení volného prostoru mezi jednotlivými prášky.
- Deformace** - dochází ke zvětšení stykových ploch mezi jednotlivými prášky jako důsledek plastické deformace prášku. Tím se zvětší přilnavost v místě styky prášků a dojde k tzv. svaření za studena
- Změna objemu** - dalším působením síly dojde ke změně objemu pórů, který se zmenšuje zatím co objemový podíl prášku se zvětšuje. Podle objemového podílu póru a objemového podílu prášku se určuje lisovatelnost prášku. (Čím je méně pórů, tím je lisovatelnost lepší.)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

obr. Znázornění postupu lisování



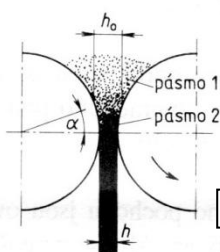
Obr. 9.6. Modelové znázornění lisovacího postupu při zvyšujícím se tlaku

a) stav při plnění, b) přemisťování částic, c), d) zhušťování, stlačování a přetváření částic,
e) konečný stav po lisování

Lisování provádíme třemi způsoby:

- Válcováním** – tímto způsobem se zhotovují dlouhé pásy tlusté 0,1 – 1 mm. Podstata spočívá v tom, že se prášek nasype do zásobníku, který je umístěn nad otáčejícími se válci, které unášejí prášek do mezery mezi válci, kde ho zpracují v ohebný, pevný pás, který může plynule probíhat pecí, kde dojde ke zpevnění. Poté nastává obvykle převálcování.
- Vytlačováním** – tímto způsobem se zhotovují tyče a dráty kruhového nebo jiného průřezu nejčastěji z měkkého materiálu (Al, Mg, Ag). Podstata spočívá v nasypání prášku do válce, který má ve dně otvor, kterým se materiál velkým tlakem vytlačuje. Je-li materiál dobře tvárný je vytlačovaná tyč dokonale hutná.

Obr. Válcování



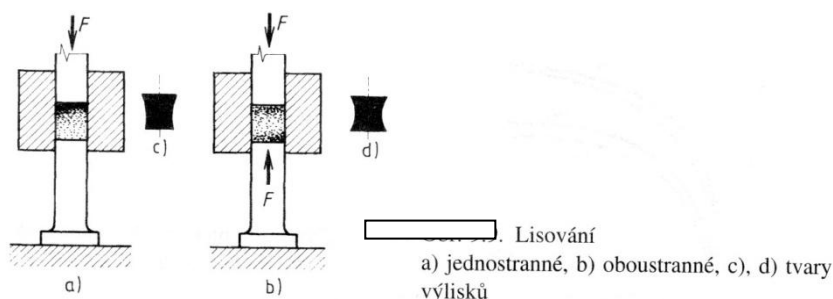
Válcování – prášek ve válcovací mezeře
pásmo 1: nestlačený prášek, pásmo 2: stlačování prášku

- Lisováním** – tímto způsobem se zhotovují různé tvarové součásti. Podstata spočívá ve vyvození velkého tlaku na materiál, který je uložen v lisovacím nástroji. Podle toho z kolika stran je materiál podroben tlaku, rozlišujeme lisování na jednostranné (zhuťnění je nerovnoměrné, největší zhuťnění je pod pístem), oboustranné (zhuťnění je rovnoměrnější, často používaná metoda) a všestranné (zhuťnění je rovnoměrné, prášek je uložen v gumovém pouzdře, který je obklopen kapalinou – využití pascalova zákona).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Obr. Jednostranné lis.

Oboustranné lis.



Spékání (slinování) prášků

Pomocí slinování dosáhnou prášky dalšího zhutnění tepelným zpracováním a tím dosáhnou požadované pevnosti, tvrdosti, tažnosti a jiných vlastností. Při spékání dochází k rekrystalizaci, póry mezi prášky se zmenšují a zaoblují, což se projeví dalším smrštěním a vzrůstáním objemové váhy. Spékání probíhá vždy za teploty nižší, než je teplota tání kovu, obvykle v redukční atmosféře ve vakuu nebo na vzduchu (pouze pro kovy, které jsou chemicky stálé). Zhutnění bude tím větší, čím víc se teplota spékání přiblíží teplotě tavení. Rekrystalizace je proces, při kterém zanikají stará deformovaná zrna a vznikají zrna zcela nová, schopná další plastické deformace.

Materiály vyráběné PM

Materiály s vysokou teplotou tání

Mezi tyto materiály řadíme wolfram, molybden, tantal

Vlastnosti: žárupevnost, žáruvzdornost

Použití: wolfram – svařovací elektrody, vlákna žárovek, elektronky, topná tělesa
Molybden – pro součásti namáhané za vysokých teplot, plechy pro výrobu elektronek, dráty pro topné odpory vys. pecí
Tantal – trubky na chladiče, trysky raket, družic

Materiály dostatečně pevné a levné

Mezi tyto materiály řadíme například práškové železo s přísadou Cu, která zvyšuje pevnost a tvrdost, nebo materiály z hliníku a hořčíku a jejich slitiny.

Použití: Práškové železo - úspěšně nahrazuje součásti vyráběné pracným obráběním odlitků z šedé litiny, výkovků nebo tyčového materiálu z konstrukční oceli nebo automatové oceli.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Materiály z hliníku – pro výrobu součástí tepelně namáhaných, pro výrobu pórovitých plechů, které se používají pro výrobu náběžných hran křidel letadel (zabraňují tvorbě námrazy)

Kluzné materiály

Vlastnosti: malý součinitel tření, odolnost proti otěru, samomaznost. Jsou to pórovité materiály, jejichž póry jsou vyplněny mazivem (olejem, parafinem) a často kromě tvořící složky obsahují ještě další složku, která podstatně zlepšuje kluzné vlastnosti (grafit, olovo, síra).

Použití: kluzná ložiska, pístní kroužky, vodící kroužky

Základní typy ložisek:

- Železná: jsou vhodná pro pomalý přerušovaný nebo kývavý pohyb, kdy přenášejí větší měrné tlaky. Pro větší tlaky se doporučuje přídavné mazání.
- Bronzová: pro náročnější podmínky a pro větší rychlosti než snesou ložiska železná. Rozšíření těchto ložisek brání nutnost šetřit barevné kovy. Nejsou vhodné pro velké tlaky a velké rychlosti, neboť množství oleje v materiálu nestačí
- Teflonová: pro výrobu tenkostěnných ložisek, které se vyrábějí tam, kde by mazání olejem bylo příliš složité nebo nemožné (při styku s kyselinami, žíravinami nebo potravinami. Pro běžné použití jsou příliš drahé.

Třecí materiály

Nejčastějšími třecími materiály jsou bronzová nebo železná.

Vlastnosti: velký součinitel tření, bezpečný záběr, dobrá tepelná vodivost, velká odolnost proti otěru, dostatečná pevnost v ohybu a tlaku, odolnost proti vlhkosti a povětrnostním vlivům.

Použití: k výrobě brzdového obložení

- bronzová obložení: ke zvětšení tření se přidává práškový křemen, grafit, azbest, železo. Obložení je křehké a musí se proto nalisovat pod tlakem na ocelové, poměděné plechy nebo přímo na ocelové součásti, spojky nebo brzdy.
- Železná obložení: je hospodárnější, jako příměs se používá grafit, který slouží proti zadření. Má menší součinitel tření než bronzové obložení, ale snese větší tlaky, protože je tvrdší a pevnější.

Pórovité materiály

Póry v materiálu vzniknou z prášků kulovitěho tvaru nebo z vláken. Kulovité prášky musí mít stejnou velikost a pravidelný tvar. Někdy se k prášku přidávají příměsi, které se při spékání odpaří a udrží tak otevřené póry (póry kterými může procházet plyn nebo kapalina). Někdy se do materiálu přidávají celé předměty z odpařitelné látky, které vytvoří kanálky (např. u ložisek, turbínových lopatek). Tlak při lisování je malý, některé pórovité materiály se nelisují, pouze se spékají.

Vlastnosti: mají větší pevnost a houževnatost než materiály keramické, ale mají menší chemickou stálost, dají se použít i za poměrně vysokých teplot.

Použití: železné filtry, které slouží k filtrování nafty (zachycují částice o velikosti 0,005mm), kovové filtry (slouží k odstranění vody z benzínu (tyto filtry propouští pouze tu kapalinu, která kov lépe smáčí, tzn. benzín), lopatky spalovacích turbín (pórovité materiály lze velmi dobře chladit vzduchem nebo vodíkem).



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Slinuté karbidy

Prášek tvoří buď jednokarbidové aglomeráty karbidu wolframu se slinovadlem kobaltem ($WC + Co$) nebo dvousložkové aglomeráty karbidu wolframu a karbidu titanu se slinovadlem kobaltem ($WC + TiC + Co$). Při slinování se taví kobalt, který rozpouští malou část karbidů a ta při ochlazování zase z větší části vykrytalizuje.

Vlastnosti: velká tvrdost, odolnost proti otěru, malá houževnatost a pevnost v ohybu

Použití: především pro výrobu břitových destiček pro obráběcí nástroje, výroba měřidel, průvleků, lopatky do metacích kol.

Magnetické ferity

Jsou to chemické sloučeniny 2 nebo více jednoduchých feritů. Největší význam mají MnZn nebo NiZn ferity.

Vlastnost: mají podobné vlastnosti, jako keramické materiály tzn. Odolnost proti otěru, tvrdost, křehkost, chemická stálost, odolnost proti korozi, jsou málo pórovité a mají tmavošedou až černou barvu.

Použití: antény rozhlasových a televizních přijímačů, transformátory pro vysoké výkony, magnety stejnosměrných elektromotorů, filtry.

Konstrukční zásady a konečné úpravy

Konstrukční zásady:

- Výška válcových součástí nesmí být vyšší než dvojnásobek průměru
- Lisovat se dají pouze tlustostěnná ložiska, zejména má-li být v pórech dostatek oleje
- Tloušťka stěny má být minimálně 2mm, jak ve směru lisování tak, ve směru kolmé ke směru lisování (aby výlisky měli dostatečnou pevnost)
- Otvory menší než 2mm, nebo delší než dvojnásobek průměru je lepší dodatečně vyvrtat, protože lisovníky by se mohly snadno zlomit
- Otvory a výstupky se mohou lisovat jen ve směru lisování a nikoliv kolmo, protože tlak u prášku se nešíří všemi směry stejně jako u kapalin
- Válcové dutiny je výhodné dělat mírně kuželovité (2°), aby se lisovník snadno vytahoval

Konečné úpravy:

- Infiltrování – provádí se u součástí, které mají být vodotěsné. Části se nainpregnují nízkotavitelnými kovy např. mědí
- Parní úprava – způsobí oxidaci povrchu částíček, která zvětší tvrdost a zlepší antikorozi ochranu částečným ucpáním pórů na povrchu
- Vytvrzení – provádí se u součástí s dostatečným obsahem uhlíku, kdy provádíme kalení, které zvýší tvrdost.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Otázky a úkoly

1. Jaké jsou výhody práškové metalurgie.
2. Vyjmenujte technologický postup výroby prášků.
3. Popište a schématicky znázorněte výrobu prášků.
4. Popište slinování (spékání) prášků.
5. Popište a schématicky znázorněte lisování prášků.
6. Jaké znáte způsoby lisování prášků?
7. Které materiály byly zavedeny do praxe zásluhou práškové metalurgie?
Charakterizujte jejich vlastnosti a použití
8. Vysvětlete hlavní technologické zásady pro navrhování součástí
vyráběných práškovou metalurgií.