

1.2.1 Sintranje

Glej tudi: <http://sl.wikipedia.org/wiki/Sintranje>

Čiste kovine in njihove zlitine nimajo vedno želenih lastnosti. Tako naj bi imeli npr. filtri za prefiltriranje oljnega deleža uhajajočega zraka iz pnevmatske naprave veliko mehansko trdnost, hkrati pa naj bi bili tako porozni, da bi prepuščali zrak. To lahko dosežemo z metalurgijo prahov, ki predstavlja medsebojno povezovanje prašnih delcev različnih kovin, ki jih s pomočjo orodja stisnemo v želeno obliko oziroma strojni del (slika 1). S pomočjo sintranja kot zadnje operacije, pa takim delom povečamo trdnost, žilavost in po potrebi tudi trdoto



Slika 1: Proizvodi iz sintranih materialov

S sintranjem razumemo žarjenje stisnjenega kovinskega prahu, pri katerem nastane z difuzijo in s kristalizacijo povezan spoj

Sintranje je postopek izdelave končnih posameznih izdelkov iz [kovinskega prahu](#), z segrevanjem materiala pod temperaturo [tališča](#). Proces sintranja se že razvija več kot 1000 let. Prvi izdelki, ki so bili sintrani, so bile [opeke](#), ki so bile z namenom pridobitve [trdnosti](#) žgane na odprtih kuriščih. Danes prevladujejo [keramični](#) izdelki: posoda, opeka, brusna sredstva, itd. npr. za filtre, dušilce zvoka, za ležaje, ki so prepojeni z mazalnim sredstvom, oblikovne dele in drugo.

Sintrana gradiva so oblikovana iz prahu (zrnc velikosti 0,3 mm) materialov, med katere štejemo kovine, [nekovine](#), [zlitine](#) in spojine s stiskanjem. Vsako gradivo ima sebi primerno [temperaturo](#) in [tlak](#), pod katerim jih sintramo. Izdelki so lahko iz zmesi materialov, ki se v talini med seboj ne [legirajo](#). To področje opredeljuje [metalurgija prahov](#).

V primeru, da je poroznost izdelka prevelika, je možno poroznost zmanjšati na dopustno mejo, kar dosežemo z ponovnim stiskanjem imenovanim [kovanje](#); lahko pa tudi z infiltriranjem, kjer na predmet položimo ploščico iz lažje taljive kovine, ki pri taljenju zapolni pore. Za izboljšanje drsnih, [korozijskih](#) in drugih lastnosti lahko poroznim sintranim izdelkom dodamo različna olja, [žveplo](#), lake, umetne mase, itd.

Osnovne sintrane skupine gradiv

1. Gradiva z zelo majhnim drsnim koeficientom ($\mu=0,004...0,008$) se uporabljajo za ležaje. Uporabljamo železo ali [baker](#) z dodatkom [grafita](#)
2. Gradiva ki imajo velik koeficient drsnega trenja ($\mu=0,1...0,15$). Uporabljamo železo ali baker z [kremenčev](#) prah, [azbest](#), idr.
3. Gradiva za elektrotehniko ([magnetni](#) materiali)
4. Filtri za filtriranje tekočin in plinov, dušenje plamena,...

5. Gradiva, primerna za delo pri visokih temperaturah
6. [Karbidne](#) trdine so psevdozlitine [kobalta](#) kot vezne kovine s karbidi [volframa](#), [tantala](#), [titana](#) in [niobija](#)

IZDELAVA SINTRANIH DELOV

Sintranje poteka v treh delovnih korakih (slika 2):

Korak 1: Izdelava in mešanje prahu

Pri postopku pridobivanja prahu razlikujemo različne postopke, od katerih so najpomembnejši:

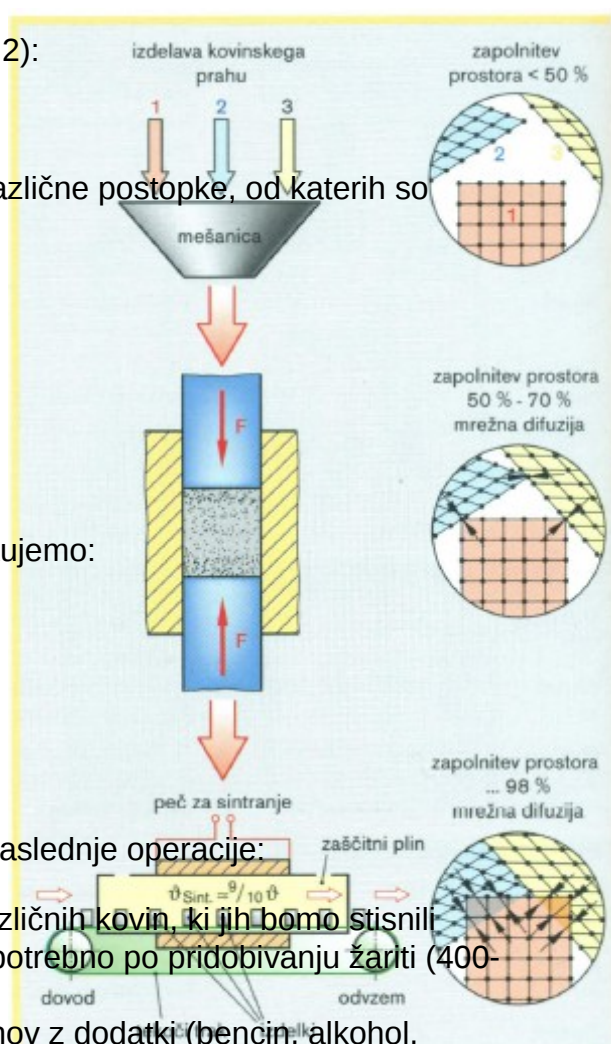
- Redukcija oksidov
- Atomizacija curka staljene kovine
- Elektroliza
- Redukcija izvodnih raztopin
- Karbonilni postopek

Pomembne so tudi lastnosti prahov, kjer razlikujemo:

- Kemijsko sestavo
- Zrnatost
- Obliko zrn
- Nasipno težo in pretok prahov
- Stisljivost

Postopek priprave prahov lahko razdelimo v naslednje operacije:

- Klasifikacija prahov različnih kovin, ki jih bomo stisnili
- Določene prahove je potrebno po pridobivanju žariti (400-1000°C)
- Mešanje različnih prahov z dodatki (bencin, alkohol, cinkov/litijev stearat, parafin)



Slika 2: Izdelava sintranih materialov

Iz kovinskih talin proizvedemo z razprševanjem majhne delčke kovinskega prahu. Te mešamo ustrezno glede na želeno sestavo. Pomešajo se posamezne prašnate sestavine in doda še mazivo za olajšanje drsenja pri nadaljnjem stiskanju. Poznamo suhi in mokri postopek mešanja; pri suhemu zmešamo prah v posebnih mešalnikih, pri mokrem postopku pa uporabimo še tekočino. Med postopkom se zrna približajo druga k drugi in s tem deformirajo, da se [poroznost](#) zmanjša in iz praha nastane izdelek.

Korak 2: Stiskanje kovinskega prahu (oblikovanje)

Orodje:

Izdelki iz prahu so lahko oblikovani na več načinov; tehnično najpomembnejše je [stiskanje](#) v [matrikah](#). Za zmanjšanje trenja dodamo prahu tudi maziva, npr. 1% [cinkovega stearata](#). Stiskanci so navadno tudi nizki, ker jim z višino hitro pada [gostota](#).

Tu zmes prahov stisnemo v želeno obliko. Razlikujemo:

- Stiskanje v vročem stanju, kjer poleg stiskanje opravimo tudi sintranje
- Stiskanje s plavajočo matrico, ki nam da enakomerno gostoto prašnih delcev po po preseku in površini izdelka
- Izostatsko stiskanje v komori s hidrostatičnim tlakom

Načini stiskanja so:

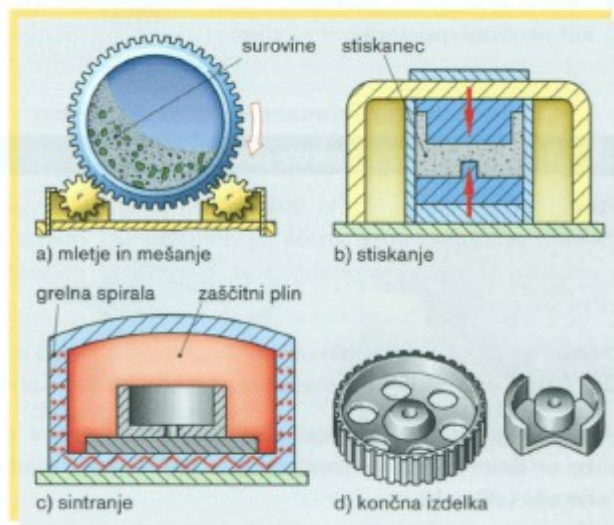
1. enostransko
2. dvostransko
3. s plavajočo matrico

Tlaki znašajo od 200 do 1000 [MPa](#) ter vplivajo na gostoto izdelka. Npr. [železo](#) $\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$

- nasip $\rho = 0,25 \text{ kg/dm}^3$
- stiskanje $\rho = 200 \text{ kg/dm}^3$
- $\rho = 800 \text{ kg/dm}^3$

Hitrost stiskanja je odvisna od lastnosti predmeta, prahu iz katerega je narejen in stiskalnice (ciklus delovanja).

Pri tlaku do 600 bar komprimiramo prašne delčke v orodjih s kalupi tako močno, da se na dotikališčih material hladno utrdi. S sprijemanjem in adhezijo dobi tako nastali stisnjeni surovec trdnost.



Korak 3: Sintranje

Postopek sintranja izdelkov, ki morajo pridobiti zahtevano trdnost poteka v pečeh, po navadi so to pretočne peči. Pri teh pečeh uravnavamo hitrost sintranja s hitrostjo premikanja predmeta. V peči je tudi zaščitna atmosfera, po navadi [vodik](#), ki izvaja redukcijo in preprečuje oksidacijo, ali v [vakuumu](#). Stiskanci so podvrženi toplotni obdelavi pri temperaturi, ki je za 10% do 50% nižja od temperature tališča glavne sestavine kovinskega prahu. Pri tej temperaturi postane testnatega le nekaj kovinskega prahu. Z difuzijo (samodejno prodiranje snovi) na mestih dotika deli dobijo svojo dokončno trdnost. Dokončno trdnost dobi stiskanec s toplotno obdelavo - sintranjem. Pri tem potekajo difuzijski procesi na mejah zrn in pojavi se rekristalizacija hladno spojenih mest.

Točnost mer sintranih delov je zelo velika. Po potrebi pa lahko te s kalibriranjem (dodatno stiskanje) spravimo na zahtevano mero in želeno kakovost površine.

Korak 4: Kalibriranje:

Praviloma imajo sintrani izdelki natančne mere. V posebnih primerih to ne zadošča. Takrat se doseže zelena točnost mer sintrancev z dodatnim kalibrirnim stiskanjem ali z drugimi mehanskimi obdelavami.

Med dodatne obdelave sintranih izdelkov pa spadajo naslednji postopki:

- **MEHANSKA OBDELAVA Z ODREZAVANJEM**

Pri odrezavanju moramo imeti velike rezalne hitrosti in majhna podajanja. Kot rezalno orodje uporabljamo karbidne trdine ali industrijski diamant.

- **TOPLOTNE OBDELAVA SINTRANIH IZDELKOV**

Če je vsebnost ogljika premajhna jo lahko povečamo s cementiranjem ali dodamo grafit že na začetku

- **IMPREGNACIJA SINTRANIH IZDELKOV Z OLJEM**

Na ta način dosežemo:

- korozijsko zaščito
- v porah ustvarimo zalogo maziva

- **OBDELAVA Z VODNO PARO**

Poteka od 400-600°C, posledica tega pa je nastanek magnetita na površini. Na ta način dobimo lepo modro barvo, malo pa se poveča tudi korozijska zaščita in obrabna odpornost

- **Sintrane izdelke lahko tudi GALVANSKO OBDELAMO, JIH LOTAMO IN VARIMO**

Lastnosti sintranih obdelovancev so odvisne od različnih dejavnikov. Predvsem imajo pomembno vlogo uporabljeni materiali (surovine). obratovalni tlak stiskalnic in temperatura sintranja. Pri nizkem obratovalnem tlaku stiskalnic nastanejo porozne (luknjičave). pri visokem tlaku pa zelo goste strukture materiala.

Porozni materiali so najprimernejši za vložke filtrov ali pa ležajne puše. Takšne sintrane puše pred vgradnjo močno namažemo z oljem, ki se prime v pore. Shranjeno olje služi kot mazivo, ki se med obratovanjem izceja iz por zaradi gretja ležaja (slika 3). Prednost sintranih izdelkov je izražena v dejstvu, da so kot sestavni deli, v nasprotju z ulitimi deli, pripravljeni za vgradnjo, da so izdelani s precizno natančnostjo ter gospodarno v velikih serijah. Zaradi visokega obratovalnega tlaka je uporaba sintra nja omejena le na izdelavo manjših delov. Kot pomanjkljivost velja prav tako omeniti visoke stroške stiskanja in omejitve pri oblikovanju, saj odpade možnost naknadne dodelave sintranega dela.



Slika 3: Sintrani filter in ležaj

Mikrostruktura sintranega bronu za samomazalne ležaje

Sestava:

- 90% bakrov prah
- 8,5% kositrov prah
- 1,5% grafit

Po sestavi je podoben kositrovemu bronu. Osnovna faza je bron, ki ga dobimo po sintranju ležaja. Sintranje poteka v tunelski peči pri temperaturi 820-870°C. Čas sintranja je 5-8 min v zaščitni atmosferi.