

Formovací hmoty, pájení a sváření.

MDDr. Tomáš Slavíček
LF MU, VN Brno

Opakování

Preparace



Otisk



Sádrový model



Voskový předtvar



Zatmelení



Kovový odlitek



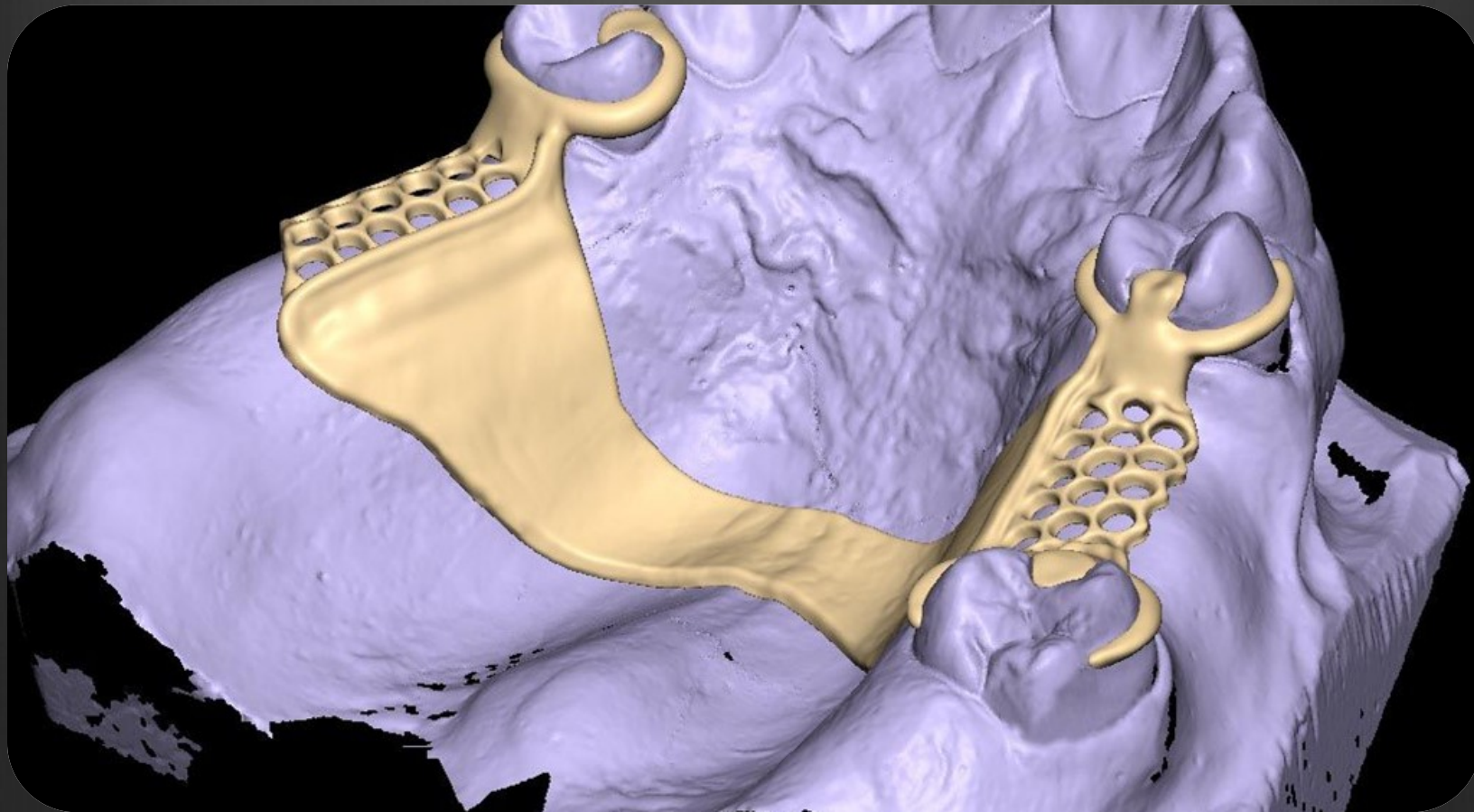
Zatmelení

- ❁ Cílem je vytvoření budoucí formy pro odlití kovu/presování keramiky
- ❁ Formovací (zatmelovací) hmota musí vytvořit prostorový negativ situace
- ❁ Pojem označuje proces, kdy se formovací hmota v tekuté formě vlévá do formy a zároveň přesně kopíruje povrch voskového předtvaru
- ❁ Po vypálení vosku- vzniká složitá dutina

Zatmelovací-formovací hmoty

Nároky na formovací hmoty:

1. Tuhnoucí
2. Přesné
3. Nízká expanze
4. Schopny odolat vysokým teplotám (roztavený kov vtékající do dutiny)
5. Porézní (absorbce plynů)
6. Dostupné
7. Lehce zpracovatelné



Příprava formy pro fixní protetickou práci

🎬 Vybavení

- sádrový model
- vyhřívací pec
- licí přístroj
- licí kroužky
- licí čepy a voskový vtokový systém



Výroba formy

- ❁ Výrobek bude takový, jaká byla forma
- ❁ Náročné na materiály
- ❁ Využití metody : „Ztraceného vosku“
- ❁ Přesně stanovené postupy
- ❁ Doporučení od výrobce

1. Voskový předtvar

- 🎬 Zhotovený na sádrovém modelu.
- 🎬 Modeluje se mírně přeextendovaný ve všech směrech.
- 🎬 Počítáme s kontrakcí



2. Vtokový systém

- ❁ Vtoková cesta pro roztavený kov
- ❁ Připojujeme systém voskových tyčinek
- ❁ Systém ústí do licího kuželíku
- ❁ Vtokový systém musí splňovat jistá kritéria
- ❁ Slouží jako cesta pro plyny vznikající při lití roztaveného kovu.

Příprava voskového modelu

- 🎬 *upevnění licího čepu: v místě kontaktu licího čepu a modelu vznikne vždy výstupek- nutno obrousit (tudíž ho umístíme tam, kde tento hrbolek nebude tolik vadit – tzn. na plošku, která není „důležitá“ pro konečný výsledek (myšleno ovšem z hlediska estetického)*
- 🎬 *směr čepu: musí směřovat tak, aby kov snadno zatekl do dutiny (vytvořené vypálením vosku) → ve směru největší hmoty modelu. Při lití kovu musí být tok plynulý*
- 🎬 *síla čepu: pro Au slitiny – 0,7 – 0,8 mm X pro vysokotavitelné slitiny silnější čepy (příliš silné jsou nevýhodné!)*



- ❁ *upevnění: lehce se nahřeje a vnoří se do modelu. Poté se ještě celý čep potře voskem (dá se pak lehce vyjmout ze zatmelovací hmoty)*
- ❁ *vytvoření voskového zásobníku „kuličky“ – asi 2 až 3 mm od povrchu modelu – po vytažení čepu tak vznikne jímka pro roztavený kov*
- ❁ *více čepů: spojí se na koncích*
- ❁ *na víčku licí kyvety se upraví licí kuželík - do něj se konce lících čepů zataví. Kuželík vytvoří v zatm. hmotě prohlubinku – ukládá se do ní kov, určený k odlití, a také se zde taví → tvar kuželíku je důležitý*

Formovací hmoty

- Ke zhotovení formy
- Při výrobě protéz z pryskyřice : sádra, silikon
- Při výrobě protéz z kovu: žáruvzdorné materiály

Formovací hmoty

- ❁ Svoji expanzí vyrovná kontrakci vosku a kontrakci tuhnoucí slitiny

Ko: Au: 1?5%, Ag-Pd_ 1?8-2,0%, Cr-Ni 1,7

- ❁ Jednoduchá příprava a plasticita *vakuová míchačka*
- ❁ Jemnozrná struktura- aby slitina byla co nejnejhladší
- ❁ Po vypálení musí být schopna odvézt vzduch tlačení před sebou vnikajícím kovem - **PRODYŠNOST**
- ❁ Po vysušení a vypálení musí být forma tak pevná, aby bez prasknutí vydržela tlak vlévaného kovu
- ❁ Nesmí nijak ovlivnovat hlavní materiál
- ❁ Dlouhá skladovací doba

Dělení formovacích hmot

- ❶ Nízkotavitelné
- ❷ Vysokotavitelné
- ❸ Pro Titan
- ❹ Zatlumovací hmoty pro pájení- spájecí hmoty
- ❺ Zatlumovací hmoty po pressované keramice
- ❻ Žárovzdorné kapničky pro tvorbu sintrovaných prací

Složení

- ❶ Plnivo (60%- 80%) ostřivo – žárovzdorná složka – SiO_2 – kryst.forma *křemen KRYSTOBALIT, Trydymit*
- ❷ Pojivo (15-35%) spojuje ostřivo
- ❸ Modifikátory- modifikují expanzi – NaCl , KCl , LiCl
- ❹ zabranují oxidaci- grafit (nikdy ne u slitin Pa)
zpomalení tuhnutí – borac , urychlovač síran sodný

Je dobré znát druh ostřiva pro svoje chemické transformace při vypalování

Expanze

- ❶ Expanze při tuhnutí
- ❷ Tepelná expanze
- ❸ Hygroskopická expanze

Expanze při tuhnutí

- ❶ Pohybuje se v rozmezí 0,2-0,7%
- ❷ Dobré hmoty 0,3%
- ❸ Od středu ke krajům licího kroužku
- ❹ Způsobena růstem krystalů pojiva potenciována krystaly plniva
- ❺ Průběh expanze :max v 1.hodině
- ❻ Mísící poměr prášek: voda může ovlivnit expanzi. (více vody-menší exp.)

Tepelná expanze

⊗ Hlavní podíl na vyrovnávání kontrakce kovového odlitku.

- SiO₂ – křemen (0,4- 0,6% lin), krystobalit (1-1,4% lin)

⊗ Při zahřívání mění své vlastnosti

⊗ Zvětšují svůj objem- tepelná inverze

⊗ Při určité teplotě - Reverzibilní, probíhá okamžitě a naráz v celých krystalech

Pojivo

- ☒ Na základě užitého pojiva dělíme dále formovací hmoty:
- ☒ Sádra (alfa-polohydrát)
- ☒ Kyselý fosforečnan amonný –fosfátová formovací hmota
- ☒ etylsilikát

Sádrové

- ❁ Alfa polohydrát, malé množství mědi a grafitu
- ❁ Ostřivo: krystobalit, tridymit, křemen (65-70% hmoty)
- ❁ Modifikátory: barviva, antioxidantní činidla, látky snižující kontrakci sádry (k.boritá, NaCl)
- ❁ Expanze od 0,1-0,6%
- ❁ Nízkotavitelné slitini Au, Ag
- ❁ Forma se zahřívá pouza na 700°C (sádra se při vyšších t.rozpadá)
- ❁ Prášek – voda (vakuová míchačka)
- ❁ Nejsou příliš pevné, nízko/ střednětavitelné
- ❁ EXPADENTA, GLORIA

Fosfátové

- ❁ Práškovitá směs k.fosforečnanu amonného s oxidem horčnatým
- ❁ Ostřivo: kristobalit (80%)
- ❁ Prášek + voda (nebo speciální tekut měnící expanzi) 1 Silisan N (exp 1,29%)
- ❁ Směs tuhne do 8 min – tvrdá velmi pevná hmota
- ❁ Vysokotavitelné slitiny $T_t < 1500 \text{ }^\circ\text{C}$
- ❁ Větší expanze, vysoká pevnost
- ❁ Doba tuhnutí 11min,
- ❁ SILIKAN (český výrobek)

Fosfátové

- ❏ Nejužívanější zatmelovací hmoty
- ❏ Vysokotavitelné slitiny
- ❏ Výroba formy pro CrCo, ušlechtilé kovy, AgPa, AuPa, Ti
- ❏ Celokeramika (leucit, lithium disilikát)

Hygroskopická expanze

- ❉ Při tuhnutí pod vodou – zvětší se expanze
- ❉ Dnes se nepoužívá
- ❉ Vniknutí vody mezi krystaly sádrovce
- ❉ Může dojít k nekontrolované a nežádoucí expanzi 2%

Tuhnutí
formovací
hmoty



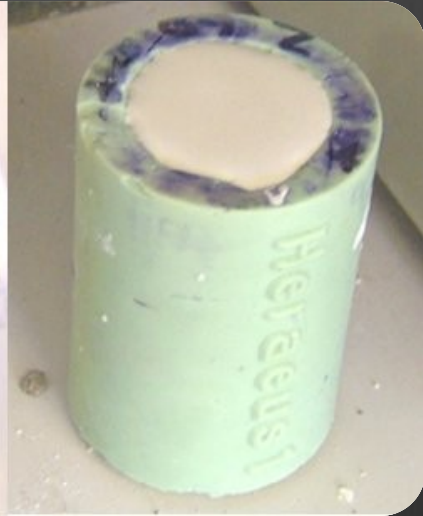
Přehřívání
formy v peci na
700°C-850°C



Odlévání kovu

Př.

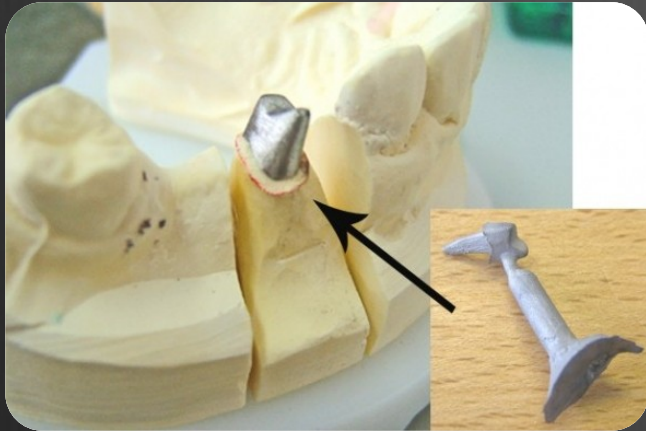
- ❶ Po 11 min dochozíke ztuhnutí- Po 60-120 min Forma se předeheřívá na 300°C s prodlevou 30 min.Pokračuje se na 850°C
- ❷ Pro jednotlivé slitiny se voda se Silisanem N míchá vrůzných poměrech
- ❸ Co Cr 2:1
- ❹ Ni- Cr 1.1
- ❺ Zlaté slitiny 1:2





Doporučené údaje

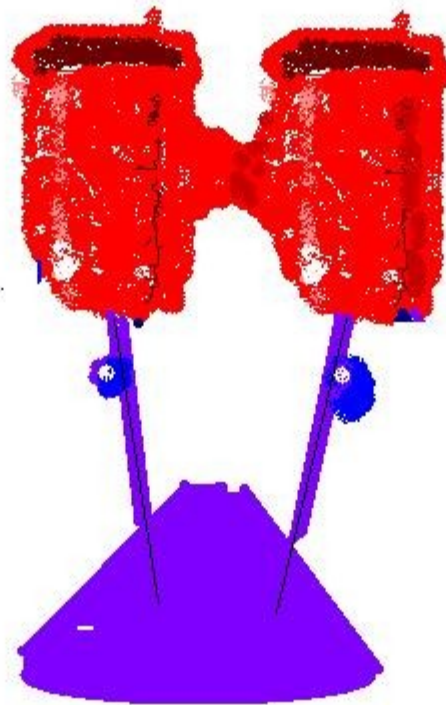
- ❏ Vyhřívací teploty
- ❏ Vysokotavitelné slitiny 850C
- ❏ AgPa :800°C
- ❏ Zlaté slitiny : 750°C



Etylsilikátová f.hmota

- ❶ Pojivem je křemičitý gel, který se vytvoří hydrolyzou vodního skla nebo organických kyselin křemíku (ortokřemičitanu etylnatého)
- ❷ Náročné na zpracování
- ❸ Dobré vlastnosti
- ❹ U nás se moc nepoužívají





Zatmelení modelu

- ❶ Zalití voskového modelu + vtokového systému do speciální hmoty, která bude tvořit formu pro budoucí konstrukci
- ❷ Speciální vlastnosti zatmelovacích hmot
- ❸ Počítáme s kontrakcí kovové slitiny a volíme formovací hmotu tak aby její expanze vyrovnávala kontrakci kovu.
- ❹ Hladká struktura, bez bublin, vyrovnání kontrakcí kovu.

Zatmělení modelu

- ❁ očištění modelu: peroxidem vodíku, roztokem mýdla či alkoholem
- ❁ licí kroužek : dnes silikonová žáruvzdorná forma, nebo kovový kroužek-vykládá se papírem- Azbest – dříve. Dnes Azbestfrei) - *aby zatm. hmota expandovala směrem ke stěnám a ne ke středu licího kroužku*
- ❁ příprava zatmelovací hmoty: *řidká konzistence (nesmí však obsahovat volnou vodu – ta by se vysrážela a vytvořila kapénky, z nich pak odpařením bublinky → nežádoucí zdrsnění povrchu). Je vhodné použít vlažnou zatmelovací hmotu – povrchové napětí se tak sníží a předejdeme vzniku vodních „kapének“*

- 🎬 pro různé slitiny se používají různé zatmelovací hmoty:
- 🎬 pro Au slitiny- sádrové (Expadenta) – forma vyhřátá
na 700 °C nebo fosfátová UNIVEST
- 🎬 pro stříbropaladiovou (Palargen) – fosfátové formovací hmoty – 800 až 900 °C
- 🎬 abychom dosáhli kvalitního a rozměrově správného odlitku, má rozhodující vliv :
- 🎬 DODRŽENÍ POMĚRU VODY A PRÁŠKU PŘI PŘÍPRAVĚ
- 🎬 DODRŽENÍ VYPALOVACÍ TEPLoty A DOBY

- 🎬 *z atm. hmota se nanáší štětečkem na model, pak se celý model i s kuželíkem ponoří do licího kroužku – již vylitého zatmelovací hmotou*
- 🎬 *nebo obráceně: víčko s kuželíkem a modelem se přiklopí na prázdný kroužek a pak se vylije atm. hmotou - vibracemi a poklepáváním se vypuzují vzduchové bublinky*

- ❶ Zاتمlení na jádro („dvojité“) –dnes se nepoužívá
 - ❶ V minulosti přesnější a hladké odlitky
 - ❶ nejprve se model pokryje řídkou zatm. hmotou (viz výše) a poté se ještě na tuto vrstvu nasype **suchý prášek** této hmoty
 - ❶ odčerpá se tak přebytečná voda → úplné zamezení vzniku vodních kapének
 - ❶ po zhoustnutí se takto zاتمlený model ponoří do vody → plná *hygroskopická* expanze
 - ❶ do licí kyvety obvyklým způsobem...



Vypálení vosku a vyhřívání licí kyvety

- ❸ Síla musí na taveninu působit **NÁHLE (!!!)** a má trvat ještě určitý časový interval po odlití.
- ❸ Kyvetku s odlitkem necháme zchladnout. *Náhlé ochlazení není vhodné –byla by tak ztížena difuze uvnitř slitiny (odlitek by byl nestejnorodý a obtížně tepelně zpracovatelný).*
- ❸ Vychladlý odlitek očistíme od zatmelovací hmoty a „moříme“ ve zředěné kyselině sírové či solné (zbavíme se ho tak vrstvy kovových oxidů).
- ❸ Odřízneme nebo odštípáme vtokovou soustavu a odlitek popř. vytvrdíme.

Detailní kontrola

- 🎬 Kontrolujeme tvar
- 🎬 Hrubost
- 🎬 Přítomnost bublinek
- 🎬 *Atd..*

Adaptace na model

- ⊗ Postupujeme velice opatrně
- ⊗ Nesmí se model poškodit ještě před úpravou

Povrchová úprava

- 🎯 Leštění- gumovými kotoučky
- 🎯 Okluze jemnějším užším nástroji
- 🎯 Leští se směrem k okrajům
- 🎯 Opatrně postupujeme u aproximálních ploch- bod kontaktu
- 🎯 Zbavíme se zbytku leštících past benzinem

Sváření, pájky

- 🎯 Sheridium
- 🎯 **Náhradní slitina velmi špičkové kvality**
- 🎯 Chrom-Kobaltová náhradní slitina zušlechtěná Platinou
- 🎯 proto zvláště dobře teče
- 🎯 optimalizuje pasivaci
- 🎯 lehké opracování a letování



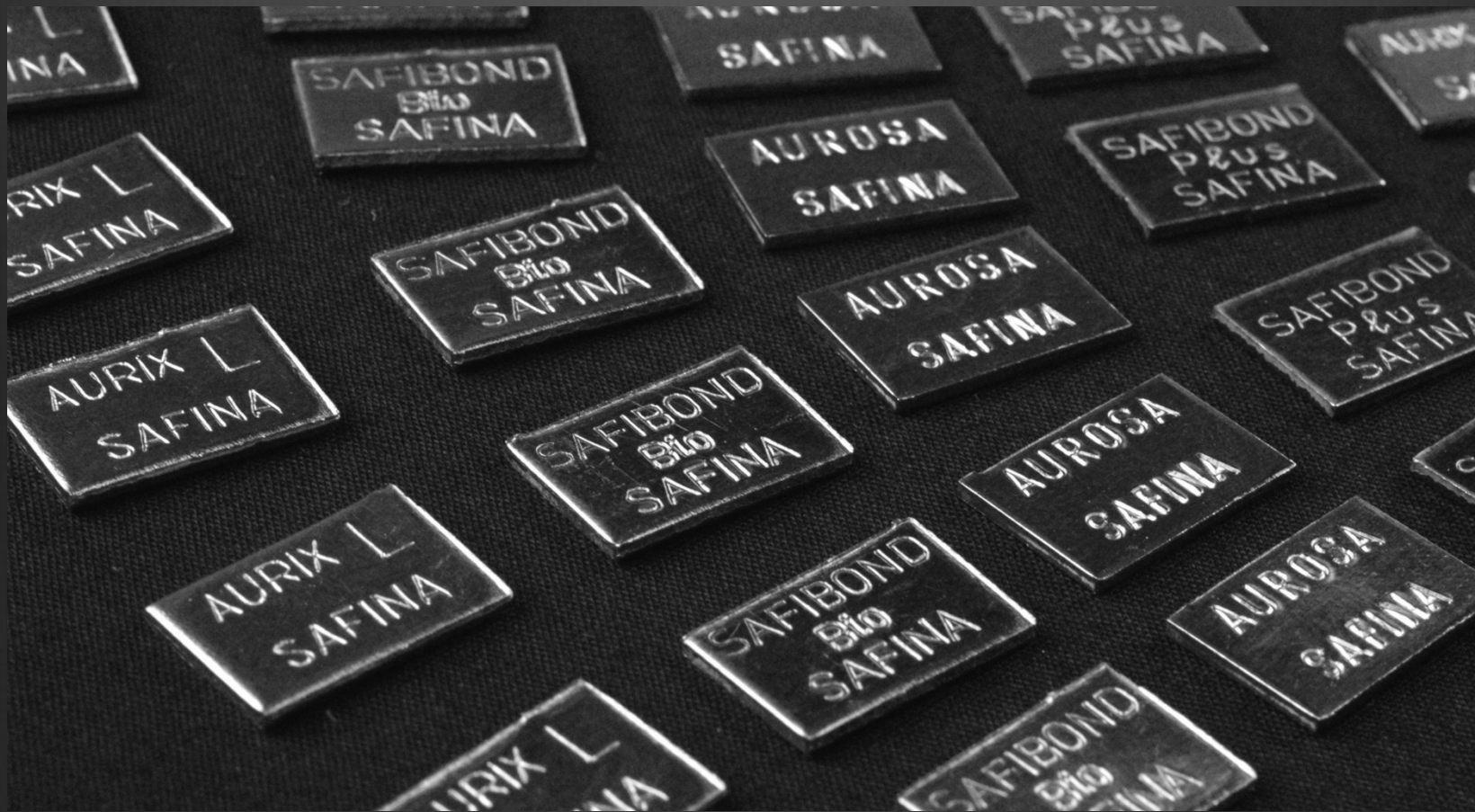
Spájení

- ❏ V současné době se užívá méně (propracovaná licí technika)
- ❏ U velkých rozsáhlých prací
- ❏ Opravy fixních náhrad"
- ❏ Fixní dlahy
- ❏ Zásuvné spoje- *attachmenty*

Spájení

- ❶ Pájky
- ❷ Spájecí hmoty
- ❸ Spájecí prostředky





Pájky

- ❶ Slitiny kovů
- ❷ Podobné složení jako spojované kovy
- ❸ Nižší teplota tání
- ❹ Větší zatékavost a schopnost difuze
- ❺ Roztavená pájka svoji teplotou “nataví” povrch spojovaných kovů
- ❻ Probíhá difuze

Pájky

- ❶ Vlastnosti a nároky:
- ❷ Dobrý tok
- ❸ Po roztavení nízkou viskozitu
- ❹ Mechanické vlastnosti stejné jako vlastnosti spojovaných materiálů
- ❺ Barva by se příliš neměla lišit
- ❻ Nesmí se dodatečně zabarvovat
- ❼ Likvidus pájky o 50°-100°C nižší než likvidus spojovaných kovů
přídavkem Cínu a Zinku
- ❽ Spoj nesmí být porézní

Pájky

- ❶ Některé obsahují Fosfor – ochrana před oxidací
- ❷ Indium- snižování tepelného intervalu
- ❸ Výrobce “Safina” označuje pájky stejným názvem jako základní slitiny
- ❹ Některé pájky se užívají pro více slitin *Palargenová pájka –Auroza*
- ❺ Ke každé slitině se dodávají zpravidla 2 pájky : měkká a tvrdá

Pájky

- ❁ Při spájení se nejprve užije tvrdé pájky (vyšší bod tání) a pokud je potřeba dále se užije pájky měkké
- ❁ Ke spájení vysokotavitelných slitin obecných kovů:

Pájky na bázi zlata nebo stříbra (s přísadami Cu,Mn,Ni)

ORALIUM : 28% Ag, 5% Cu,Zn,Mn,Ni

KDYNIUM K1: 49% Ag

Spájecí prostředky

- ❁ Při spájení dochází vlivem vysokých teplot ke zrychlené oxidaci
- ❁ Bez ochrany povrchu by oxidace měnila mechanické vlastnosti
- ❁ Snažíme se zabránit oxidaci užitím tavidel

Tavidla

- Brání oxidaci
- Zlepšují tok pájky a její difuzi
- Bod tání tavidla musí být nižší než likvidus pájky
- Nejzáměšší Borax : Tetraboritan sodný (*dnes nevhodný*)
dnes ve formě směsi

Boritanů s Fluoridy (*fluoridy zejm.u vysokotavitelných slitin*)

- *AUROL*- tavidlo pro Aurix (již obsahuje tavidlo fluorid sodný)

Spájecí hmota

- ❁ Pro spájení nízkotavitelných slitin
- ❁ Podobné sádrovým zatmelovacím hmotám
- ❁ Sádrové pojivo a křemenné ostřívo
- ❁ Malá expanze
- ❁ Prášek a voda
- ❁ Vytváříme bločky do kterých jsou zanořeny spojované dílce
- ❁ Odkryty zůstávají pouze spojované místa

Spájecí hmota

- ❁ Přílehlé plochy musí být dokonale vyčištěny a odmaštěny (zdrsněny- opískování)
- ❁ Bloček se nechá vyschnout –předhřát v peci na 400°C- vyjme se z pece se spojované díly žhnou plamenem do červena-- > přikládá se pájka (z orální strany)
- ❁ Pájka se má roztavit teplem ze spojovaných kovů-proto plamen působí z protilehl strany
- ❁ Po spájení se loček nechá 5 min chladnout – pak se ponoří do vody

Sváření

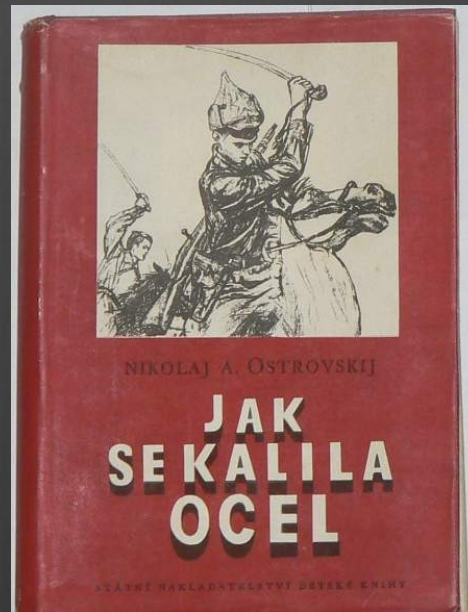
- ❁ Spojování dvou kovů bodovým působením tepla – bodové sváření
- ❁ Ortodontie, Traumatologie, opravy sponových konstrukcí u sním.protetiky
- ❁ Dnes svařování laserem

Moření

- ❶ Proces, kdy se zbavujeme zoxidovaného povrchu
- ❷ Užitím kyselin (roztoku) –K.sírová 10-20%
- ❸ Do zkumavky (kádinky) vložíme mořený výrobek – přidáme kyselinu a zvolna zahříváme
- ❹ Dnes se dává přednost jemnému pískování před mořením

Tepelné ošetření slitin

- ❏ Proces ve kterém působením vysokých teplot měníme mechanické vlastnosti kovů:



Změkčování

- ❏ Chceme-li slitině vrátit tvárlost
- ❏ Žíhání
- ❏ Vždy dodržujeme doporučení výrobce
- ❏ Dochází k odstranění vnitřního napětí a rekrystalizaci

Vytvrzování

- ❁ Zahřátím na vysokou teplotu a prudkým schlazením dochází k vytvrzení slitiny
- ❁ Kalení

Závěr

- ❁ Metoda ztraceného vosku je metoda historicky konvenční
- ❁ Pro výrobu protetického výrobku je nutné zvládnout veškeré fáze výroby bezchybně
- ❁ V současné době je značně nahrazována CAD/CAM systémy, kde produkt opracovává fréza bez nutnosti modelace voskového předtvaru, zatmelování a metalurgických procesů.









🎬 Použitá literatura:

🎬 Technologie pro zubní laboranty: Doc.MUDr.Jiří Bittner

🎬 Fixní a snímatelná protetika :Tat'jana Dostálová