



Lučební závody a.s. Kolín
Pražská 54, 280 24 Kolín, Česká republika
tel.: +420 – 321 741 545-7, fax: +420 – 321 721 578
e-mail: odbyt@lucebni.cz, <http://www.lucebni.cz>



ISO 9001:2001
ISO 14001:2005

Technologický postup

pro výrobu forem ze silikonového dvousložkového kaučuku

LUKOPREN N

Výrobce silikonových dvousložkových kaučuků LUKOPREN N jsou Lučební závody a.s. Kolín.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP

Tento technologický postup obsahuje návody pro přípravu forem ze silikonového kaučuku a přehled materiálů, které lze do silikonových forem odlévat. Popisované metody jsou založeny na dlouholetých zkušenostech výrobce a jeho zákazníků. Uvedené aplikace nejsou zcela vyčerpávající. V případě dalších dotazů, pochybností nebo nejasností se obraťte na Oddělení obchodně-technických služeb.

I. VŠEOBECNĚ

1.

Lukopren N jsou silikonové dvousložkové kaučuky takzvaného kondenzačního typu. Po smíchání pasty s katalyzátorem dochází po 10 až 60 minutách k vulkanizaci v celé hmotě. Vzniklá silikonová pryž nemá adhezi k podkladu. Dávkování **Lukoprenu Katalyzátoru** záleží na typu kaučuku a pohybuje se v rozmezí 1,5 až 2,5 % hmotnostních.

Sortiment dvousložkových silikonových kaučuků **Lukopren N** byl rozšířen o tzv. osmičkovou řadu uvedením **Lukoprenu N 8100** na trh v roce 2006. Ke konci roku 2007 byla tato řada doplněna o **Lukopren N 8200**, který se od **Lukoprenu N 8100** odlišuje nižší viskozitou a tím tedy lepší zpracovatelností a velmi dobrou zatékavostí. Jedná se o kaučuky pro výrobu velmi náročných a svlékacích forem. Svými vlastnostmi i použitým katalyzátorem se od ostatních **Lukoprenů N** odlišují, proto jsou uvedeny v samostatné kapitole (VII.).

2. Vlastnosti vulkanizátu

- odolnost vůči povětrnostním vlivům, slunečnímu záření a ozonu,
- separační vlastnosti vůči řadě neporézních povrchů včetně odlévaných pryskyřic,
- odolnost vůči bakteriím a houbám,
- výborné separační vlastnosti, odolnost vůči elektrickému oblouku a koruně a to i při tepelném zatížení,
- odolnost vůči slabým kyselinám a zásadám, polárním rozpouštědlům a většině solí.

3. Použití

Jsou vhodné pro zhotovování pružných forem, jsou schopné reprodukovat jemné detaily, mají dobré separační vlastnosti, malé smrštění a tepelnou odolnost.

Lukopren N 1522 je univerzálním typem. Slouží k výrobě forem, do nichž lze odlévat synt. pryskyřice, sádro, vosk, beton. Dále se používá k výrobě rozebíratelných těsnění a přírubových těsnění, k zalévání v elektrotechnice apod.

Lukopren N 1725 je kaučuk s omezenou stékavostí. Je určen pro snímání reliéfů ze šikmých a svislých stěn, využívá se při výrobě velkých forem (sochy). Nanáší se stěrkováním, vhodný pro restaurátory.

Lukopren N Super je kaučuk s nejnižší viskozitou, s výbornou zatékavostí a věrností otisků. Využívá se v defektoskopii a elektrotechnice. Umožňuje dobré probarvování pomocí anorganických a vybraných organických pigmentů.

Lukopren N 5221 je středně viskózní pasta, která má po zvlukanizování na silikonovou pryž výrazně vyšší tažnost a odolnost vůči natížení. Z tohoto důvodu se doporučuje především na výrobu náročnějších forem.

Lukopren N 5541 je viskózní pasta, která po zvlukanizování vytváří silikonovou pryž s vysokou tepelnou odolností. Kromě vybraných plniv obsahuje i tepelný stabilizátor silikonového pojiva. Je určen pro výrobu forem pro odlévání nízkotavných kovů (slitiny olova, cínu, antimonu) do teplot 320 °C a pro výrobu tepelně odolných těsnění pro tepelná zařízení (např. sušárny).

Lukopren N 1000 je silikonový polymer a používá se k zalévání v elektrotechnice, plošnému lepení skel (za použití primeru). Není určen k výrobě forem.

4. Pomocné přípravky

Lukopreny N nemají adhezi k neporézním podkladům jako sklo, smalt, ocel, hliník apod. Adheze lze dosáhnout pomocí spojovacího prostředku, kdy se daný povrch odmastí přípravkem **Lukopren Odmašťovač** a poté se nanese adhezivní přípravek **Lukopren Primer A** nebo **N**. Cca po 20 minutách (po odpaření nosného rozpouštědla a chemické reakci) lze nanášet katalyzovanou pastu **Lukopren N**. Použití spojovacích přípravků se rovněž doporučuje při výrobě tzv. vrstvené formy, pokud jsou delší intervaly při nanášení jednotlivých vrstev kaučuku (viz bod 10).

Při výrobě forem je vhodné potřítk plochy, model a hradítka separačním přípravkem **Lukopren Separátor**, který po zaschnutí vytvoří pevný film s dobrými separačními vlastnostmi. Jeho odstranění se provede omytím vodou. K separaci se nedoporučují přípravky jako olej, vazelína apod., které narušují silikonovou pryž již od počátku vulkanizace.

Pro separaci kontaktů silikon-silikon při výrobě dvou a vícedílných forem je třeba provést dokonalou separaci stykových ploch. K tomu je určen **Lukopren Parafínový Separátor**. Vodný **Lukopren Separátor** díky obsahu vody nedokáže smočít vodoodpudivý silikonový povrch a má tendenci sbalovat se do kuliček. **Lukopren Parafínový separátor** obsahuje rozpouštědlo, které silikonový povrch „smočít“ dokáže. Po jeho odpaření na povrchu silikonu zůstane rovnoměrný voskový separační film.

Separaci je třeba provádět velmi důsledně, nejlépe ve dvou vrstvách a vždy vyčkat dokonalého odpaření rozpouštědla.

Při separaci tenké vrstvy kaučuku může dojít působením rozpouštědla v separátoru ke vratné deformaci, která zmizí po jeho odpaření (cca 1 hod).

Upozornění: Parafín obsažený v Lukoprenu Parafínovém Separátoru se při teplotách pod 20 °C vysazuje z roztoku v podobě mléčně bílého zákalu nebo vloček. Pro správnou funkci separátoru je třeba tento zákal odstranit ohřevem lahvičky nad 20°C a separaci provádět při této teplotě.

II. MÍSENÍ PAST S KATALYZÁTOREM

5.

Mísení kaučukových past s Lukoprenem Katalyzátorem

Protože skladováním pasty může dojít k částečné sedimentaci pigmentů a plniv, je třeba nejprve celý obsah řádně zhomogenizovat, nejlépe pomocí ploché stěrky. Potřebné množství zhomogenizované pasty se odváží do přiměřeně velké, nejlépe plastové nádoby a smíchá se s předepsaným množstvím **Lukopren Katalyzátoru**. Směs se dokonale rozmíchá plochou stěrkou, zejména na dně a v rozích nádoby tak, aby nedošlo k vmíchání vzduchu do hmoty. Proto se nesmí zamíchání **Lukopren Katalyzátoru** provádět vrtulovým míchadlem pomocí elektrické vrtačky. Doba zpracování zhomogenizované pasty s katalyzátorem je cca 10 - 60 min (dle typu kaučuku). Vyšším přídatkem katalyzátoru se docílí větší rychlosti vulkanizace a tím i zkrácení doby zpracování, ale i nežádoucího zvětšení lineárního smrštění. Ztíží se též odchod bublinek vzduchu ze zalévaných povrchů, proto se vyšší dávka katalyzátoru nedoporučuje.

K eliminaci vzduchových bublinek lze směs po zamíchání evakuovat (vzhledem k rozpínání vzduchových bublinek nutno volit větší nádobu). Bez použití evakuace je nutno pastu s katalyzátorem nanášet postupně v tenkých vrstvách a vždy vyčkat odchodu vzduchových bublinek, případně je pomocí špejle nebo párátko odstranit. Nedoporučuje se zahřívání v průběhu vulkanizace z důvodu nebezpečí zvýšeného vzniku bublinek vlivem tvorby plynných zplodin.

Ředění kaučukových past

Všechny pasty **Lukopren N** lze navzájem mísit (před přídatkem katalyzátoru). Tak lze regulovat konečnou zatékavost pasty a upravovat fyzikálně-mechanické vlastnosti vulkanizátu.

Barvení kaučukových past

Lukopren N Super lze velmi dobře probarvovat anorganickými tepelně odolnými pigmenty. Aplikují se nejlépe formou past utřených z 2 hmot. dílů pigmentu a 1 hmot. dílu silikonového oleje **Lukosiol M 500**. Doporučené množství pasty je 1 hmot. %. **Lukopren N 5221** a **N 1522** lze probarvovat jen do některých odstínů (např. kvůli obsahu bílého plniva nelze dosáhnout černé). Pigmentace **Lukoprenů N 1725** a **N 5541** je v důsledku jejich zabarvení obtížná.

6. Doba zpracování

Doba zpracování jednotlivých typů past: od zamíchání doporučené dávky katalyzátoru do okamžiku viditelného zvýšení konzistence a ztráty samorozlivových schopností:

Lukopren N 1522 25 – 35 min.

Lukopren N 5221 25 min.

Lukopren N Super 45 – 60 min.

Lukopren N 5541 20 min.

Lukopren N 1725 má omezenou stékavost a nemá samorozlivový charakter. Po 30 minutách jsou u něj pozorovány první známky vulkanizace (gumovitá konzistence).

7. Dávkování Lukoprenu Katalyzátoru

Dávkování **Lukopren Katalyzátoru** pomocí pipety

Pro přesnější objemové dávkování **Lukopren Katalyzátoru** je v kartónkovém balení přiložena plastová pipeta o objemu 3 ml s dělením po 0,5 ml. Množství menší než 0,5 ml lze dávkovat počtem kapek:

| | | | |
|-------------|-------|-----|-----|
| Objem (ml) | 0,1 | 0,2 | 0,3 |
| Počet kapek | 4 - 5 | 9 | 13 |

Potřebné nasátí Lukopren Katalyzátoru se provede zmáčknutím balónku v horní části pipety. Čištění pipety je třeba provést ihned po použití a to propláchnutím **Lukoprenem Odmašťovačem**, lihem, acetonem nebo benzínem.

Dávkování Lukoprenu Katalyzátoru a vlastnosti kaučukových past

| | N 1522 | N 1725 | N Super | N 5221 | N 5541 | N 1000 |
|--|-----------|-----------|-------------|------------|--------------|-------------|
| Barva | krémová | okrová | čirá, modrá | slon. kost | červenohnědá | transparent |
| Viskozita (Pa.s) | 10 – 15 | 190 – 250 | 6 -10 | 14 | 20 | 2,0 – 2,5 |
| Hustota (kg/m³) | 1250 | 1250 | 1040 | 1100 | 1200 | 980 |
| Katalyzátor [g(ml)/100g pasty] | 2,0 | 2,0 | 2,5 | 1,5 | 1,5 | 2,0 – 4,0 |
| Katalyzátor [g(ml)/100ml pasty] | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 1,7 | 1,8 | 2,0 – 4,0 |
| PND | 47-307-87 | | | 47-299-02 | 47-308-87 | |

8. Fyzikálně-mechanické vlastnosti silikonové pryže

| | N 1522 | N 1725 | N Super | N 5221 | N 5541 |
|------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Tvrdość (°ShA) | 51 | 55 - 60 | 30 - 35 | 23 | 50 – 55 |
| Pevnosť v tahu (MPa) | 1,9 | 2,9 | 1,4 | 1,7 | 2,2 |
| Tažnosť (%) | 120 | 110 | 200 | 340 | 120 |
| Lineární smrštění (%) | max. 0,5 | max. 0,5 | max. 0,6 | max. 0,4 | max. 0,5 |

II. PŘÍPRAVA MODELU

9.

Model může být zhotoven ze dřeva, kovu, plastické hmoty, keramiky, sádky, vosku, papíru, mramoru, kamene nebo jílu. Na jeho povrchu musí být odstraněny povrchové vady, není-li úmysl tyto nerovnosti dále reprodukovat.

Povrchy modelů porézniých materiálů musí být utěsněny lakovými nátěry. Pokud je požadován vysoký lesk odlitků z forem, doporučuje se opatřit povrchy modelů voskovými nebo polišovacími nátěry.

K dosažení dobré separace se doporučuje potřít povrch modelů slabou vrstvičkou (pomocí hadříku) **Lukoprenu Separátoru** ev. jiným separačním přípravkem. Pro separaci modelů ze silikonové pryže nebo jiného vodoodpudivého materiálu je určen **Lukopren Parafínový Separátor**. Po jeho zaschnutí je možno provést odlití pomocí nakatalyzovaného Lukoprenu N. U sádkového povrchově neupraveného modelu stačí zpravidla pouhé smočení vodou.

III. PŘÍPRAVA JEDNODUCHÉ FORMY

10. Jednoduchý model

Používá se především pro modely s jednostranným reliéfem jako jsou plastické obrázky, mince, znaky nebo ornamenty. Model se umístí do pomocné nádoby nebo boxu zhotoveného z hradítek a provede se separace. Připravená kaučuková pasta se lije slabým proudem tak, aby se vyloučilo tvoření vzduchových bublinek a rozrušily se bublinky již vzniklé při zamíchání katalyzátoru. Je vhodné nalít nejprve slabou vrstvu po celém modelu, po té mechanicky (pomocí špejle nebo špendlíku) odstranit viditelné bublinky hlavně v záhybech a negativních úhlech modelu a teprve pak nalít zbylé množství pasty. Mechanická odolnost formy může být zvýšena síťovými tkaninami, např. gázou, hedvábím, pytlouinou nebo polyesterovou tkaninou. Tloušťka stěn modelů o rozměru cca 30 cm nemá být větší než 1 cm, u forem menších modelů by neměla přesáhnout 5-8 mm.

Lze použít všechny typy kaučuků **Lukopren N**.

IV. PŘÍPRAVA DVOUDÍLNÉ FORMY

11. Dvoudílní kaučuková forma

Trojrozměrný model

U jednodušších trojrozměrných modelů (s rovnoměrnou tloušťkou ve všech směrech a jasnou dělicí rovinou) lze připravit dvou nebo vícedílnou formu pouze ze silikonového kaučuku bez zpevňujícího lože. Dle velikosti modelu se vytvoří pomocná nádoba nebo box. Provede se separace. Do boxu se nalije malé množství nakatalyzované pasty, čímž se vytvoří dno formy (maximální tloušťka vrstvy 0,5 cm). Cca po dvou hodinách (dno je zvlukanizováno do nelepivého stavu) se vloží do boxu naseparovaný model. Při umisťování modelu do boxu je třeba brát v úvahu, že

podstavná strana modelu (sošky) slouží jako licí otvor při výrobě odlitek. Proto se tato část přiloží, případně přilepí k hradítku. Tak se mezi podstavnou stranu modelu a hradítko nedostane žádný kaučuk a forma bude mít tomto místě otvor. Model se z jedné poloviny zaleje pastou tak, aby dělicí rovina vytvářela podélný řez modelem. Kaučuk se nechá do druhého dne z vulkanizovat, čímž je vytvořen první díl formy. Před odlitím druhého dílu je možno vytvořit zámky formy. Ty se vyříznou (např. ve tvaru malých špalíčku) ze zbytků z vulkanizovaného kaučuku a přilepí se na dělicí rovinu prvního dílu pomocí **Lukoprenu S 6410**, odstín transparent (viz bod 12 Lepení forem). Po několika hodinách se přistoupí k výrobě druhého dílu. Zde je velmi důležitá dokonalá separace dělicí roviny. Jedná se o spoj silikon-silikon, proto je účinným separátorem pouze **Lukopren Parafínový Separátor**, který se nanáší štětečkem nebo vatičkou na špejli. Je třeba klást velký důraz na dobrou separaci okolo nalepených zámků, hran a podobných problematických míst. Po té se model zaleje přiměřeným množstvím pasty a vytvoří se tak druhý díl formy. Odformování se provede druhý den. Lze použít všechny typy kaučuků **Lukopren N**.

12. Dvoudílná vrstvená forma se sádrovým ložem

U složitých trojrozměrných modelů s nerovnoměrnou tloušťkou a náročným reliéfem se doporučuje výroba tzv. vrstvené formy z **Lukoprenu N 5221**.

Pro snadné vytvoření dělicí roviny lze použít modelářskou hlínu. Spodní část pomocné nádoby nebo boxu z hradítek se vyplní modelářskou hlínou. Do ní se vtláčí model a navlhčenými prsty nebo špachtlí se vytvaruje vhodná dělicí rovina (většinou je to podélný řez modelem). Provede se separace pomocí **Lukoprenu Separátoru**. Postupně se pomocí štětce nanáší 3 až 5 vrstev kaučuku vždy po z vulkanizování té předchozí. Mezi posledními vrstvami může být vložena gáza nebo řídká tkanina. Optimální tloušťka formy je 2-3 mm. Pokud je mezi odléváním jednotlivých vrstev prostoje větší než jeden den, je vhodné potřít z vulkanizovanou předchozí vrstvu spojovacím přípravkem **Lukopren Primer A** nebo **N** a teprve pak nanést další vrstvu kaučuku. Tím je zajištěno dobré propojení jednotlivých vrstev. Následně se vytvoří sádrové, případně betonové nebo polyuretanové lože ke zpevnění formy.

Stejným postupem se vytvoří druhý díl formy a lože.

Jestliže se z jednoho modelu vyrábí více forem, může vlivem úbytku separační vrstvičky dojít k postupnému přilepování kaučuku k modelu. V tom případě je nutné nátěr **Lukoprenu Separátoru** obnovit. Odformování a vyjmutí modelu je vhodné provádět po 24 hodinách vulkanizace.

V. KONEČNÁ ÚPRAVA FORMY

13. Úprava formy po odformování

Po rozebrání pomocného boxu a vyjmutí modelu z hotové formy je třeba provést její „dočištění“. Různé přetoky kaučuku na hranách a rozích se šetrně odštíhnu. Na zaoblení hran a pro jemnější dočištění lze použít brousek z pemzy.

14. Temperace forem

Pro dosažení objemové stabilizace formy je vhodné ještě před prvním použitím formu temperovat. Temperace se provádí v sušárně s výměnou vzduchu postupným zvyšováním teploty na 150 °C a ponecháním po dobu 30 minut při této teplotě. Při odlévání kovů a slitin při teplotě okolo 300 °C je vhodné ponechat formu mírně zahřátou (cca 50 °C), aby nedošlo ke zchlazení roztaveného kovu dříve, než zateče do všech míst modelu.

15. Lepení forem

Silikonová pryž z **Lukoprenu N** nemá velkou strukturní pevnost. Zejména častým namáháním může dojít k jejímu natržení. Lepení se provádí jednosložkovým silikonovým tmelem **Lukopren S 6410** v tubičkách (25 ml) opatřených špičkou.

VI. ODLÉVÁNÍ MATERIÁLŮ DO SILIKONOVÝCH FOREM

16. Sádra

Jednou z nejpoužívanějších hmot pro výrobu odlitek je prášková sádra. Kromě toho, že je relativně levná a technicky velmi dostupná, tak se i snadno zpracovává a poměrně rychle tvrdne.

Na výrobu odlitek je nevhodnější sádra modelářská. Je jemná, má vysokou bělost a je pevnější než běžná sádra stavební. Postupy při míchání sádry s vodou jsou většinou výrobců uvedeny na obalech. V praxi jde o to připravit homogenní roztok, který dobře zatéká a neobsahuje vzduchové bublinky. Příprava sádrového roztoku se provádí tak, že se do míchané nádoby předsadí známé množství práškové sádry a ta se zalije předepsaným množstvím vody (přibližně 2 hmot. díly sádry a 1 hmot. díl vody). Mísení se provádí plochým míchadlem ručně v širší plastové

misce. Pro eliminaci vzduchových bublinek ve směsi byl s úspěchem odzkoušen přídavek silikonového odpěňovače Lukosan E201 nadávkovaný do vody pro rozpouštění sádry v množství 0,05% (0,5ml na 1l vody). Doba zpracování takto připraveného sádrového roztoku je zpravidla 10-15 min. Sádra se leje pomalým proudem do středu formy tak, aby se rozlévala do stran. Nakonec se poklepnutím formou o podložku vyrovná hladina sádrového roztoku. Forma od této doby musí být uložena ve vodorovné poloze. Podle náročnosti odlitku a typu sádry lze cca po 2 hod., raději však po delší době provést odformování. To se provádí postupným oddělováním odlitku od formy po obvodu směrem k jejímu středu.

Úprava odlitku

Po vyjmutí z formy se seřiznou případné přetoky a u dvoudílných forem se začistí šev na dělicích rovinách. Rovněž se provede případná retuš vzduchových bublinek čerstvě připraveným sádrovým roztokem. Poté se odlitek nechá vysychat. Pro zpevnění je možno povrch sádrového odlitku natřít nebo namočit do zředěného roztoku vodné akrylátové disperze (např. Sokrat 2802 zředěný 1:7 až 1:10). Odlitek se nechá opět vyschnout.

Pokud je třeba, lze použít retardér (zpomalovač) tvrdnutí sádry. V literatuře je uváděn vodný roztok polyvinylalkoholu (PVAC) s obchodním označením Sloviol R 16 (Novácké chemické závody, a.s.). Jeho množství je třeba odzkoušet.

Forma pro odlévání sádry může být vyrobena ze všech typů **Lukopren N**.

17. Beton

Do forem ze silikonových kaučků **Lukopren N** se ve velké míře odlévají betonové výrobky, které nacházejí použití zejména ve stavebnictví. Jedná se o různé dlaždice, umělý kámen řady druhů a stavení prvky jako betonové tvarovky, zábradlí, balustrády, sochy apod. I zde se provádí probarvování výrobků pomocí anorganických pigmentů stálých vůči alkáliím, povětrnosti a UV záření. Na značnou část těchto výrobků se jako pojivo používá bílý cement, který má vysokou alkalitu. To má negativní vliv na životnost forem.

Nejvhodnějšími typy pro výrobu formy na odlévání betonu jsou **Lukopren N 1522, N 5221 a N 1725**.

18. Pryskyřice

Velkou výhodou forem ze silikonových kaučků **Lukopren N** je, že do nich lze vyrábět odlitky z organických pryskyřic jako pojiva, aniž by došlo k jejich přilepení k formě. Podmínkou však je, aby neobsahovaly monomerní sloučeniny a organická rozpouštědla. Ta značně zkracují životnost forem, u kterých rychle dochází k ztrátě jejich separačních vlastností, křehnutí a destrukci. Základními požadavky na pryskyřici je, aby měla co nejnižší viskozitu, rozumnou dobu zpracovatelnosti, snadné dávkování složek a nebouřlivou reakci v průběhu tvrdnutí.

Po konzultaci s odborníky byla vybrána a odzkoušena CHS Epoxy 517 v kombinaci s tvrdící složkou Telalit 095 (výrobce Spolchemie Ústí n. L.) v hmotnostních poměrech 2:1. Tato směs se dobře osvědčila zejména pro snadné dávkování složek, dobu zpracovatelnosti i dostupnosti na trhu.

Probarvování pryskyřice a příprava směsi k odlévání

Vlastní probarvování pryskyřice se provádí přídavkem anorganických pigmentů (výrobce firma Bayer, prodejce Radka, Lázně Bohdaneč), které se zamíchají do složky A (CHS Epoxy 517). Potom se nadávkuje složka B (Telalit 095).

Zamíchaný vzduch i vzduchové bublinky z povrchu pigmentu samy stoupají k hladině. Pro jejich urychlení je vhodné pracovat v nádobce se dnem většího průměru. Míchání se doporučuje provádět ručně plochým míchadlem.

K rychlému odchodu vzduchových bublinek ve směsi může být použit i vhodný odpěňovací přípravek, např. BYK 530 (firma BYK, SRN) v množství 0,1-1,0% hmot. Pokud se pryskyřice plní anorganickým plnivem (například mletý křemen, vápenec, křída) a její viskozita se tak zřetelně zvýší, je vhodné evakuovat pomocí vývěvy. Tento způsob je již náročnější a vyžaduje i potřebné vybavení.

Při výrobě umělého pískovce se používají tříděné křemenné písky, které se spojí malým množstvím pryskyřice (v rozmezí 4-8% hmot). Získaná směs v podobě husté kaše se do formy zpravidla mechanicky napěchuje. Tímto způsobem se vyrábějí sochy, dózy, repliky a pod.

Pro výrobu formy lze použít **Lukopren N 1522, N 1725 a N 5221**.

19. Vosk

Podle náročnosti a povrchové členitosti se připravují jednoduché nebo dvoudílné formy. Svíčky klasického složení se vyrábějí ze směsi parafinu (Paramo Pardubice) a stearinu (Setuza Ústí n. L.) v hmotnostním poměru 7:3 až 1:1. Navážená směs se rozpouští na vodní lázni. Optimální teplota při odlévání je 85 °C. V poslední době jsou oblíbené svíčky vyráběné z včelího vosku. Teplota při jejich odlévání je 70 °C.

Barvení a úprava parafinových svíček

Povrchový lesk na parafinových svíčkách se docílí jejich krátkým ponořením do lihovému laku L 1000, ředěného Lihovým ředidlem L 6000 v objemovém poměru 1:1.

Malování na svíčky štětcem lze provádět pomocí Lihového laku L 1000 s rozpuštěným pigmentem.

K probarvování parafinu a stearinu jsou nejvhodnější speciální, tzv. tukorozpustné pigmenty Solvent (Synthesia /Ostacolor/ Pardubice - Rybitví), které se vyrábějí a dodávají v řadě barevných odstínů navzájem mísitelných.

Pro výrobu formy lze použít **Lukopren N 1522 a N 5221**.

20. Nízkotavné kovy

Podle velikosti a tvaru modelu se připravují jednoduché nebo dvoudílné formy z **Lukoprenu N 1522 a N 5541**. U dvoudílné formy je vhodné vytvoření odvzdušňovacích kanálků pro odchod vzduchu z méně přístupných míst. Tím je zajištěno rychlé zaplnění těchto prostor slitinou dříve než dojde k jejímu zchladnutí.

Složení slitiny

Optimální složení slitiny, která nesmí být ani příliš měkká, ani příliš tvrdá a křehká, je následující:

20 % hmot. cín, 70 % hmot. olovo, 10 % hmot. antimon.

Antimon kromě tvrdosti snižuje i přílišné smršťování slitiny při tuhnutí. Je výhodné dávkovat jej ve formě slitiny (liteřina).

Tavení slitiny

Slitina optimálního složení jednotlivých kovů se zahřívá nejlépe na elektrickém vařiči v zednické naběračce. Na výtokové části naběračky je výhodné přivařit plíšek, který zabraňuje strusce, tvořící se na hladině taveniny, jejímu vniknutí do formy.

Roztavená slitina musí mít před odléváním do formy optimální teplotu. Tato teplota se měří pomocí dřevěné špejle. Jejím ponořením do taveniny na dobu 5 sec. se sleduje zabarvení ponořeného povrchu. Při světlehnědém zbarvení je teplota nízká, při tmavohnědém optimální. Černá barva signalizuje vysokou teplotu.

Příprava formy

Kaučuková forma se na vnitřních částech potře práškovým mastkem (talkem), případně práškovým grafitem. Přebytečný prášek se oklepne. Forma při počátku odlévání se zahřeje v sušárně na teplotu 55 °C. To proto, aby se při vlití slitina příliš neochlazovala a dobře zatekla zejména do vzdálenějších partií formy. Poté se pomocí svěrek a vhodných destiček stáhne, aby nedošlo k vytékání roztavené slitiny z formy.

Odlévání slitiny do formy

Slitina s vhodnou teplotou se vlévá do předehřáté formy nalévacím otvorem plynulým proudem bez přestávky až do úplného naplnění a vytvoření horního menisku. Okamžitě se pomocí dláta provede poklep na bok formy. Hranou dláta se stáhne vrstvička strusky a zároveň se zarovná hladina taveniny. Odformování se provede po 3 až 5ti minutách podle velikosti formy.

Opakované odlévání

Při opakovaném odlévání nízkotavných kovů je třeba dodržet pravidlo, že forma musí být zchladlá na 55 °C (tj. teplota, která se stěží udrží na ruce). Na prodloužení životnosti vlastní formy má vliv i nanášení vrstvičky mastku na vnitřní povrch vždy po druhém až třetím odlitku. Péče o formu se v každém případě vyplatí, protože její životnost se zvýší až o polovinu. Sto i více odlitků není žádnou výjimkou.

Úprava odlitku

Po zchladnutí se od vlastního odlitku oddělí nálietek z nalévacího prostoru a případné přetoky z odvzdušňovacích kanálků. To lze provést pomocí kleštíček, případně pilkou. Pilníčkem se provede retuš švu, který vznikl na spojích půlené formy. Úplné vyhlazení lze provést následným přebroušením korundovým brouskem. Celý povrch odlitku je třeba očistit od nečistot (strusky). K tomu je nejvhodnější kartáček s jemnými bronzovými drátky.

Povrchová úprava

Povrchovou úpravu lze provádět nátěrovými hmotami, a to jak rozpouštědlovými, tak vodou ředitelnými. Zvláště vhodné jsou barevné sady určené pro modelářství. Další povrchovou úpravou je galvanické pokovování. Tím můžeme dosáhnout jak lesklý povrch (niklování, zlcení), tak i různé odstíny, jako jsou imitace kovů a různých patin. Výhodou galvanizace je i dosažení zvýšené pevnosti odlitku a odolnosti vůči oděru. Nevýhodou je skutečnost, že tuto operaci je třeba zadat u specializovaných firem.

Bezpečnost při práci

Protože se pracuje s roztaveným kovem, je třeba při práci mít vhodný pracovní oděv, kožené rukavice a ochranné brýle. Kromě toho se doporučuje odvětrání pracovní místnosti vzhledem k tomu, že slitina obsahuje značné procento olova.

VII. VYSOKOPEVNOSTNÍ KAUČUKY LUKOPREN N

21.

Do skupiny vysokopevnostních kondenzačních dvousložkových kaučuků patří **Lukopren N 8100 a Lukopren N 8200**. Pro oba tyto vysokopevnostní kaučuky byl vyvinut katalyzátor **Lukopren Katalyzátor 8A**.

Vlastnosti vulkanizátu

Ve srovnání s tzv. nízkopevnostními kaučuky vykazují **LUKOPREN N 8100 a LUKOPREN N 8200** zejména vyšší

- pevnost v tahu
- tažnost
- odolnost vůči natržení

- odolnost při odlévání organických pryskyřic
- životnost vyrobených forem

22. Lukopren N 8100

Použití

Lukopren N 8100 je vhodný k výrobě náročných forem, kde je vyžadována zvláště vysoká odolnost vůči mechanickému a chemickému poškození. Proto jej lze použít na odlévání epoxidových, polyuretanových, akrylátových a polyesterových pryskyřic a tam, kde klasické nízkopevnostní dvousložkové silikonové kaučuky nevyhovují nebo vykazují krátkou životnost (odlitky ze sádry, betonu apod.). Z polyesterových pryskyřic byl vyzkoušen typ Polylite 32032-00 s katalyzátorem Norpol Peroxide 1, výrobce Reichhold CZ, Ústí n.L a z epoxidových pryskyřic CHS Epoxy 517 s tvrdidlem Telalit 095 (poměr 2:1), výrobce Spolchemie Ústí n. L.

Lukopren N 8100 lze rovněž použít na výrobu tzv. svlékacích forem. Jedná se o tenkovrstvé formy, kde je kaučuk nanesen postupně v několika vrstvičkách bez použití textilní výztuhy. Po ztuhnutí (min. po 24 hodinách) se forma z odlitku prostě svlékne.

Mísení Lukoprenu N 8100 s Lukopren Katalyzátorem 8A

LUKOPREN N 8100 je třeba nejdříve homogenizovat rozmícháním v obalu. Zamíchání katalyzátoru (3 % hmot, 3,13 % obj.) je nutné věnovat zvýšenou pozornost vzhledem ke značné rozdílnosti viskozit obou složek. Pro mísení pasty a katalyzátoru je vhodné použít širší nádobku a bránit vmíchání vzduchu do hmoty. Poté se hmota nechá několik minut odvdušnit. Samovolný odchod vzduchových bublinek je díky vysoké viskozitě pasty velmi obtížný, proto se doporučuje evakuace pomocí vývěvy. Tím se zvýší kvalita vyráběné formy a věrnost otisků.

Díky prodloužené době zpracování katalyzované pasty (2 hodiny) je i doba vulkanizace ve srovnání s nízkopevnostními kaučuky Lukopren N výrazně delší. Kaučuk zvulkanizuje do nelepivého stavu cca po dvou dnech a při nízké relativní vlhkosti vzduchu (pod 30%) se tato doba ještě prodlužuje.

Vlastnosti kaučukové pasty Lukopren N 8100 a dávkování Lukopren Katalyzátoru 8A

| | |
|-----------|------------------------|
| Barva | zelená |
| Viskozita | 50.000 mPa.s |
| Hustota | 1115 kg/m ³ |

Dávkování katalyzátoru 3,0 % hmot (3,13 % obj)

Příklad dávkování katalyzátoru do kaučukové pasty **Lukopren N 8100**:

hmotnostně: odvážíme 100 g pasty **Lukopren N 8100** a navážíme nebo pipetou nabereme 3,0 g (=ml)

Lukopren Katalyzátoru 8A

objemově: odměříme 100 ml kaučukové pasty **Lukopren N 8100** a pipetou nabereme 3,1 ml (=g) **Lukopren Katalyzátoru 8A**

| | |
|-----------------------|---------|
| Doba zpracovatelnosti | 2 hod. |
| Doba odformování | 24 hod. |

Fyzikálně-mechanické vlastnosti vulkanizátu

| | |
|--------------------------|----------|
| Tvrdost (ČSN EN ISO 868) | 23° ShA |
| Pevnost (ČSN ISO 37) | 2,25 MPa |
| Tažnost (ČSN ISO 37) | 450 % |
| Lineární smrštění max. | 0,5 % |

Kaučuková pasta není určena k dalšímu probarvování ani k mísení s jinými přísadami např. k získání ni zší viskozity apod.

Lukopren Katalyzátor 8A je určen pouze pro vysokopevnostní **Lukopren N 8100** a **Lukopren N 8200**. U ostatních tzv. nízkopevnostních kaučuků řady **Lukopren N** (1522, 5221, Super atd.) se používá **Lukopren Katalyzátor**.

23. Lukopren N 8200

Ke konci roku 2007 byl na trh uveden **Lukopren N 8200**, který tak rozšiřuje sortiment vysokopevnostních silikonových kaučuků. **Lukopren N 8200** je snadno zpracovatelná kaučuková pasta s velmi dobrou zatékavostí. Smísením **Lukoprenu N 8200** se 4 % hmot. **Lukopren Katalyzátoru 8A** vzniká silikonová pryž s vyšší pevností

a zvýšenou odolností vůči natržení. **Lukopren N 8200** je vhodný k výrobě náročnějších výrobků ze silikonové pryže, kde je vyžadována vyšší odolnost vůči mechanickému a chemickému poškození.

Použití:

Lukopren N 8200 lze použít stejně jako **Lukopren N 8100** na výrobu náročných forem, kde je vyžadována vysoká odolnost vůči mechanickému a chemickému poškození. Proto jej lze použít na odlévání epoxidových, polyuretanových, akrylátových a polyesterových pryskyřic a tam, kde klasické nízkopevnostní dvousložkové kaučuky nevyhovují nebo vykazují krátkou životnost (odlitky za sádry, betonu apod.). Vedle výroby klasických forem ho lze použít i při výrobě tzv. Ve srovnání s **Lukoprenem N 8100** vykazuje **Lukopren N 8200** nižší viskozitu a tím tedy lepší zatékavost pasty, její snadnější zpracovatelnost a rychlejší odchod bublin.

Mísení Lukoprenu N 8200 s Lukopren Katalyzátorem 8A

LUKOPREN N 8200 je třeba nejdříve homogenizovat rozmícháním v obalu. Následně se do pasty nadávkuje **Lukopren Katalyzátor 8A** (4 % na hmotnost pasty, 4,17 % na objem pasty) a směs se rovnoměrně promíchá. Pro mísení pasty a katalyzátoru je vhodné použít širší nádobku a bránit vmíchání vzduchu do hmoty. Poté se směs aplikuje litím úzkým pramenem nebo natíráním štětcem. Vzhledem k relativně nízké viskozitě směsi je umožněn poměrně snadný odchod vzduchových bublin, přimíchávaných do směsi během vmíchávání katalyzátoru. Ještě snadnějšího odchodu vzduchových bublin lze dosáhnout evakuací směsi za pomoci vývěvy.

Vlastnosti kaučukové pasty Lukopren N 8200 a Lukopren Katalyzátoru 8A

| | |
|-----------|------------------------|
| Barva | žlutá |
| Viskozita | 19.000 mPa.s |
| Hustota | 1110 kg/m ³ |

Lukopren Katalyzátor 8A

| | |
|-----------|-------------------------|
| Barva | čirá až slabě nažloutlá |
| Hustota | 958 kg/m ³ |
| Viskozita | 6,51 mPa.s |

Dávkování katalyzátoru 4,0 % hmot (4,17 % obj)

Příklad dávkování katalyzátoru do kaučukové pasty **Lukopren N 8200**:

hmotnostně: odvážíme 100 g pasty **Lukopren N 8200** a navážíme nebo pipetou nabereme 4,0 g (=ml)

Lukopren Katalyzátoru 8A

objemově: odměříme 100 ml kaučukové pasty **Lukopren N 8200** a pipetou nabereme 4,2 ml (=g) **Lukopren Katalyzátoru 8A**

| | |
|-----------------------|---------------|
| Doba zpracovatelnosti | min. 80 minut |
| Doba odformování | 24 hod. |

Při nízké relativní vlhkosti vzduchu (pod 30 %) se vulkanizace kaučuku výrazně prodlužuje. Forma zůstává relativně dlouho lepkavá, proto je vhodné vlhkost vzduchu zvýšit – zvlhčovače vzduchu, zdroj vody na radiátoru vytápění apod.

Fyzikálně-mechanické vlastnosti vulkanizátu

| | |
|--------------------------|----------|
| Tvrdość (ČSN EN ISO 868) | 24° ShA |
| Pevnosť (ČSN ISO 37) | 1,94 MPa |
| Tažnosť (ČSN ISO 37) | 330 % |
| Lineární smrštění max. | 0,5 % |

Kaučuková pasta není určena k dalšímu probarvování ani k mísení s jinými přísadami např. k získání ni zší viskozity apod.

Lukopren Katalyzátor 8A je určen pouze pro vysokopevnostní kaučuky **Lukopren N 8100** a **N 8200**. U ostatních tzv. nízkopevnostních kaučuků řady **Lukopren N** (1522, 5221, Super atd.) se používá **Lukopren Katalyzátor**.

VIII. BEZPEČNOST A HYGIENA

24.

Kaučukové pasty jsou zdravotně nezávadné.

Lukopren Katalyzátor a Lukopren Katalyzátor 8A jsou dle platných předpisů klasifikovány jako nebezpečné přípravky. Při práci s nimi se řiďte pokyny uvedenými v bezpečnostních listech a na etiketách.
Po dokonalém z vulkanizování pasty s katalyzátorem na silikonovou pryž je materiál fyziologicky inertní.

Kontakt:

Obchodně-technická služba: tel.: 321 741 350-2
e-mail: ots@lucebni.cz

Odbyt: tel.: 321 741 545-7
fax: 321 721 578
e-mail: odbyt@lucebni.cz

Zpracovali: pracovníci oddělení OTS

Vydáno: 6. vydání, říjen 2007