

Kompletní průvodce výrobou vlastní formy

eBook

Výroba forem

ZDARMA

pro začátečníky



www.levneSilikony.cz

Úvod

Vytvoření flexibilní formy otiskem z originálního modelu vám umožní udělat jednu či mnoho reprodukcí tohoto originálu ve velmi krátkém čase. Nicméně, někteří lidé popisují výrobu formy jako únavný a nezáživný proces, který je lépe nechat na odborníky.

Každý kdo formy vyrábí, Vám řekne, že není nad osobní zkušenosti a žádná kniha z Vás odborníka neudělá. Je to o praktických zkušenostech a získání citu. Přesto každý musí začít od nuly, a pokud nemá poradce, je vděčný za jakoukoli pomoc.

Proto jsme vytvořili tento eBook, abychom dohady z výroby forem objasnili. Cílem je ukázat, že není čeho se bát.



2015

WWW.LEVNESILIKONY.CZ
INFO@LEVNESILIKONY.CZ



WWW.LEVNESILIKONY.CZ, INFO@LEVNESILIKONY.CZ

WWW.LEVNESILIKONY.CZ

Obsah

Co je to vlastně forma?	5
Na co se forma používá?	6
Můžete vytvořit formu téměř všeho - opravdu!	6
Materiály na výrobu forem	7
Výroba př. n. l.	7
Výroba dnes.....	7
Latexové kaučuky (<i>latex</i>)	8
Polysulfidové kaučuky (<i>polysulfidy</i>)	9
Silikonové kaučuky (<i>silikony</i>)	10
Polyuretanové kaučuky (<i>kaučuky</i>).....	11
Co je dvousložkový kaučuk?	12
Důležité pojmy.....	13
Míchací poměr (Mix Ratio).....	13
Doba zpracování (pot life)	14
Tvrdoměr (durometer)	14
Viskozita (Viscosity)	15
Vždy si důkladně přečtěte technický list	16
Co skrývá technický list?.....	16
Na co si dát pozor	17
Bezpečnost na prvním místě	17
Výroba forem a odlitků není pro děti.....	17
Dobré větrání je nezbytné.....	17
Noste ochranné pomůcky	17
Chraňte životní prostředí	17
Pozor na teplotu.....	17
Vlhkost by měla být snížena na minimum	17
Příprava pracovního prostředí	17
Neriskujte cenný model	18
Dobře využijte svůj čas	18
Važte a měřte pečlivě	18
Více dílnou formu nezapomeňte separovat.....	18



Věci potřebné pro výrobu formy.....	19
Tvorba jednoduché formy s plochou zadní stranou	20
Začněme s modelem	20
Stavíme ohrádku	20
Zajištění modelu	21
Utěsnění spár	21
Aplikace plniče pórů	21
Aplikace separátoru.....	21
Správná aplikace separátoru	22
Odměření materiálu na formu	22
Smíchání materiálu.....	23
Vakuování materiálu	23
Lití materiálu do ohrádky	24
Vytvrzení formy	24
Urychlení vytvrzení.....	24
Odformování	25
Nejčastější chyby při tvorbě formy	26
Shrnutí	27
Závěr	28
Připravujeme další eBook.....	28
Slovníček pojmů	29
Anglické výrazy	30



Co je to vlastně forma?

Jednoduše řečeno, forma je negativní otisk převzatý z pozitivního modelu (podobně jako negativ z fotografie). Vaším cílem při výrobě formy je reprodukovat originální model (jako přesnou kopii originálu) do co nejmenších detailů. Forma by měla zachytit každý detail, texturu, rozměr atd. z originálu.



Naším cílem je vytvořit formu

- rychle,
- s minimem potíží,
- s minimem nákladů.



Na co se forma používá?

Ať už si jste či nejste vědomi, formy se dotýkaly většiny věcí z našeho každodenního života a jsou použity pro nekonečné palety aplikací. Je až neuvěřitelné, jak moc jsme obklopeni výrobky vytaženými z forem.

Formy jsou použity k vytvoření jídla (např. vzorů dezertů, marcipánů), pro reprodukci soch. Fossilní hledači, muzea a preparátoři vytvářejí formy fosílií, aligátorů, ryb, atd. Na výrobu svíček se také používají formy, aby se vyrobilo nekonečné množství svíček. Tvůrci speciálních efektů, které udělají z filmu velkolepé dílo, potřebují různé rekvizity, masky, apod. V průmyslu se využívají formy na výrobu bot, které nosíte, přístrojové desky i pneumatiky v autě, ve kterém jedete, šálky, ze kterých pijete, telefon, který používáte, dekorativní odlitky, které zdobí domy i betonové panely použité na výstavbu budov, protihlukových stěn, atd.



Cílem tohoto eBooku je, abyste se pokusili vytvořit si vlastní formu.

Ukážeme si, jak to je snadné.

Můžete vytvořit formu téměř všeho - opravdu!

Ať už máte zájem o reprodukci tvarované postavy, starožitného rámu obrazu, průmyslového vzoru, architektonického prvku, fosílie, zvířecí kůže, struktury kusu tkaniny nebo např. hračku, začnete tím, že si vyrobíte formu.

Ať už chcete jeden nebo tisíc reprodukcí originálu, můžete to udělat pomocí formy. Ať je již původní model vyroben z hlíny, vosku, sádky, písku, betonu, kamene, kovu, kostí nebo téměř všech druhů materiálů, zhotovení formy umožňuje model reprodukovat. Na použitém materiálu závisí fyzikální vlastnosti výsledné formy.



Materiály na výrobu forem

VÝROBA PŘ. N. L.

Lidé vyráběli formy po tisíce let již od starověkého Egypta a Číny. V průběhu let se používala k výrobě forem řada materiálů včetně písku, vosku, lepidla, živočišného tuku, sádry, alginátu, kovu, plastu, opakovaně použitelného vinylu, želatiny a další.



VÝROBA DNES

Dnešní výrobci forem stále používají různé materiály, ale většina k výrobě používá jeden ze čtyř pružných kaučuků (kaučuků je jinak velká řada). Kaučuk je polymerní materiál přírodního nebo syntetického původu, vyznačující se velkou pružností, tedy schopností se účinkem vnější síly výrazně deformovat a poté opět zaujmout původní tvar. Je to tedy tzv. elastomer. Používají se hlavně z následujících důvodů:

- Věrně reprodukuje jemné detaily.
- Pružnost umožňuje snadné vyjmutí modelu i odlitku.
- Obecně mají formy dlouhou životnost, což umožňuje mnoho reprodukcí.
- Protože obecně vydrží mnoho reprodukcí, což snižuje náklady na výrobu.
- Studené vytvrzování – za pokojových teplot.
- Kaučuky výborně zatékají a nemají adhezi k většině materiálů, proto se používají pro zalévání a k výrobě pružných forem na odlévání.



Tyto materiály jsou latex, polysulfidy, polyuretany a silikony. V následujících odstavcích si představíme tyto materiály a uvedeme výhody a nevýhody každého z nich.



Latexové kaučuky (*latex*)

Latex je přírodní kaučuk extrahovaný z kaučukovníků vyskytujících se především v jihovýchodní Asii. Aby se dal latex použít jako materiál k výrobě formy, surový kaučuk je obvykle zpracován se čpavkem a vodou. Latex je téměř vždy natíraný na modelu (nezalévá se model).

Výhody – Latex je jednosložkový (není třeba nic vážit ani míchat) materiál, připraven k použití přímo. Velkou výhodou je, že je relativně levný. Latex je pružný a formy jsou obecně tenkostěnné, pevné s dobrou odolností proti oděru. Vzhledem ke své vysoké elasticitě, se forma sejme z modelu jako rukavice. Latexová forma si udrží svůj tvar i poté, co byla opakovaně srolována a obrácena naruby. Kvůli této vlastnosti a odolnost proti oděru, se latex běžně používá pro výrobu tzv. "rukavicových forem".

Nevýhody – Obecně pro Low-cost (levné) produkty. Smrštění v řádu 10 až 20% v závislosti na výrobku. Tvorba formy z latexu je pomalá a časově náročná. Forma z latexu může vyžadovat až 20 nátěrů. Což při schnutí jedné vrstvy 4 hodiny chvíli potrvá. Čas na výrobu natírané formy z latexu může trvat deset i více dnů. Mnoho výrobků z latexu je cítit po čpavku (nicméně, existují i výrobky s nižším smrštěním a bez zápachu). Latexové formy jsou obecně nevhodné pro odlévání pryskyřic.

Např.: materiál **Revultex** z e-Shopu www.levneSilikony.cz, cena od 186,- bez DPH (<http://levnesilikony.cz/index.php?section=forma&material=latexls&flag=cz>)



Polysulfidové kaučuky (polysulfidy)

Polysulfidový kaučuk [*polysulfide rubber*] je dvousložkový systém (báze A + tvrdidlo B), který byl oblíbený na výrobu forem v bronzových slévárnách po celém světě (pro lití vosku). Jsou k dispozici pro výrobu forem zaléváním modelu i pro natírání štětcem. U nás se nikdy nerozšířily, představují však nejstarší skupinu elastomerů, známou od roku 1954.

Výhody – Polysulfidové formy jsou velmi měkké, elastické a dlouho vydrží (některé formy jsou v produkci přes 40 let), a jsou dobré pro výrobu forem se zápornými a velmi jemnými detaily. Na rozdíl od jiných forem kaučuků, polysulfidový kaučuk nereaguje se sírou nebo modelínami na bázi vody. Příprava modelu je minimální. Po vytvrzení jsou polysulfidové formy vhodné pro lití vosku (metoda ztraceného vosku) a sádrové omítky.

Nevýhody – Nejčastější polysulfidové kaučuky s olověnými vytvrzujícími činidly mají nepříjemný zápach. Nově vyrobené polysulfidové formy mohou znečistit model. Polysulfidy mají špatnou odolnost proti oděru (není tedy vhodný pro odlitky betonu), a nejsou vhodné pro odlitky pryskyřic. Polysulfidy (složky A + B), musí být přesně odměřovány podle hmotnosti (vyžadována váha) nebo nemusí dojít ke správnému vytvrzení. Jsou středně drahé; dražší než latex, ale levnější než silikony.

Např.: materiál FMC od firmy Smooth-On, Inc.

(http://www.smooth-on.com/Polysulfide-Rubber/c1310_1305/index.html)



Silikonové kaučuky (silikony)

Silikonové kaučuky [*silicone rubber*] jsou dvousložkové systémy (báze A + katalyzátor B). K dispozici je rozmezí tvrdostí od velmi měkkých až po středně tvrdé. Silikony mohou být vytvrzovány katalyzátorem na bázi platiny (adiční typ) nebo cínovým katalyzátorem (kondenzační typ). Jsou k dispozici pro výrobu forem litím, natíráním, stříkáním a mají některé vynikající vlastnosti jako žádná jiná forma kaučuku.

Výhody – Silikonový kaučuk má nejlepší vlastnosti co se týče vyjmutí modelu nebo odlitku, což je zvláště výhodné, když děláte výrobu odléváním pryskyřice (polyuretany, polyestery a epoxidy). Není nutná žádná separace, takže není nutné po výrobě čistit formu. Silikony také vykazují velmi dobrou chemickou odolnost a odolnost vůči vysokým teplotám (205 ° C a vyšší). Vysoká teplotní odolnost formy umožňuje odlévat nízkotavitelné kovy a slitiny (tj. cín, olovo, woodův kov, apod.). Kombinace dobré vlastnosti separace, chemická odolnost a tepelná odolnost dělá ze silikonu nejlepší volbu pro odlévání pryskyřic.

Nevýhody – Silikonové kaučuky jsou obecně dražší (zejména adiční). Mohou být také citlivé na různé složky v modelu (například na modelovací hmoty s obsahem síry), které mohou zabránit silikonu ve vytvrzení. Silikonové kaučuky jsou obvykle hustější (mají vyšší viskozitu) než polyuretanové kaučuky. Pro zlepšení výsledků je možno použít odplynění vakuovou komorou, aby se minimalizovalo vzniku bublin ve formě. Při kombinaci delší doby zpracování a nižší viskozity, mají vzduchové bubliny dostatek času na uniknutí z formy. Silikonové složky (A + B) musí být smíchány přesně podle hmotnosti (vyžadována váha) nebo nemusí dojít ke správnému vytvrzení. Kondenzační silikony mají po vytvrzení malé smrštění. Adiční nemají téměř žádné smrštění. Více se dozvíte v technickém listu u konkrétního materiálu. Silikony mají menší životnosti oproti polyuretanovým kaučukům.

Např.:

*kondenzační typ – materiál **CHN-KS** z e-Shopu www.levneSilikony.cz, cena od 235,- bez DPH (<http://levnesilikony.cz/index.php?section=forma&material=chk1&flag=cz>)*

*adiční typ – materiál **Smooth-Sil** z e-Shopu www.silikonyCz.cz, cena od 866,- bez DPH (http://silikonycz.cz/index.php?section=silikony&material=smooth-sil_serie_a-silikon&flag=cz)*



Polyuretanové kaučuky (kaučuky)

Polyuretanové kaučuky [*polyurethane rubber*] jsou dvousložkové systémy (báze A + tvrdidlo B), které pokrývají širokou škálu aplikací při relativně nízkých nákladech. Formu je možné vytvořit litím, natíráním nebo nastříkáním na model.

Výhody – Polyuretanové kaučuky se snadno používají, protože většinou mají míchací poměr 1A:1B, tj. nepotřebujete váhu. Jsou k dispozici v širokém rozsahu tvrdosti od gelovité až po tvrdší než jsou pneumatiky auta. Mají relativně nízkou viskozitu a sami se odvákuují (není třeba vakuové nádoby). Dále mají dobrou odolnost proti oděru, a jsou tedy používány na odlitky abrazivních materiálů jako beton. Jsou levnější než adiční silikony a polysulfidy.

Nevýhody – Jestli silikonový kaučuk má ty nejlepší separační vlastnosti, tak tento typ kaučuku má ty nejhorší (bude držet vše). Důkladná příprava modelu (budeme pokrývat toto téma později) má zásadní vliv na úspěšnou výrobu formy. Materiál je citlivý na vlhkost. Při vystavení vlhkosti (při výrobě forem např. venku ve vlhkém dni) mohou vzniknout bubliny. Má omezenou dobu použitelnosti materiálu po otevření balení. Zbývající produkt může být ovlivněn okolní vlhkostí ve vzduchu.

Např.:

materiál **PMC** od firmy *Smooth-On, Inc*, cena od 608,- bez DPH

. (http://silikonycz.cz/index.php?section=kaucuky&material=pmc_serie&flag=cz)



Co je dvousložkový kaučuk?

Polyuretanový kaučuk, polysulfidový kaučuk i silikonový kaučuk jsou všechno dvousložkové materiály, které se skládají ze dvou částí A + B. Obvykle bývají barevně rozlišené, aby nedošlo k záměně. Kaučuky jsou tekuté směsi, které přidáním katalyzátoru vytváří houževnatou, pružnou pryž odolnou proti roztržení.



Složka A se smísí se složkou B v určitém poměru (míchacím poměru) a směs je nalita, natřena nebo nastříkána na model.



*Pokud chcete být úspěšní, jako jste nikdy nebyli,
udělejte něco, co jste ještě nikdy neudělali.*

Albert Einstein



Důležité pojmy

Pro lepší pochopení výroby forem pro vlastní potřebu, potřebujete vědět několik důležitých pojmů.

MÍCHACÍ POMĚR (MIX RATIO) - vyjadřuje správný míchací (směšovací) poměr (buď hmotnostně, nebo objemově), ve kterém se složka A smíchá se složkou B. Poté se materiál nalije na model. Tento poměr se liší materiál od materiálu a jsou vždy uvedeny v technickém listu pro daný produkt. Ačkoli se stanovení hmotnosti nebo objemu jednotlivých složek může jevit triviálně, na poprvé to může někomu způsobit problém hned na startu.

Ukázka míchacích poměrů:

1A: 1B objemově
2A: 1B hmotnostně
1A: 2B objemově
1A: 10B hmotnostně
26A: 100B hmotnostně
100A: 3B hmotnostně

Pokud materiál vyžaduje míchací poměr A + B hmotnostně, použijte váhu s přesností na gramy. Pokud materiál neodvážíte přesně, nemusí materiál vytvrdnout. Pokud používáte materiál s míchacím poměrem podle objemu, snažte se být tak přesní, jak jen to jde.

Příklad 1:

Vycházejme z toho, že chcete použít 750g materiálu. Specifickou hmotnost předpokládejme rovno 1, takže 1 litr odpovídá přibližně 1 kg materiálu.

Míchací poměr 2A:1B hmotnostně znamená, že složky A musí být 2 x více než složky B. Složka A bude mít tedy 2 díly a složky B 1 díl. Dohromady jsou to tři díly o celkové hmotnosti 750g.

Vypočteme hmotnost jednoho dílu: $750g / 3 \text{ díly} = 250g$ na 1 díl.

*Dopočteme složku A (ta má mít 2 díly): $2A = 2 * 250gA = 500gA$*

*dopočteme složku B: $1B = 1 * 250gB = 250gB$*

Kontrolní součet složek musí vyjít 750g: $A + B = 500g + 250g = 750g$

Odvážíme si tedy 500g složky A a 250g složky B a smícháme je dohromady. Výsledná hmotnost bude 750g.



Příklad 2:

Míchací poměr 4A:1B objemově znamená, že složka A bude 4 x větší (co do objemu) než složka B. Požadavek je získat 1 litr směsi.

Rozdělme si směs na 4 díly složky A a 1 díl složky B. Dohromady tedy 5 dílů musí dát 1000 ml.

Vypočteme hmotnost jednoho dílu: $1000\text{ml} / 5 \text{ díly} = 200\text{ml}$ na díl.

Dopočteme složku A (ta má mít 4 díly): $4A = 4 * 200\text{ml}A = 800\text{ml}A$

Dopočteme složku B: $1B = 1 * 200\text{ml}B = 200\text{ml}B$

Kontrolní součet složek musí vyjít 1000ml: $A + B = 800\text{ml} + 200\text{ml} = 1000\text{ml}$

Odměříme si tedy 800ml složky A a 200ml složky B a smícháme je dohromady. Výsledný objem bude 1000ml.

Důležité: Míchací poměr určí, jak budou složky zabaleny.

Tip: Běžnou chybou je, že lidé předpokládají, že míchací poměr jednoho produktu je stejný jako míchací poměr jiného materiálu. Přečtěte si technický list a zjistěte míchací poměr pro konkrétní produkt, který používáte.

DOBA ZPRACOVÁNÍ (POT LIFE) – Udává dobu, jak dlouho můžete míchat a aplikovat materiál, než se stane neaplikovatelným (ztuhne, zatvrdne). Teplota, ve které se pracuje, má vliv na dobu zpracování. V teple se tato doba zpracování zkracuje. V chladu naopak prodlužuje a dokonce nemusí při nízké teplotě dojít k vytvrdnutí. Obvykle se tato doba uvádí pro pokojovou teplotu. Při pokojové teplotě má většina forem kaučuku dobu zpracování 15 až 30 minut. Do této doby musíte materiál zamíchat a aplikovat. V některých případech může být žádoucí tuto dobu změnit. K tomuto účelu existují zpomalovače (prodlužují tuto dobu) a urychlovače (zkrátí tuto dobu).

Tip: Předem si zjistěte, kolik času budete mít na zamíchání a aplikaci. Při krátké době raději použijte stopky. Pokud nejste opatrní, zůstane Vám nezpracovaný a už nepoužitelný materiál v míchací nádobě.

TVRDOMĚR (DUROMETER) – Durometr měří tvrdost formy, která se pohybuje od měkké kůže 0A až k tvrdosti pneumatiky 95A. Společně s tvrdostí jsou spojené i jiné vlastnosti jako



pevnost v roztržení, odolnost proti oděru, apod. Čím nižší je hodnota durometru, tím je forma pružnější. A naopak, čím vyšší je hodnota durometru, tím je forma méně pružná.

Tip: Co pro nás tvrdost materiálu znamená? Výběr správné tvrdosti materiálu pro Vás závisí hlavně na dvou faktorech: 1) konfigurace vašeho modelu a 2) co budete odlévat do výsledné formy. Model, který má záporné úhly nebo mnoho úhlů (například parohy jelena) bude představovat problém při vyjímání modelu i odlitku z formy. Pro model, jako je tento, budete potřebovat vybrat měkký a pružný materiál (Shore 15A – 30A), který vám umožní sejmout formu z celého modelu. Pokud má váš model několik záporných úhlů, můžete použít tvrdší formy kaučuku (Shore 50A). Pokud je váš model poměrně jednoduchý a chcete udělat výrobek z betonu, můžete použít velmi tvrdé materiály (Shore 80A), které mají dobrou odolnost proti oděru a delší životnost formy.

VISKOZITA (VISCOSITY) – Ukazuje, jak dobře materiál teče (či neteče). Voda má viskozitu ve výši 1 cps.

Ukázka různých materiálů a jejich viskozity:

Voda - 1 cps
Stolní olej – 500 cps
Motorový olej – 2500 cps
Med – 10.000 cps
Melasa – 100.000 cps

Tip: Co pro vás znamená viskozita při výběru materiálu? Obecně platí, že čím vyšší viskozita, tím těžší je pro materiál samovolné odplynění (bubliny vzniklé při míchání se z materiálu sami neuvolní) bez použití vakuové nádoby. Většina silikonových kaučuků mají vysokou viskozitu (od 20.000 cps do více než 150.000 cps) a odvákuování materiálu po míchání se obvykle doporučuje. Na této spodní hranici 20.000 cps a dlouhé době zpracování (bublínky mají čas dostat se ven z materiálu) není použití vývěvy nutné. Nepoužijeme-li vývěvu, riskujeme, že dojde zachycení vzduchových bublin, které se odrazí ve vytvrzené formě. Polyuretanové kaučuky mají relativně nízkou viskozitu (800 - 4500 cps) a vzduch se sám uvolní. Odvákuování tedy není nutné.



Vždy si důkladně přečtěte technický list

Ať už si vyberete jakýkoli produkt, vždy si přečtěte technický list. Každý výrobek v něm má uvedeny důležité informace o používání tohoto konkrétního materiálu. Nejběžnější aplikace, technické informace (míchací poměr, tvrdost, viskozita, pevnost v tahu, pevnost v tlaku, dobu zpracování, dobu odformování, vlivy na vytvrzení, atd.), a mnohem více. Jsou zde také informace o bezpečnosti, obecné techniky na výrobu a jak dostat co nejvíce z vašeho materiálu.

CO SKRÝVÁ TECHNICKÝ LIST?

Obecný popis – Typ materiálu a důležité vlastnosti.

Technické parametry – Základní parametry, jejichž znalost je potřebná pro správné použití (např. míchací poměr, doba zpracování, doba vytvrzení, apod.). Další parametry popisující vlastnosti výsledné formy (např. viskozita, specifická hmotnost, barva, tvrdost, pevnost v tahu, prodloužení do natržení, odolnost proti roztržení, smrštění, apod.).

Práce s materiálem – Jak začít s materiálem pracovat. Jak materiál použít.

Bezpečnostní pokyny – Ochranné pomůcky, apod.

Extra důležité informace – Výjimečné, neobvyklé, ne úplně zřejmé věci.

Kompatibilita – Jaké jiné materiály je možno v kombinaci použít či naopak nelze.

Přísady do materiálu – Použití např. urychlovačů, pigmentu, plniv, apod.

Vytvrzení – Doba plného vytvrzení.

Uskladnění – Jak uskláňovat materiál (za jakých teplot, vlhkosti, apod.).



Na co si dát pozor

Určitě si dejte pozor na následující body v seznamu.

BEZPEČNOST NA PRVNÍM MÍSTĚ – Tyto materiály jsou bezpečné, pokud jsou správně používány a postupuje se podle pokynů.

VÝROBA FOREM A ODLITKŮ NENÍ PRO DĚTI - Udržujte všechny materiály mimo dosah dětí.

DOBŘE VĚTRÁNÍ JE NEZBYTNÉ – Používejte tyto produkty v dobře větraných prostorách. Nevdechujte výpary z produktů, uvolňujících činidel, pečetidel, plniv, pryskyřic, sádry, atd.

NOSTE OCHRANNÉ POMŮCKY – Používejte ochranné pomůcky jako rukavice a dlouhé rukávy. Oblečení pomůže minimalizovat kontakt materiálu s pokožkou. Pokud dojde ke kontaktu s pokožkou, omyjte ihned vodou a mýdlem. Nevytvrzený kaučuk může být odstraněn z pracovních ploch acetonem.

CHRAŇTE ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ – Postupujte podle technického listu. Zbytky materiálů likvidujte podle uvedených pokynů. Sledujte symboly na výrobku. Některé materiály mohou být škodlivé přírodě. Nevylévejte je do kanalizačního odpadu ani do odpadkového koše. Nejlepší je materiály použít podle uvedeného postupu v technickém listu (smíchat složky dohromady).

POZOR NA TEPLOTU – Dílna a všechny materiály (včetně vaší formy), by měly být uchovávány při pokojové teplotě (25 °C). V chladnějším prostředí vytvrzuje materiál delší dobu a v případě, že je teplota příliš nízká (<10 °C) materiál nevytverdne vůbec. Teplejší prostředí zkrátí dobu zpracování.

VLHKOST BY MĚLA BÝT SNÍŽENA NA MINIMUM – Vysoká vlhkost bude reagovat s polyuretanovým kaučukem. Díky tomu mohou vzniknout ve formě bublinky.

PŘÍPRAVA PRACOVNÍHO PROSTŘEDÍ – Pracovní povrch by měl být přístupný z nejméně dvou stran, a měl by být na stejné úrovni ve všech směrech. Chcete-li ochránit povrch před



politím a skvrnami, zakryjte desku stolu voskovým papírem nebo hnědým balicím papírem. Tyto materiály způsobují skvrny na oblečení.

NERISKUJTE CENNÝ MODEL – Pokud si nejste jisti kompatibilitou mezi formou (plničem pórů, separátorem, atd.) a povrchem modelu, otestujte daný materiál na podobném povrchu před použitím na modelu. V opačném případě nemusí forma v kontaktu s modelem vytvrdnout nebo nemusí jít sejmout.

DOBŘE VYUŽIJTE SVŮJ ČAS – Zatímco čekáte na zaschnutí natřené vrstvy nebo separátoru můžete uklidit pracovní prostor nebo provádět jiné úkoly. Nevytvrzený materiál může být odstraněn z pracovní desky acetonem nebo alkoholem.

VAŽTE A MĚŘTE PEČLIVĚ – Složky materiálu odvažujte co nejpřesněji.

VÍCE DÍLNOU FORMU NEZAPOMEŇTE SEPAROVAT – Jinak se obě poloviny slepí dohromady a budete blok muset řezat.



Věci potřebné pro výrobu formy

Než začnete, připravte si všechny potřebné materiály a pomůcky. Jakmile máte rozmíchaný materiál, je nejméně vhodná doba hledat další potřebné věci. Šetřete tak čas a peníze.

- Připravený pracovní stůl
- Model (originál)
- Podkladovou desku pod model (např. sklo, plexisklo).
- Dřevěné nebo akrylové desky pro opěrné stěny formy (ohrádku).
- Svorky
- Váhy (v případě míchacího poměru hmotnostně) nebo odměrku (v případě míchacího poměru objemově)
- Modelovací hmota na utěsnění spár v ohrádce
- Míchací nádoby
- Míchací tyčinky
- Uzavírač/plnič pórů (je-li potřeba)
- Separální prostředek/separátor (je-li potřeba)
- Materiál na výrobu formy
- Ochranné pomůcky
- Čisticí prostředky



Tvorba jednodílné formy s plochou zadní stranou

Pro ilustraci začneme s jednoduchým modelem s plochou zadní stranou. Máme tak rozdělen proces tvorby formy do jeho základních prvků. Pokud budete dělat vždy jen jeden krok a budete postupovat pečlivě podle pokynů, nemůžete udělat chybu.

ZAČNĚME S MODELEM – Jak bylo uvedeno dříve, model může být vyroben prakticky z jakéhokoli materiálu: vosk, jíl, sádra, kamen, beton, papír, kov, kost, textilie, atd. Náš model je jednoduchý dekorativní kus z terakoty (pálené hlíny). Model měří 30 x 23 x 2,5 cm.



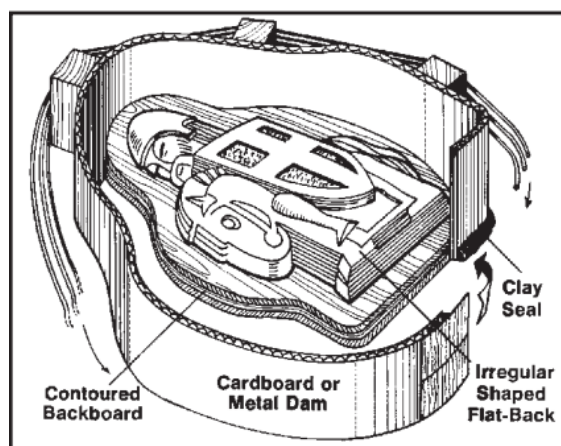
STAVÍME OHRÁDKU – Účelem ohrádky je, aby se zabránilo úniku tekutého materiálu kolem modelu. Ta materiál zadržuje, dokud forma nevytverdne. Velikost a tvar ohrady závisí na velikosti a tvaru modelu. Pokud je váš model malý, ohrádka může být něco jednoduchého, jako krabička od sušenek, krabice od doutníku, kávy, dortu, apod. Jestliže je model velký nebo nepravidelného tvaru, budete si muset postavit vlastní ochranný box.



Jako podložku pod model použijeme plexisklo, které by mělo být alespoň dvakrát větší než model. Podložka by měla být na rovině. Vycentrujte model doprostřed. Můžeme použít i např. dřevo, ale z plexiskla se forma snadno sejme. Nařezané kousky plexiskla sestavíme kolem modelu a pevně zajistíme svorkami. Tím získáme opěrné zdi.

Všimněte si, že existuje prostor obklopující model (minimálně 1 – 1,5 cm ve všech směrech, včetně nahoru od nejvyššího bodu modelu). Tento prostor mezi modelem a stěnami ohrádky definuje tloušťku stěny hotové formy.

Pro formování nepravidelného tvaru formy můžete stěny ohrádky udělat z tenkého plechu, lina nebo kartonu. Spojte ohrádku např. páskou.



ZAJIŠTĚNÍ MODELU – Zajistěte model k podkladové desce pomocí silikonového těsnění, tavné pistole, lepidla nebo modelovací hmoty. V našem případě vyválíme z modelovací hmoty tenké válečky a přitiskneme je na zadní stranu kolem obvodu modelu. Poté umístíme model do středu ohrádky a pevně přitiskneme k podkladu ve všech směrech. Tím srovnáme modelovací hmotu a vytváříme těsnění pod modelem, aby se zabránilo úniku silikonu pod model. Můžete model také přišroubovat k základní desce, ale poškodíte si tím model.



UTĚSNĚNÍ SPÁR – Chcete-li zabránit materiálu v úniku spárami v ohrádce nebo pod ní, je třeba všechny spoje utěsnit. Můžete použít těsnící silikon, tavnou pistoli, lepidlo nebo modelovací hmotu. Při použití silikonového kaučuku netěsněte spáry silikonem (přilepil by se k výsledné formě). Místo toho použijte raději modelovací hmotu. Udělejte si tenký proužek a vtiskněte ho do spáry (horizontálních i vertikálních, kdekoli může materiál protéci).



APLIKACE PLNIČE PÓRŮ – Modely z porézních materiálů (omítka, kámen, beton, dřevo, atd.) vyžadují zaplnění (utěsnění, uzavření) povrchových pórů. Modelovací hmoty na bázi vody nebo s příměsí síry (existují silikony, kterým síra brání ve vytvrzení ale i také, které se sírou nereagují), musí být takto také "uzavřeny". Vhodné uzavírače pórů jsou např. šelak, voskové pasty, vazelíny. Např. Smooth-on Superseal je uzavírač pórů, který nereaguje s modelem a může být odstraněn teplou vodou.



***Poznámka:** Pokud používáte silikonový kaučuk, nepoužívejte šelak k utěsnění modelu. Použijte Superseal, vazelínu nebo akrylový sprej.*

APLIKACE SEPARÁTORU – Po uzavření povrchu modelu, použijte separátor. Ten umožní bezproblémové vyjmutí modelu z hotové formy. Použijte separátor speciálně vyrobený pro výrobu forem a odlitků. Při použití nesprávného separátoru se může stát, že se model k formě přilepí a vy už ho nesundáte. Nebo se může stát, že forma nevytvdne. Proto si raději vždy udělejte malou zkoušku. Existuje velká škála možných materiálů a může se stát, že vznikne chemická reakce, která zabrání vytvrzení formy na povrchu kolem modelu. Není pak snadné model vyčistit a jeho povrch může být narušen. Separace modelu od formy je potřeba hlavně



u polyuretanového kaučuku. Silikonový kaučuk je samoseparační (model se k silikonu nepřilepí).

Nevhodné separátory: rostlinné oleje, minerální oleje, motorové oleje, mazací spreje (WD40).

Doporučené separátory: Ease Release 200, Universal Mold Release (UTS).

Separátory jsou jak ve spreji (nasprejujete), tak v kapalině (nanášení štětcem nebo stříkané rozprašovačem).

Poznámka: Používáte-li na formu silikon (např. [CHN-KS](#)), nepoužívejte separátor na bázi silikonu. Pokud chcete separovat silikon od silikonu (při vícedílné formě), použijte např. separátor Ease Release 200.

SPRÁVNÁ APLIKACE SEPARÁTORU

Upozornění: Nesprávný postup aplikace separátoru bude mít za následek přilepení modelu k formě.

Správný způsob, jak aplikovat separátor je:

- 1) Naneste tenkou vrstvu separátoru ve spreji na celý povrch modelu a okolí formy (jakýkoli povrch, který přijde do kontakt s formou). Nepřežte to.
- 2) Používejte čistý štětec a natřete povrch modelu a okolí. Ujistěte se, že u složitých detailů, záporných úhlů a těžko přístupných místech je vše důkladně natřeno.
- 3) Naneste další vrstvu sprejem a nechte uschnout po dobu 10 minut.



Upozornění: Nenamáčejte svůj model v separátoru. Mohou tak kolem modelu vzniknout malé bublinky, které se otisknou do pracovní části formy. Tyto bublinky ve formě budou kopírovány i na výsledný odlitek. To je nežádoucí.

Jakmile jste aplikovali plnič pórů a separátor, model je připraven. Dalším krokem je měření, míchání a nalití formovacího materiálu na model.

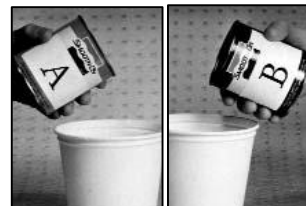
ODMĚŘENÍ MATERIÁLU NA FORMU

Jak bylo uvedeno výše, některé materiály vyžadují přesné vážení složek (A + B). Patří mezi ně většina silikonů, polysulfidy a kaučuky. Pokud používáte materiál, který vyžaduje vážení, použijte váhu s přesností na gramy.



Pokud používáte materiál s míchacím poměrem podle objemu, snažte se být tak přesní, jak jen to jde.

Důležité upozornění: Pokud je doporučeno, musíte nejprve promíchat složku A a/nebo složku B před dávkováním do míchací nádoby. Pokud tak neučiníte, můžete způsobit nesprávné vytvrzení. Některé složky časem tzv. "sednou" ke dnu. Přečtěte si technický list materiálu.



Při míchacím poměru 1A:1B naplňte celou měřicí nádobu složkou A a přelijte ji do míchací nádoby. Stejný postup aplikujte na složku B.

Tip: Chcete zjistit, kolik materiálu potřebujete na výrobu formy? Do ohrádky můžete nasypat např. písek a celou ji zaplnit jako byste vytvářeli formu. Pak písek nasypete do odměrky a zjistíte potřebný objem materiálu. Specifická hmotnost je u většiny materiálů blízko 1, takže 1 litr odpovídá přibližně 1 kg materiálu.

SMÍCHÁNÍ MATERIÁLU



Jedním z nejčastějších důvodů proč forma nevytvdne správně, je nesprávné míchání. Je naprosto nezbytné, abyste získávali a rozvíjeli dobrou míchací techniku.

Míchejte složky A + B po dobu nejméně tří minut. Pokud mícháte materiál poprvé, použijte hodiny nebo stopky pro sledování času.



- Buďte důkladní, ne rychlí! Většina materiálů má dobu zpracování takovou, že poskytuje dostatek času na zamíchání i aplikaci.
- Nepoužívejte šlehač nebo vrtačku na míchání materiálu nebo si vytvoříte v materiálu bublinky, které pak mohou zůstat na povrchu hotové formy.
- Míchejte pomalu a ujistěte se, že jste několikrát seškrábli materiál ze stran a dolní části míchací nádoby.

Tip: Když si myslíte, že jste vše promíchali dostatečně, zamíchejte vše znovu. Jen pro jistotu.

VAKUOVÁNÍ MATERIÁLU

Poznámka: Jak bylo uvedeno výše, polyuretanové kaučuky mají obecně nízkou viskozitu a bubliny brzy samy zmizí. Po smíchání silikonových kaučuků, které mají vysokou viskozitu, byste měli umístit míchací nádoby do vakuové komory a odstranit vzduchové bubliny.



Jakmile je materiál uvnitř komory, umístěte víko nad vakuovou komoru a připojte vývěvu. Zapněte vývěvu. Všechn vzduch v komoře (včetně vzduchu, který je zachycený vysokou viskozitou v materiálu) je odstraněn z materiálu asi po třech minutách. Protože je vzduch vysáván z materiálu, stoupá a zvětšuje několikanásobně svoji velikost. Jakmile je odstraněn vzduch, materiál se vrací zpět do svého počátečního objemu a je připraven k nalití do formy prakticky bez bublin.

Pokud se chcete zbavit bublin, tak vakuování je jedním ze způsobů. Druhá možnost je technika, kdy se forma po zalití modelu vloží do tlakové nádoby a vystaví působení tlaku. Což je opak odvakuování, kdy vzniká podtlak.

LITÍ MATERIÁLU DO OHRÁDKY

Po důkladném promíchání nastal čas na nalití materiálu na model. Nevylévejte směs přímo na model, protože se tak může zachytit vzduch. Místo toho, najděte nejnižší bod ve formě a lijte směs v tomto bodě pomalou, konstantní rychlostí. Nechte materiál stoupat nahoru a přes model. To vytlačí vzduch z nejnižšího bodu a minimalizuje zachycení vzduchu.

Můžete si všimnout malých vzduchových bublin stoupajících na povrch. Ty můžete následně odstranit přejetím nad povrchem zdrojem tepla (např. vysoušečem vlasů).



VYTVRZENÍ FORMY

Další krok je snadný, nechte formu vytvrdnout do pevného stavu přes noc v pokojové teplotě (25 °C).



URYCHLENÍ VYTVRZENÍ

Jsou dvě možnosti jak urychlit vytvrzení formy.

- 1) Existují speciální urychlovače, které dokážou zkrátit dobu vytvrzení z např. 16 hodin na jednu hodinu. Přečtěte si pozorně technický list. V něm je mimo jiné napsáno, do které složky se urychlovač přidává. Fyzikální vlastnosti výsledné formy mohou být jiné než bez urychlovače.
- 2) Další možností je zvýšení teploty. Vyšší teplota způsobí, že forma tvrdne rychleji. Poté, co forma "zželatínuje" (cca jedna hodina), umístěte formu do trouby a při 66 °C nechte



tvrdnout čtyři hodiny. Poté nechte vychladnout formu po dobu jedné hodiny. Pozor: nepoužívejte kuchyňskou troubu (můžete si ji zašpinit).

ODFORMOVÁNÍ

Jakmile forma vytvrdne, můžeme model (originál) vyjmout z vytvrzené formy. Odstraňte ohrádku a modelínu ze stran formy.

Jestliže šlo všechno v pořádku, pak lze model snadno vyjmout z formy. Forma okopírovala všechny i nejmenší detaily (sejme i otisky prstů) z originálu.



***Možnost:** Dodatečné vytvrzení (post cure) formy pro lepší výsledky. Ačkoli to není nutné, toto dodatečné vytvrzení formy zvyšuje fyzikální vlastnosti a výsledky. Umístěte formu do trouby o teplotě cca 65 °C na 4-6 hodin. Poté nechte vychladnout na pokojovou teplotu. Více se dočtete v technickém listu.*



Nejčastější chyby při tvorbě formy

Moje forma nevytvrdla! – Nejčastější signál, že se něco nepovedlo. Co s tím? Co se asi pokazilo?

1. Forma nevytvrdla

- a. **Špatný míchací poměr** – Například míchací poměr je 2A:1B objemově a vy jste pracovali s poměrem 1A:1B. Někdy Vám může napovědět balení, ve kterém jste materiál obdrželi. Pokud dostanete 1kg složky A a 100g složky B, pak míchací poměr nejspíše nebude 1A:2B ani 1A:1B, ale mohl by být např. 10A:1B. Vždy se podívejte do technického listu.
- b. **Záměna složek** – Po odměření složky B se vezme znovu složka B a odměří se. Následně se obě složky B smíchají. Ale bez přítomnosti složky A materiál nevytvrdne. Začněte vždy odměřením složky A, a pak teprve složkou B. Postup nikdy neměňte a nemůžete se tak splést.
- c. **Nepoužili jste dostatečně přesnou váhu** – Například jste použili osobní váhu místo váhy s přesností na gramy.
- d. **Teplota místnosti je příliš nízká** – Například jste zalili formu večer venku a v noci příliš klesla teplota.

2. Forma vytvrkla jen částečně

- a. **Špatně zamíchaný materiál**
- b. **Nepřesně stanovený poměr složek A + B** nebo záměna míchacího poměru z váhového na hmotnostní (nebo naopak).
- c. **Špatně promíchané složky před smícháním** – Některé složky tzv. “sedají”. Musí se proto vždy před odebráním části materiálu důkladně promíchat, aby se promíchala těžší složka u dna s lehčí složkou nahoře. Toto bude napsáno v technickém listě.
- d. **Model nebyl dostatečně připraven** – nebyl např. uzavřen plničem pórů či separován.
- e. **Neprovedli jste si malou zkoušku u nových materiálů** – Pokud nemáte zkušenosti s materiálem na formu v kombinaci s materiálem, z něhož je vyroben model, udělejte si raději zkoušku. Je možné, že chemická reakce zabrání vytvrzení formy kolem modelu.

3. Model nejde vyjmout z formy

- a. **Model nebyl dostatečně uzavřen** – Použili jste nevhodný uzavírač pórů nebo jste ho neaplikovali dostatečně.
- b. **Model nebyl dostatečně odseparován** – Použili jste nevhodný separátor nebo jste ho aplikovali nedostatečně nebo jste ho neaplikovali předepsaným způsobem.



Shrnutí

Celá tato brožura může být shrnuta do následujícího seznamu relativně jednoduchých úkonů. Po prvním pokusu a následném zdokonalení bude tvorba forem jako pečení chleba. A to, pokud máte recept, už nezapomenete.

- Začněte výběrem pro Vás vhodného materiálu na formu.
- Přečtěte si technický list materiálu.
- Připravte si pracovní prostředí a ochranné pomůcky.
- Připravte si model.
- Aplikujte uzavírač pórů (je-li třeba).
- Aplikujte separátor (je-li třeba).
- Stanovte si rozměry ohrádky a tím i tloušťku výsledné formy.
- Vyroberte si ohrádku.
- Zajistěte ohrádku před únikem materiálu.
- Zajistěte pevně model v ohrádce.
- Promíchejte jednotlivé složky před odlitím (je-li třeba).
- Odměřte jednotlivé složky materiálu.
- Přidejte plniva, přísady, pigmenty, apod.
- Zamíchejte pečlivě materiál. Pozor na uvíznutí vzduchových bublin.
- Proveďte odplynění (je-li třeba).
- Nalijte materiál do ohrádky tenkým plynulým proudem.
- Ukliděte si pracovní prostor.
- Nechte vytvrdnout.
- Vyjměte model z formy.
- Očistěte model.
- Očistěte formu.
- Máte hotovou formu pro nalití odlitku.



Závěr

Doufám, že jsme Vám problematiku kolem výroby forem osvětlili. Pokud se díky tomuto eBooku vrhnete na výrobu, nebyla práce na něm zbytečná.

Pokud jste dočetli až sem, tak gratuluji. Můžete se pustit do prvního pokusu. Budeme rádi, pokud nám napíšete na náš email zpětnou vazbu. Pomůžete tak svými příspěvky vylepšit tento eBook pro ostatní čtenáře.

Pokud při čtení tohoto eBooku narazíte na něco, co Vám nebude jasné, nebo se budete chtít na něco zeptat, neváhejte mi napsat. Budu rád i za to, když mi napíšete, jak se Vám eBook líbil a v čem Vám pomohl. Email: info@levneSilikony.cz

Připravujeme další eBook

Pokud bude zájem, uvažujeme o dalších návodech jako např.:

- výroba odlitků
- výroba vícedílných forem
- výroba forem natíráním materiálu na model

Jestli máte i jiné nápady, napište nám a pokusíme se udělat maximum.



Slovníček pojmů

doba zpracování [pot life] – jak dlouho můžete s materiálem pracovat

doba vytvrzení [cure time] – za jak dlouho je forma vytvrzená

durometr [durometer] – přístroj určující tvrdost materiálu

míchací poměr [mix ration] – poměr mezi složkou A a složkou B.

odformování [demold] – vyjmutí modelu z formy

odvakuování [vacuuming] – proces odstranění uvíznutých bublin ze směsi

směšovací poměr – viz míchací poměr

viskozita [viscosity] – tekutost směsi



Anglické výrazy

accelerate – urychlování

cast – odlitek

clamps – svorky

color - barva

cure – vytvrzování

cure time – doba odformování

demold – odformování

elongation at Break – prodloužení do roztržení

hardness – tvrdost

modeling clay – modelovací hmota

mixing containers – míchací nádoba

mix ratio – míchací poměr

mold – forma

mold rubber – kaučuk na formu

original model – model

platinum-cure – platinový katalyzátor (adiční typ silikonu)

pot life – doba zpracování

pouring – zalévání

polysulfide rubbers – polysulfidový kaučuk

release agent – separátor

rubber – kaučuk

safety – bezpečnost

sealing agent – uzavírač/plnič pórů

scale – váha

silicone rubbers – silikonové kaučuky

shrinkage – smrštění

specific volume – specifická hmotnost

stirring sticks – míchací tyčinky

tensile Strength – pevnost v tahu

tin-cure – cínový katalyzátor (kondenzační typ silikonu)

volume – objem

weight – váha, hmotnost



V knize jsou použity fotografie a informace z materiálu firmy Smooth-On How To make Molds and casting.

Kopírování částí tohoto eBooku je možné pouze s autorovým souhlasem a s uvedením zdroje. Pokud chcete využít části tohoto textu do rozsahu půl strany, pak můžete. Budeme rádi, pokud uvedete zdroj.

