



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

197292
(11) (B2)

(22) Přihlášeno 08 06 77
(21) (PV 3795-77)

(40) Zveřejněno 31 07 79

(45) Vydáno 15 02 83

(51) Int. Cl.³
B 29 C 1/02
B 29 D 11/00

(72) (73)
Autor vynálezu
a současně
majitel patentu

SHEPHERD THOMAS H., HOPEWELL (Sp. st. a.)

(54) Forma pro výrobu kontaktních čoček

1

Vynález se týká formy pro výrobu kontaktních čoček.

Základní problém, který je třeba překonat při použití uzavřených forem pro odlévání předmětů, jako kontaktních čoček, kde je důležitý vnější povrch, pravidelný okraj a povrchová úprava, je kompenzace nevyhnutelného smrštění, které se vyskytuje při polymeraci. U mnohých monomerních materiálů je objemové smrštění při polymeraci v rozmezí 12 až 22 %. Tomuto smršťování se dříve předcházelo uspokojivě odléváním předmětů, jako kontaktních čoček, z vinylových monomerů, jako esterů kyseliny akrylové a methakrylové, vinylpyrrolidonu, substituovaných nebo nesubstituovaných akrylamidů nebo methakrylamidů apod. Například, jak je uvedeno v US patentu 3 660 545 (sloupec 1 a 2), polymerující směs esteru kyseliny akrylové nebo methakrylové, udržovaná v uzavřené skleněné formě, se stále stahuje alespoň z jednoho povrchu formy, což způsobuje vznik povrchových dutin, které činí litý předmět nevhodný jako čočka.

Při dalším známém způsobu (viz US patent 3 660 545) se polymerující směs udržuje mezi konkávní a konvexní částí skleněné formy, mezi kterými je upravena prstenovitá mezera, která se zmenšuje, jak probíhá

2

polymerace, avšak opět vlivem polymeračního smršťování vzniká útvar s nepravidelným okrajem. Tato okrajová část by mohla být odstraněna odříznutím, což však má za následek tlustší okraj, který má sklon dotýkat se očního víčka během jeho pohybu a způsobovat přemístění čočky.

Tyto obtíže s kompenzací smršťování proto dříve zabraňovaly výrobě čoček litím v uzavřených formách a byly používány jiné způsoby kontaktních čoček ze zesíťovaných polymerních materiálů, jako je odstředivé lití, obrábění a leštění.

Při odstředivém lití, jak je uvedeno v US patentech 3 408 429 a 3 496 254, se polymerační směs vloží do rotační otevřené formy, mající konkávní povrch. Přední, konvexní povrch čočky se tedy tvoří povrchem formy a zadní, konkávní povrch čočky se tvoří jako výsledek odstředivé síly, povrchového napětí polymerační směsi a jiných činitelů, jako je viskozita a tvar formy, objem polymerační směsi, stav povrchu formy atd. Konkávní povrch takto tvarované čočky je přibližně parabolický a musí být pečlivě kontrolováno mnoho činitelů, aby se získaly reprodukovatelné tvary. Čočky vyrobené odstředivým litím obvykle vyžadují po polymeraci úpravu okrajů a jejich optická kvalita není právě nejvyšší, protože nemají věrně

sférické optické pásmo, vzhledem k tomu, že zadní povrch nemá kulový tvar.

Většina výrobců kontaktních čoček ze zesíťovaných polymerních materiálů pužívá tradičního obrábění nebo mechanického zpracování a leštění polotovarů čoček, jak je popsáno v US patentu 3 361 858. Tato metoda má tu výhodu, že zakřivení a tloušťku čoček lze volit „na míru“ a zhotovovat tak v jakémkoliv žádaném provedení. Dosahuje se tím též vysoké optické kvality. Tato metoda však má nevýhodu v tom, že vyžaduje výsokce odborné pracovníky.

Úkolem vynálezu je vypracovat formu pro výrobu litých čoček, které by měly požadované optické a přizpůsobovací vlastnosti obráběných a leštěných čoček.

Předmětem vynálezu je forma pro výrobu kontaktních čoček, skládající se z vnitřního dílu formy, jehož povrch má v podstatě podélnou osu a předem stanovené zakřivení pro tvarování jednoho povrchu kontaktní čočky, a z vnějšího dílu formy, jehož povrch má rovněž v podstatě podélnou osu a předem stanovené zakřivení pro tvarování druhého povrchu kontaktní čočky.

Podstata formy podle vynálezu k výrobě kontaktních čoček je v tom, že jeden z dílů (110, 130) formy je opatřen ohebným lemem (116, 536), připojeným po obvodu k povrchu dílu formy a majícím osu společnou s podélnou osou dílu formy, přičemž forma je vytvořena z plastické hmoty.

Forma podle vynálezu obsahuje tedy vnitřní díl, vnější díl a ohebný lem. Vnitřní díl formy obsahuje tvarovací plochu a ve výhodném provedení v podstatě válcovitou opěrnou část, u níž je tvarovací plocha připevněna obvodově kolem dolního obvodu opěrné části. Povrch formy má předem stanovené zakřivení pro jeden z povrchů kontaktní čočky.

Vnější díl formy podobně obsahuje druhou tvarovací plochu a v přednostním provedení obsahuje dutou válcovou opěrnou část. Vnitřní průměr tohoto válce se přibližně rovná vnějšímu průměru opěrné části vnitřního dílu, vnější díl má však o něco větší průměr než vnitřní díl. Průměry jsou předem stanoveny tak, že je dostatečná vůle proto, aby vnitřní díl formy zapadl do vnějšího dílu a přebytečný monomer nebo jiný použití materiál mohl vytéci mezi oběma díly formy. Vůle však nesmí být velká, aby nezpůsobila nevhodnou vzájemnou polohu dílů formy tou měrou, že by nepříznivě působila na optické vystředění vyráběné čočky.

Ve výhodných provedeních je jeden konec uvedený vnější části uzavřen druhou tvarovací plochou předem stanovené křivosti, přičemž tvarovací plocha vytváří povrch vyráběné kontaktní čočky.

Ohebný lem je zcela připojen k tvarovací ploše buď vnitřní části, nebo vnější části takovým způsobem, že je s ní souosý.

Plochy formy jsou tak upraveny, že jedna je konkávní a druhá konvexní. Jak bude

zřejmý z dalšího popisu, všechny kombinace, kdy jsou konkávní nebo konvexní zakřivení spojena lemem, jsou předmětem vynálezu.

Předmět vynálezu je blíže objasněn na připojených výkresech, kde obr. 1 až 6 znázorňují formu podle vynálezu ve svislém řezu.

Obr. 1 znázorňuje konvexní vnitřní tvarovací plochu s ohebným lemem, který je k ní připevněn, a konkávní vnější tvarovací plochu.

Obr. 2 znázorňuje konkávní vnitřní tvarovací plochu a konvexní vnější tvarovací plochu s ohebným lemem připevněným k vnější ploše.

Obr. 3 je podobný obr. 2, s tím rozdílem, že ohebný lem je připojen k vnitřní části.

Obr. 4 je alternativní provedení podle obr. 3.

Obr. 5 je podobný obr. 1, s tím rozdílem, že ohebný lem je připevněn k vnější tvarovací ploše.

Obr. 6 znázorňuje zjednodušené provedení podle obr. 1.

Obr. 7 znázorňuje pohled na uzavřenou formu z obr. 1, kde lem je znázorněn v ohrnutém stavu.

Ve všech obrázcích značí poslední dvě číslice ekvivalentní části číslované třemi číslicemi, kde poslední dvě číslice jsou stejné. Tedy značky 110, 210, 310 a 410 všechny značí vnitřní díl formy.

V dále uváděném podrobnějším popisu nejvýhodnějšího provedení je uváděno pouze provedení podle obr. 1, avšak popis týkající se tohoto provedení je aplikovatelný i na provedení podle všech ostatních obrázků.

Forma se skládá ze dvou dílů, a to vnitřního dílu 110 a z vnějšího dílu 130. Vnitřní díl se skládá v podstatě z válcové části 114, která má ve své hornější části obrubu 112.

Jak je znázorněno, uvedená válcová část 114 je dutá, aby se ušpořil materiál potřebný na formu, avšak vynález není nikterak omezen pouze na toto provedení.

Válcová část 114 je uzavřena vnější tvarovací plochou 123, obvodově připojenou ke dnu válcové části 114. Zakřivení tvarovací plochy 123 je předem stanovené tak, aby bylo vyhověno požadavkům kladeným na vyráběnou čočku. Zakřivení může být sférické nebo asférické nebo kombinace obou. Dále může být povrch torický ve středové nebo optické zóně, ale okrajová část musí být symetrická s ohledem na středovou osu čočky, aby se dosáhlo řádného usazení nebo spojení s okrajem, což bude diskutováno dále. V provedení podle obr. 1 je umístěn kolem tvarovací plochy integrálně s ní ohebný obvodový lem 116. Uvedený lem 116 obsahuje vnější plochu 117, vnitřní plochu 119 a dosedací hranu 118.

Vnější díl 130 formy se skládá z válcové části 134, usazené s výhodou v základové části 132, která je k ní na obvodu upevněna, a z vnější tvarovací plochy 140, usazené

uvnitř válcové části 134. Se zřetelem na vnitřní tvarovací plochu 120 je zakřivení vnější tvarovací plochy 140 předem stanoveno a může se měnit stejným způsobem jako zakřivení vnitřní tvarovací plochy 120. Pouhé omezení na vzájemný vztah zakřivení tvarovacích ploch 120 a 140, které bude podrobně diskutováno níže, má za následek, že výrobek, který je mezi nimi tvarován, bude mít vhodné vlastnosti pro kontaktní čočky, zejména bude mít konkávní plochu, která se bude při použití dotýkat oční bulvy, a druhou, konvexní plochu, která se bude dotýkat vnitřní části očního víčka.

Během postupu, který bude podrobněji uveden v dalším popisu, se materiál k výrobě čočky umístí do vnější části formy. Vnitřní část se zavede do vnější části tak, že dosedací hrana 118 okraje, v tomto případě spojená obvodově s vnitřní tvarovací plochou 120, se právě dotkne vnější tvarovací plochy 140. V tomto místě se přebytečný tvarovací materiál vytlačí mezi vnější hranu válcové části 114 a vnitřní hranu válcové části 133. V provedení znázorněném na výkrese nejsou znázorněny nebo provedeny žádné odváděcí kanály v uvedených válcových částech. Přesto opatření forem tlakovými kanály spadá do rozsahu vynálezu.

Obě části formy, obsahující tvarovací materiál, se potom stlačí. Tvarování je popsáno podrobně dále. Během tvarování se tvarovací materiál smršťuje, tato kontrakce může být až 20 % objemu tvarovacího materiálu původně přítomného mezi plochami 119, 120 a 140. Protože kontrakce probíhá v úplně uzavřeném prostoru, tvoří se vakuum, proti kterému působí atmosférický tlak, který způsobuje pohyb dvou dílů 110 a 130 formy směrem k sobě. Ohebnost lemu 116 dovoluje, aby se díly formy navzájem přiblížily, přiměřeně k jeho ohebnosti. Je-li to žádoucí, může být použit vnější tlak k zabezpečení přiblížení tvarovacích ploch navzájem co možná nejblíže. Použití takového vnějšího tlaku není však vždy nutné. Zatímco v určitých případech je možné tím dosáhnout zlepšených výsledků, budou se obvykle provádět tvarování bez uvedeného vnějšího tlaku.

Po ukončení tvarovacího postupu se díly formy oddělí a vyrobená čočka se vyjme z formy hotová a po očištění a leštění okrajů je schopna použití.

Optické plochy, kontaktní plochy, jsou v žádaném stavu.

Jak je uvedeno výše, provedení forem podle obr. 1 je nejvýhodnější, protože je nejjednodušší. Obr. 5 znázorňuje změnu formy podle obr. 1, kde lem 536 tvoří celek s vnější tvarovací plochou 540. V této modifikaci, stejně jako v obr. 1, je vnitřní plocha konvexní a vnější plocha konkávní. Vrchní lem 538 lemu 536 se dotýká vnitřní tvarovací plochy 520 a plochy uzavírající materiál, který tvoří čočku, jsou definovány plochami mezi body na ploše 520, kterých se dotý-

ká okraj 538, a vnitřní plochou 539 lemu 536 spolu s vnitřní částí tvarovací plochy 540. Postup tvarování je stejný, jak byl popsán u obr. 1, a bude podrobněji uveden dále.

Obr. 2 znázorňuje jiné provedení formy podle vynálezu, kde okraj lemu 236 je připojen k vnější tvarovací ploše 240. Podle této modifikace je však vnější tvarovací plocha 220 konkávní. Jinak jsou postup a vzájemný vztah částí stejné, jako předtím.

Obr. 3 znázorňuje modifikaci provedení podle obr. 2, kde ohebný lem 316 je připojen k vnitřní, konkávní tvarovací ploše 320, a ne k vnější, konvexní tvarovací ploše 340.

V modifikaci podle obr. 4 je uvedena změna obr. 3, kde ohebná hrana lemu 15 (zde 416) je umístěna na okraji tvarovací plochy 420, a nikoliv uvnitř, jak znázorňuje obr. 3.

V provedení podle obr. 6 je válcová opěrná část 11 vnitřní části a válcová opěrná část 34 vnější části odstraněna, takže tvarovací plochy 620 a 640 forem zapadají přímo do sebe. Zatímco tato modifikace je operativní a ukazuje základní vlastnosti vynálezu, jsou modifikace zahrnující dodatečně válcové opěrné prostředky výhodnější s ohledem na jejich manipulaci.

Postup podle vynálezu závisí na několika vzájemně působících faktorech, z nichž jedním je tvar formy. Dalším faktorem je povaha materiálů použitých ke konstrukci formy. Materiál použitý pro konstrukci formy musí být za podmínek používaných při tvarování dostatečně tuhý, aby udržel předem stanovená zařívání tvarovacích ploch. Kromě toho, když se tvaruje v tenkém prstenci, jako je lem 116, musí být dostatečně ohebný, aby umožnil výše zmíněnou kontrakci tvarovacího objemu.

Bylo zjištěno, že vhodnými materiály pro výrobu forem jsou termoplastické pryskyřice, které jsou inertní k polymeračnímu prostředí, mají žádanou ohebnost za polymeračních podmínek, nelepí se k polymerizovaným hmotám a mohou být tvarovány na opticky kvalitní plochy. Zvláště vhodnými materiály jsou polyolefiny, jako je polyethylen o nízké, střední a vysoké měrné hmotnosti, polypropylen, kopolymery propylenu známé jako polyalomery, polybuten-1, poly-4-methylpenten-1, kopolymery ethylenvinylacetátu a ethylenvinylalkoholu a kopolymery ethylenu, jako jsou polyionomery. Jinými vhodnými materiály jsou polyacetalové pryskyřice a kopolymery acetalových pryskyřic, polyarylethery, polyfenylensulfidy, polyarylsulfony, polyarylether-sulfony, nylon 6, nylon 66 a nylon 11, termoplastický polyester, polyuretany a různé fluorované materiály, jako jsou fluorované kopolymery ethylen-propylen a kopolymery ethylen-fluorethylenu.

Výroba vhodného termoplastického materiálu pro použití ve výrobě forem se řídí do jisté míry polymerizačními podmínkami použitými při způsobu výroby kontaktních

čoček. Obvykle je vodítkem teplota tepelné deformace termoplastického materiálu za tlaku 426 kPa při namáhání ve směru vláken (ASTM D 648). Formy z termoplastické hmoty jsou obecně vhodné při polymeračních teplotách 20 až 40 °C, dále pod teplotou deformace teplem termoplastického materiálu v rozmezí několika stupňů, s výhodou 10 °C, a též i nad uvedenou teplotou.

Například polyethylen o nízké měrné hmotnosti má teplotu deformace teplem 40 až 50 stupňů Celsia a přijatelných výsledků se s tímto materiálem dosáhne při polymeračních teplotách 30 až 70 °C. Nad 70 °C může nastat deformace optických ploch.

Kdežto u polypropyleny, který má teplotu deformace v rozmezí 100 až 120 °C, se při použití malého nebo žádného tlaku dosáhne přijatelných výsledků při polymeračních teplotách 65 až 120 °C. Pod 65 °C nestačí ohebnost plastického okraje kompenzovat směřování a nad 120 °C nastane deformace optických ploch.

Vysokých polymeračních teplot lze používat u takových materiálů, jako jsou nylony, polyfenylensulfidy, polysulfony a fluorované polymery vykazující vyšší teplotu deformace teplem.

Kromě toho je možné postupovat při nižších teplotách za zvyšování tlaku. Například při polymerační teplotě pod 65 °C a za mírného tlaku použitého ve formě se pravděpodobně objeví v litých čóčkách vyrobených s polypropylenovými formami podle tohoto vynálezu vady; avšak, jestliže se zvýší tlak, například na 70 kPa (počítáno na celkovou plochu formy), získají se čóčky bez vad. Potřebná ohebnost lemu formy může být získána kombinací polymerační teploty a uzavíracího tlaku.

Díl 110 vnitřní formy má lem 116 vytvořený zcela na obvodu vnitřní tvarovací plochy 120. Spoj spodku lemu 116 s plochou 120 tvoří zadní část okraje čóčky, zatímco spojovací hrana 118 lemu tvoří s vnější plochou 140 formy přední tvar okraje. Celková tloušťka takto vytvořeného okraje je „výška“ lemu 116, tj. vzdálenost vnější hrany 118 od vnitřního okraje 113 zmenšená o vzdálenost ohybu lemu ke kompenzaci smrštění vznikajícího při polymeraci. V závislosti na žádané tloušťce okraje se výška lemu 116 může měnit od 0,05 mm pro velmi tenký okraj až k více než 0,3 mm pro zcela tlustý, kulatý okraj. V typickém příkladu je výška lemu 116 od hrany 118 k okraji 113 oblouku 0,10 mm. Jestliže se použije polymerační směs, která má objemovou smrštitelnost 20 %, potom lem se musí ohnout dostatečně, aby dovolil stlačit tloušťku okraje na 0,08 mm. Toto ohýbání se obvykle provádí ohnutím dovnitř, jak je naznačeno na obr. 7. Podobné ohnutí nastane i u provedení podle obr. 2—6.

Je žádoucí, aby vrchol lemu byl pokud možno tenký, aby se na minimální hodnotu re-

gulovala nepravidelnost. V praxi činí tloušťka vrcholu lemu pod 0,04 mm, s výhodou pod 0,01 mm. Lem je velmi choulavý a s vnitřním dílem formy se musí zacházet opatrně, aby se zabránilo poškození.

Vnější průměr vnitřní poloviny formy musí být menší než vnitřní průměr vnější poloviny, aby přebytečný materiál mohl po uzavření formy uniknout. Zúžení vnitřní a vnější poloviny pomáhá odstranění přebytečného materiálu, ale není rozhodující. Obvykle je vnitřní polovina s výhodou o 0,1 až 0,3 mm menší v průměru než vnější polovina. Je-li rozdíl příliš velký, například 0,5 mm, je nastavení optických středů obtížné, ačkoliv je vynález stále uskutečnitelný.

Kovové formy určené k výrobě žádaných vnitřních a vnějších částí termoplastických forem podle vynálezu se vyrábějí tradičním obráběním a leštěním. Tyto kovové formy se potom použijí ve vstřikovacích strojích nebo lisech k výrobě většího množství termoplastických forem, které se používají k odlévání žádaných čóček z polymerizovatelných nebo vulkanizovatelných polymerů. Sada kovových forem může tudíž poskytnout velké množství termoplastických forem, ve kterých se rovněž může vyrobít velké množství čóček, protože termoplastické formy lze znovu používat, zachází-li se s nimi šetrně. Tím vzniká značná úspora proti tradičnímu způsobu obrábění a leštěním jednotlivých čóček, protože obrábění a leštění se provádí pouze na původních kovových formách.

Typ čóček vyráběných podle vynálezu není omezen na určité přesné parametry. Obě přední a zadní polohy čóček mohou mít zcela sférická zakřivení nebo asférická zakřivení nebo jejich kombinace. Například středová část čóčky může mít sférická zakřivení na obou plochách, přední a zadní, obvod přední plochy může mít strmější nebo plošší sférické zakřivení a obvod zadní plochy může být asférický, aby se dosáhlo lepších aplikačních vlastností. Jeden nebo oba povrchy mohou být torické ve středové nebo optické zóně, avšak obvodová část musí být symetrická vzhledem ke středové ose čóčky, aby se dosáhlo řádného uložení nebo lícování celého lemu.

Monomer, předpolymer nebo vulkanizovatelná směs, zejména použitelné v praxi podle vynálezu, zahrnují hydrofobní estery kyseliny akrylové, výhodně nižší alkylestery, kde alkyl obsahuje 1 až 5 atomů uhlíku, jako je methylakrylát nebo methakrylát, ethylakrylát nebo methakrylát, n-propylakrylát nebo methakrylát, isopropylakrylát nebo methakrylát, isobutylakrylát nebo methakrylát, n-butylakrylát nebo methakrylát nebo různé směsi těchto monomerů. Pro zvýšení rozměrové stálosti a odolnosti proti deformaci mohou se shora uvedené monomery nebo monomerní směsi smístit s malým množstvím di- nebo polyfunkčních polymerizovatelných monomerů,

působících zesílení polymerní matrice. Příklady takových di- nebo polyfunkčních monomerů jsou: divinylbenzen, ethylenglykoldiakrylát nebo methakrylát, propylenglykoldiakrylát nebo methakrylát a akryláty nebo methakryláty těchto polyolů: triethanolaminu, glycerolu pentaerythritolu, butylenglykolu, diethylenglykolu, triethylenglykolu, tetraethylenglykolu, mannitu, sorbitu apod. Další síťující monomery mohou zahrnovat N,N-methylen-bis-akrylamid nebo methakrylamid, sulfonovaný divinylbenzen a divinylsulfon.

Dále mohou být monomery nebo jejich směsi smíšený s lineárními polymery, které jsou v nich rozpustné, pokud viskozita roztoku není příliš velká, aby nevznikaly potíže s odstraněním bublin.

Dalšími monomerními materiály vhodnými k výrobě čoček podle vynálezu jsou hydrofilní monomerní směsi tvořící trojrozměrnou síť, jak jsou popsány v US patentu 3 822 089. Ilustrativní hydrofilní monomery zahrnují ve vodě rozpustné monoestery kyseliny akrylové nebo methakrylové s alkoholem majícím esterifikovatelnou hydroxylovou skupinu a nejméně jednu další hydroxylovou skupinu, jako jsou mono- a polyalkylenglykolové monoestery kyseliny methakrylové a akrylové, například ethylenglykolmonomethakrylát, ethylenglykolmonoakrylát, diethylenglykolmonomethakrylát, diethylenglykolmonoakrylát, propylenglykolmonomethakrylát, dipropylenglykolmonoakrylát apod.;

N-alkyl a N,N-dialkylsubstituované akrylamidy a methakrylamidy jako je N-methylakrylamid, N,x-dimethylakrylamid, N-methylmethakrylamid, N,N-dimethylmethakrylamid apod.; N-vinylpyrrolidon; alkylem substituované N-vinylpyrrolidony, například methylsubstituovaný N-vinylpyrrolidon, glycidylmethakrylát; glycidylakrylát a jiné známé druhy monomerů. Použitelné jsou také alkyl-etherakryláty a methakryláty a vulkanizovatelné silikonované kapaliny nebo elastomery. Alkylly, které jsou zvláště vhodné ve shora uvedených sloučeninách, obsahují 1 až 5 atomů uhlíku.

U hydrofilních monomerů nebo jejich směsí je podstatné, že se tvoří trojrozměrná síť, protože polymerizované materiály absorbují vodu a stávají se měkkými a ohebnými, a jestliže nejsou zesíťné, nemají tvarovou paměť. Z tohoto důvodu je žádoucí použít malého množství síťovadel, jak jsou uvedena výše.

Výhodné monomerní směsi obsahují nejméně jeden alkylenglykolmonoester kyseliny methakrylové, zejména ethylenglykolmonomethakrylát, a nejméně jedno síťovadlo, jako je alkylenglykoldiester kyseliny methakrylové, zejména ethylenglykoldimethakrylát. Takové směsi mohou obsahovat jiné polymerizovatelné monomery, výhodně v malém množství, jako N-vinylpyrrolidon, me-

thylmethakrylát, akrylamid, N-methakrylamid, diethylenglykolmonomethakrylát a další výše uvedené monomery.

Polymerace může být prováděna v bloku nebo s inertním rozpouštědlem. Vhodnými rozpouštědly jsou voda, organická rozpouštědla, jako jsou nižší alifatické jednosytné alkoholy, jakož i vícesytné alkoholy, například glykol, glycerol, dioxan atd. a jejich směsi. Obvykle obsahuje rozpouštědlo, je-li použito, menší množství reakčního média, tj. méně než 50 % hmot.

Polymerace monomerních směsí se obvykle provádí pomocí katalyzátorů radikálové polymerace typu běžně používaného u vinylické polymerace. Takovými katalyzátory jsou organické peroxidy, perkarbonáty, peroxid vodíku a anorganické materiály, jako je persulfát amonný, sodný nebo draselný. Při použití takových katalyzátorů může se polymerace provádět při teplotách mezi teplotou okolí, tj. asi 20 °C až asi 120 °C, což závisí na požadované rychlosti polymerace.

Polymerace může být také prováděna s monomerními nebo předpolymerními směsmi za působení vyšších teplot nebo záření (ultrafialové, X - paprsky nebo radioaktivní rozpad).

U silikonových elastomerů se může vulkanizace provádět radikálovým vytvrzovacím mechanismem nebo se může vulkanizace provádět vytěsněním nebo kondenzací.

V dalším je vynález blíže objasněn na příkladech provedení.

Příklad 1a

Výroba forem

Vnější formy z polyethylenu o vysoké měrné hmotnosti byly vyrobeny vstřikováním na konvexní vnitřní ocelovou formu, mající vnější průměr 12,0 mm, středový poloměr zakřivení 7,50 mm s průměrem tětiny 10 mm a obvodovým poloměrem zakřivení 7,00 mm. Vnitřní formy z polyethylenu o vysoké měrné hmotnosti byly připraveny vstřikováním v konkávní ocelové formě, mající vnitřní průměr 11,9 mm, středový poloměr 7,00 mm s průměrem tětiny 11,0 mm a obvodovým zakřivením o poloměru 12,5 mm. Obvod zakřivené plochy formy byl přerušen za účelem vytvoření obvodového prstence 0,01 mm širokého na vrcholu rozšiřujícím se na 0,12 milimetru od okraje zakřivení. Měřením poloměru byl stanoven středový poloměr zakřivení vnějších konkávních forem $7,43 \pm 0,04$ milimetru a vnitřní měřený průměr 12,1 mm. Vnější průměr vnitřních forem byl 11,8 mm a středový poloměr zakřivení byl $6,95 \pm 0,03$ mm.

Příklad 1b

Tvarování čoček

Konkávní vnější formy byly položeny na

rovnou plochu s dutinou upravenou nahoru. Byl připraven smíšením roztok složený ze 100 dílů pečlivě čistěného 2-hydroxyethylmethakrylátu, 30 dílů destilované vody, 25 dílů ethylenglykoldimethyletheru, 0,4 dílu triethylenglykoldimethakrylátu a 0,2 dílu diisopropylperkarbonátu. Půl mililitru roztoku bylo vkapáno do vnější formy a vnitřní forma byla pomalu vsunována, aby se vytlačil přebytek roztoku a bubliny. Bylo použito slabého tlaku na vnitřní formu, aby se zabezpečilo dosednutí na lem. Naplněné formy byly potom uloženy v cirkulační sušárně při 45 °C po dobu 1 až půl hodiny. Po ochlazení na teplotu místnosti byly formy otevřeny, lem polymerizovaného materiálu vyplňující válcový prostor v mezikruží mezi polovinami forem byl odstraněn a ohebné čočky, které lehce ulpívaly na vnitřní polovinu formy byly opatrně odloupnuty. Po máčení ve fyziologickém roztoku za účelem vyloužení ethylenglykoldimethyletheru z čoček byly čočky zkoušeny. Okraje byly hladké a ploše formované a nevyžadovaly dalšího opracování. Povrchy byly rovněž hladké a bez závad. Čočky měly středovou tloušťku $0,19 \pm 0,02$ mm, optickou mohutnost $-2,50$ až $-2,75$ dioptrií a průměr 12,0 mm.

Příklad 1c

Tvarování čoček

Roztok obsahující 55 dílů čistěného 2-hydroxyethylmethakrylátu, 45 dílů N,N-dimethylakrylátu, 30 dílů vody, 20 dílů diethylenglykoldimethyletheru, 0,3 dílu methylen-bisakrylamidu a 0,3 dílu diisopropylperkarbonátu byl nalit do forem podle příkladu 1 a způsobem uvedeným v příkladu 1b.

Po uložení v 0,9% roztoku soli byly získány bezvadné čočky, které měly středovou tloušťku $0,21 \pm 0,03$ mm, tloušťku okraje $0,10 \pm 0,02$ mm, průměr 13,0 mm a optickou mohutnost $-2,25$ až $-2,50$ dioptrií. Větší velikost a trochu menší optická mohutnost těchto čoček proti čočkám v příkladu 1 je způsobena větším koeficientem botnání této polymerní kompozice ve vodě.

Příklad 2a

Tvarování forem

Vnější formy byly vyrobeny za použití kopolymeru ethylenvinylacetátu (obsahujícího 10 % vinylacetátu) vstřikováním na konvexní vnitřní ocelovou formu, která má vnější průměr 8,3 mm středový poloměr zakřivení 8,60 mm při průměru tětiny 6,5 mm a obvodový poloměr zakřivení 7,55 mm. Vnitřní formy byly vyrobeny ze stejného kopolymeru vstřikováním do vnější ocelové dutiny, mající středový konkávní poloměra zakřivení 7,50 mm s průměrem tětiny 7,8 mm a obvodovým poloměrem zakřivení 9,50 mm. Obvod konkávní formy byl přerušen k vytvo-

ření lemu na formové části, vyčnívajícího 0,01 mm nad okraj zakřivené plochy a majícího tloušťku vrcholu 0,015 mm. Vnitřní průměr konkávní ocelové formy byl 8,0 mm.

Vnitřní průměr stříkaných vnějších dutin byl 8,2 až 8,4 mm a středový poloměr zakřivení byl $8,55 \pm 0,05$ mm. Vnější průměr vnitřních konvexních plastických forem byl 7,9 mm a středový poloměr zakřivení byl $7,45 \pm 0,03$ mm.

Příklad 2b

Tvarování čoček

Byl připraven roztok obsahující 98 dílů methylmethakrylátu, 20 dílů ethylendimethakrylátu a 0,3 dílu di-*t*-butylcyklohexylperoxyd karbonátu a 0,3 ml roztoku bylo nalito do každé z 10 nahoru obrácených konkávních vnějších forem. Vnitřní formy byly pomalu zasunovány do dutin, aby se vyhnal vzduch a přebytek monomerní směsi. Vnitřní formy byly lehce stlačeny, aby se zajistilo dosednutí lemu na konkávní povrch formy a formy byly umístěny v cirkulační sušárně při 60 °C po dobu 1 až ½ hodiny. Potom byly formy ochlazeny a otevřeny.

Byly získány čočky prosté vad o průměru 7,9 mm, středové tloušťce $0,10 \pm 0,02$ mm, středovém zadním poloměru zakřivení $7,47 \pm 0,4$ mm a optické mohutnosti v rozmezí $-7,50$ až $-8,50$ dioptrií.

Tyto čočky vykazovaly lepší odolnost proti deformaci a mohly být ohybány bez trvalé deformace na rozdíl od čoček stejných rozměrů vyrobených z nezesíťovaného polymethylmethakrylátu.

Příklad 3a

Tvarování forem

Za použití kovových forem podle příkladu 1a byly vyrobeny z Nylonu 11 vnější a vnitřní termoplastické formy. Vnější konkávní nylonové formy měly vnitřní průměr 12,0 milimetrů a středový poloměr zakřivení $7,48 \pm 0,03$ mm. Vnitřní nylonové formy měly vnější průměr 11,8 mm a středový konvexní poloměr zakřivení $6,99 \pm 0,03$ mm. Obvodový prstenec vyčníval 0,14 mm nad okraj zakřivené plochy a na svém vrcholu byl méně než 0,01 mm tlustý.

Příklad 3b

Tvarování čoček

Byly smíšeny dvě části transparentní methylsiloxanové kapaliny, vulkanizovatelné při teplotě místnosti, a 0,4 ml směsi bylo vloženo do konkávních vnějších forem obrácených nahoru. Byly zasunuty vnitřní formy, aby se odstranil přebytek kapaliny, a formy pak byly lehce stlačeny k zabezpečení do-

sednutí lemu. Formy byly umístěny v cirkulační sušárně při 135 °C po dobu dvou hodin.

Po ochlazení byly formy otevřeny a čočky

měřeny. Středová tloušťka byla $0,22 \pm 0,02$ milimetrů, okrajová tloušťka $0,11 \pm 0,02$ mm a optická mohutnost v rozmezí $-2,00$ až $-2,50$ dioptrií.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Forma pro výrobu kontaktních čoček, skládající se z vnitřního dílu formy, jehož povrch má v podstatě podélnou osu a předem stanovené zakřivení pro tvarování jednoho povrchu kontaktní čočky, a z vnějšího dílu formy, jehož povrch má rovněž v podstatě podélnou osu a předem stanovené zakřivení pro tvarování druhého povrchu kontaktní čočky, vyznačující se tím, že jeden z dílů (110, 130) formy je opatřen ohebným lemem (116, 536), připojeným po obvodu k

povrchu dílu formy a majícím osu společnou s podélnou osou dílu formy, přičemž forma je vytvořena z plastické hmoty.

2. Forma podle bodu 1, vyznačující se tím, že ohebný lem je ohýbatelný dovnitř směrem k ose povrchu formy.

3. Forma podle bodu 2, vyznačující se tím, že ohebný lem je vysoký 0,05 až 0,3 mm.

4. Forma podle bodu 3, vyznačující se tím, že ohebný lem je na vrcholu nanejvýš 0,04 milimetrů tlustý.

1 list výkresů

