



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

204 736

(11) (B1)

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 13 07 79
(21) PV 4919-79

(51) Int. Cl.³ B 29 C 5/00

(40) Zveřejněno 31 07 80
(45) Vydáno 01 07 83

(75)
Autor vynálezu VAŠÁTKO EDUARD a EFFENBERGER JOSEF ing., PRAHA

(54) Způsob výroby odlitků

1

Předmětem vynálezu je způsob výroby odlitků na bázi vysoce plněných nenasyčených polyesterových a/nebo epoxidových pryskyřic.

V současné době se vyrábí v řadě podniků množství nejrozličnějších dílců a často i velkorozměrových konstrukcí z litiny, hliníku, případně i dalších kovových slitin a materiálů. Jsou to např. různé druhy skříní, krytů řemenic, soukolí, právě tak jako podstavce a lože obráběcích strojů, odpadové vany, případně další prostorové dílce. Tyto dílce jsou vesměs poměrně málo mechanicky namáhány, z nejrozličnějších důvodů je však vyžadována vyšší hmotnost, tuhost, tepelná setrvačnost a další vlastnosti. V řadě případů je odlitek výhodnější technologicky nebo tvarově vzhledem k tomu, že přináší ekonomické úspory vlivem snížení pracnosti při obrábění atd. V řadě případů je mimo to litina a další kovy tradičním materiálem. To platí především o velkorozměrových dílech obráběcích strojů, kde přežívá tradiční pojetí konstrukce a tedy i materiálů pro tyto konstrukce užívaných.

Vedle značných výhod, které pro tyto dílce litina a další materiály přinášejí, existuje i řada nevýhod. Je to především vysoká energetická náročnost, vysoké nároky na obrábění, respektive výrobní zařízení, které ve skutečnosti připouštějí tuto výrobu pouze ve specializovaných závodech, poměrně značná pracnost při výrobě forem, jader a přípravků a vysoká spotřeba těchto přípravků, v neposlední řadě celosvětově stále vzrůstající cena těchto materiálů, která je důsledkem postupného zvyšování nákladů při těžbě a zpracování základních

204 738
surovin.

Z toho důvodu jsou již řadu let hledány materiály, které by svými vlastnostmi pomohly litinu a podobné suroviny alespoň v některých aplikacích nahradit. Vedle plastů, jejichž užití je ovšem velmi specifické, keramiky, kameniny a skla byla zaměřena pozornost především na některé vysoce pevné druhy betonu, železobetonu a polymercementů. Tyto hmoty mají ve srovnání např. s litinou značné výhody především z energetického a ekonomického hlediska, na druhé straně ovšem přinášejí pro výrobce některé nové potíže. I když pevnostně ve směs vyhovují požadavkům na daný typ aplikace, vyžadují během výroby mnoho náročných operací, potíže jsou i s dopravou a skladováním, velmi komplikovaný je i způsob dodatečných oprav a úprav, protože se tyto hmoty jenom obtížně obrábějí, náročná je i povrchová úprava, dlouhá doba zrání, vysoký obsah vlhkosti a jeho kolísání atd. I přes tyto problémy již dnes existuje řada firem, které přešly ve svých výrobcích na tyto hmoty a úspěšně je aplikují. Tak jsou například technologií strojního lisování vyráběny plastbetonové roury pro kanalizaci, žlábký pro kabelové vedení, gule pro instalační účely atd.

Velmi výhodným materiálem, zejména pro lože obráběcích strojů, která v některých případech dosahují plošného rozměru několika metrů, jsou např. polyesterové nebo epoxidové plastbetony. Tohoto systému využívá např. patent firmy Studer AG (NSR pat. č. 2 743 396), který používá pro některé části svých strojů odlitky z plastbetonů, které pak kombinuje s odlitky železobetonovými. Firma F.Deckel AG z Mnichova řeší ve svém patentu č. 2 521 036 (NSR) další typ betonového lože, ve kterém je užito armovaného betonu, a dílce jsou vyráběny z několika vzájemně sestavitelných částí. Podobná řešení existují i v dalších státech, vesměs na bázi betonu, železobetonu, případně plastbetonů.

Výše uvedené způsoby - jak již bylo řečeno - přinášejí vedle svých výhod i celou řadu problémů, které se dosud nepodařilo uspokojivě dořešit. Tak např. epoxidové i polyesterové pryskyřice mají poměrně značné objemové smrštění, které u neplněných např. polyesterů může dosáhnout až 8 % obj., u vysoce plněných směsí klesá toto smrštění v přímé závislosti na obsahu plniva až na 1 až 2 % obj. Při tomto smrštění je již odlitek poměrně stabilní, vzhledem k vysokému vnitřnímu napětí však postačí již malé mechanické přetížení a dojde k praskání povrchu, především však rohů a zeslabených míst, ve kterých se koncentruje vnitřní pnutí odlitků.

Dalším problémem jsou i tepelné režimy v průběhu polymerace. S rostoucím rozměrem dílce stoupá i exotermní teplota v průběhu polymerace. Protože teplota je v přímém vztahu s objemovým smrštěním pojiva, dochází jednak k praskání stěn, mimo to i k nerovnoměrnému vytvrzování dílců a tím ke ztrátě požadovaných parametrů z hlediska fyzikálně-mechanických vlastností.

Tyto problémy se projevují především po technologické stránce. Vedle značných potíží s výrobními přípravky, které nemohou být řešeny s ostrými vnitřními úhly a hranami, jsou dalším problémem kovové zálinky. Tyto zálinky opět koncentrují ve stěně prvků značná vnitřní pnutí, vyvolaná jednak rychlým odváděním exotermní teploty přes kov, jednak objemovým smrštěním, které se v důsledku snížené teploty v okolí zálinky liší od jiných míst odlitku.

To vede k velmi rychlému znehodnocování dílců při dynamickém namáhání. Z těchto důvodů také většina zahraničních výrobců těchto velkorozměrových prvků užívá těchto odlitků pouze pro dílce, které jsou namáhány především staticky.

Protože ekonomická a surovinová výhodnost plastbetonů pro tyto účely je velmi vysoká, byly hledány cesty, jak především technologicky vyřešit otázky objemového smrštění u malých dílců, respektive u dílců vyráběných kontaktním způsobem. Jak uvádí čs. autorské osvědčení č. 198 566, podařilo se vyřešit otázky tohoto typu u malých dílců tím, že se vnitřní jádra ponechávají uvnitř odlitku pouze do okamžiku polymerace a potom se, prakticky v průběhu síťování hmoty, z dílce ještě za tepla snímají. I když se tato technologie v praxi osvědčila a v současné době bylo na této bázi vyrobeno již tisíce odlitků, je toto řešení poměrně pracné a pro větší dílce již zcela nevyhovující. Polymerace totiž probíhá velmi rychle a doba, během které je nutno vnitřní díl formy vyjmout, je poměrně krátká. Delší prodleva při manipulaci pak znamená téměř vždy znehodnocení odlitku.

Výše uvedené problémy z větší části odstraňuje způsob výroby odlitků podle vynálezu. Podstatou vynálezu je technologický postup, vyznačený tím, že se do rozebíratelné negativní výrobní formy uloží nejprve kovové funkční části budoucího odlitku a tyto funkční části, právě tak jako celý vnitřní povrch formy se opatří buď pomocí kontaktního kladení či strojním stříkáním vrstvou polyesterového a/nebo epoxidového skelného laminátu. Do takto vytvořené sklolaminátové skořepiny ve formě se umístí vnitřní armatura a na tuto armaturu a/nebo na pomocný přípravek uchycený na výrobní formě se dovnitř skořepiny uchytí odlehčovací jádra. Celá forma se na vibračním stole při souběžné temperaci naplní iniciovanou, vysoce plněnou nenasycenou polyesterovou a/nebo epoxidovou pryskyřičnou směsí o lící teplotě 20 až 65 °C.

Podle dalšího význaku se upravuje i povrch kovových záložek a vložených částí armatury nátěrem chlorkaučuku a/nebo epoxidové pryskyřice. Přes tento nátěr může být plocha záložky nebo armatury ještě olaminována jednou nebo více vrstvami polyesterového a/nebo epoxidového skelného laminátu.

Vnitřní odlehčovací jádra mohou být buď nafukovací, případně zhotovená z lehčených termoplastů. Dalším význakem řešení je, že se výrobní forma v průběhu celé výroby temperuje podle typu výrobku, tvaru a použité lící směsi na 10 až 70 °C.

Způsob podle vynálezu přináší pro aplikaci řadu výhod. V první řadě dochází působením povrchové sklolaminátové skořepiny k podstatnému zvýšení fyzikálně-mechanických parametrů, a to zejména v nejvíce namáhaných místech. Toto zvýšení parametrů je značně vyšší, než by bylo možno odvozovat ze součtu vlastností obou materiálů dohromady, a vyplývá patrně z vlastností obou materiálů jako kompozitu.

Řadou zkoušek bylo dále zjištěno, že ačkoliv samotná lící směs na bázi vysoce plněné pryskyřice dosahuje až 2 % obj. smrštění, což v místech se zvýšenou koncentrací vnitřního napětí představuje za normálních okolností téměř vždy znehodnocení dílce, postačí pouze tenká povrchová vrstva sklolaminátu na bázi stejného pojiva ke snížení tohoto objemového smrštění a tím pochopitelně k poklesu vnitřního pnutí až na únosnou mez. To je pravděpo-

204 738

dobně způsobeno mj. i tím, že se mezi laminátem a stěnou odlitku vytváří plynulý přechod s postupně se měnícím obsahem pojiva od cca 18 až 20 % v plastbetonu až do 50 i více % v laminátu a tato vrstvička, současně s vlastním laminátovým pláštěm, působí částečně jako tepelná regulace při odlévání a následném chladnutí hotového výrobku. Teplota se snižuje totiž při použití laminátových vyztužujících vrstev značně pomaleji a zejména rovnoměrněji než při běžném lití.

Další zlepšení vlastností se dosáhne oboustranným plášťováním stěny odlitku tak, že se vytvoří skutečná sendvičová konstrukce, přičemž vysoce plněná pryskyřice představuje její jádro. Velmi zajímavý vliv těchto povrchových výztuží se projevil zejména u kovových zálisů, zalitých ve stěně hmoty. V těchto místech, zvláště tam, kde byla stěna zálisu v místech zálisu zeslabena, praskal spoj prakticky ještě během vytvrzování odlitku ve formě, a to v 90 % výrobků. Technologicky byl tento problém řešen dodatečným zaléváním zálisů do dovrtných nebo jinak předem vytvořených otvorů pomocí epoxidových či polyesterových tmelů. To znemožňovalo, zejména u větších dílců, přesné uložení např. čepů, šroubů atd., případně některých kovových funkčních částí.

Vytvoření vyztužující povrchové vrstvy přímo na zálisu se projevilo velmi příznivě jednak opět vyztužením stykové licí směsi s kovem a tím rozvedením namáhání přes laminát do celé plochy, jednak se pomocí výztuže vytvořila i určitá tepelně izolující vrstva, která při polymeraci brání rychlejšímu odvádění tepla z místa kovového zálisu a tím zajišťuje rovnoměrnější vytvrzování celého dílce. Použitím epoxidových nebo chlorkaučukových mezi-vrstev se současně snižuje i vnitřní napětí mezi zálisem a licí hmotou.

Způsob výroby odlitků podle vynálezu proto umožňuje zhotovení celého dílce v jediné výrobní operaci tak, že se předem vytvoří vyztužující vrstvy jak na stěnách formy, tak i na kovových částech, případně i na částech vnitřní armatury (která může být v řadě případů přímo z laminátu), a pro vnitřní otvory a odlehčovací dutiny se využije nízké povrchové pevnosti některých lehčených termoplastů, případně nafukovacích jader. Zbytkové vnitřní pnutí licí směsi, které samozřejmě zůstává i po vyztužení, se v podstatě kompenzuje deformací měkkého termoplastického, respektive plastového jádra nebo nafukovacího přípravku. Termoplastická jádra mají mj. i tu výhodu, že vlivem exotermu při polymeraci zmenšují svůj objem právě v okamžiku, kdy narůstá objemové smrštění a tedy i pnutí odlitku.

Bylo zjištěno, že s ohledem na rozměry dílců a jejich tvary je výhodné temperovat jednak licí směs pro dosažení optimální tekutosti a mj. i optimálního začátku polymerace, temperací formy pak regulovat rychlost polymerace a maximální výšku exotermu. Navržené teplotní intervaly představují v podstatě optimální rozsah, přičemž je zřejmé, že se teplotní režim při temperaci bude pohybovat podle růstu exotermní teploty licí směsi na začátku výrobní operace směrem vzhůru a při odlití naopak.

Výhody řešení podle vynálezu jsou zřejmé. Vynález umožňuje aplikaci velmi levného materiálu, sestávajícího až z 80 i více % křemičitých, respektive minerálních plniv pro složitě a rozměrově přesné dílce, pro které jsou dosud užívány kovové materiály. Řešením dochází dále ke značným úsporám energie, pracnosti a investičních nákladů na strojní a tech-

nologické zařízení, dochází k úsporám skladovacích nákladů, nákladů na dopravu, manipulaci atd. Mimo to dochází ke zvýšení spolehlivosti těchto dílců, jejich kvality, estetického vzhledu a zlepšení fyzikálně-mechanických vlastností.

Příkladné provedení řešení podle vynálezu je patrné z následujícího popisu:

Příklad 1

Má být zhotovena elektroinstalační skříň o přibližném objemu cca 250 litrů. Na zadní stěně jsou zality kovové drážky pro uchycení vnitřní instalace, v boku skříně jsou zality kovové panty.

Skříň je vyrobena v rozkládací negativní formě. Do sestavené formy byly na ve formě vytvořené přípravky uloženy kovové drážky, opatřené na spojích s plastbetonem nátěrem chlor-kaučuku. Očka kovových pantů, rovněž uchycených do formy, byla předem o laminována 1 vrstvou epoxidového skelného laminátu.

Do naseparované formy byl nejprve natřen povrchový polyesterový pigmentovaný gelcoat a po částečné polymeraci nastříkána vrstva polyesterového skelného laminátu a štětcem uhlazena. Vrstva laminátu byla opět ponechána k částečné polymeraci a cca po 30 minutách byla celá forma naplněna na vibračním stole ručně připravenou licí směsí cca 75 % hmot. křemičitých písků a 25 % hmot. polyesterové pryskyřice. Vibrace byla prováděna během lití a ještě asi 6 minut po dokončení odlévání. Licí směs byla před odléváním zahřáta na 30 °C, chlazení formy nebylo zapotřebí s ohledem na malé rozměry dílce a materiál kovové formy.

Příklad 2

Má být zhotovena konstrukce lože obráběcího stroje o rozměrech 3.880 x 2.660 x 400 mm. Na konstrukci jsou z vnějšku upevněny masivní kovové saně, po kterých jezdí pohyblivý suport zařízení. Uvnitř lože jsou umístěny trubkové rozvody, kterými prochází chladicí a řezná kapalina, a do konstrukce je uchycena řada kovových částí, kterými je celé lože připevněno na základ.

Dílec je zhotoven následujícím způsobem:

Do naseparované a sestavené negativní formy byly v převrácené poloze umístěny kovové saně do předem upraveného vybrání na dně formy. Spáry mezi formou a volnou částí saní byly vytmeleny silikonovým tmelem, aby nedošlo k podtékání pojiva pod saně. Zalité části saní a všechny ostatní kovové části záložek a dílců, které měly být zalité do hmoty, byly opatřeny asi 0,4 až 0,5 mm silným nátěrem epoxidové pryskyřice. Do formy byl ručně vylaminován sklolaminátový plášť, zhotovený na bázi ortoftalového typu nenasycené polyesterové pryskyřice vyztužené skleněnou rohoží o celkové tloušťce 2 mm. Plechy a jednotlivé rovinné záložky pro uchycení šroubů byly na tuto laminátovou vrstvu přilaminovány opět přes nátěr epoxidové pryskyřice a v těchto místech byl sklolaminát zesílen až na 3 až 4 mm podle velikosti záložky.

Do formy byly vloženy vnitřní části armatury, v tomto případě trubka z tvrzeného pa-

204 738

píru pro vytvoření vnitřního průchozího otvoru pro chladicí zařízení, trubičkový rozvod vytvořený z PVC trubek a některé části kovové vyztužující armatury. Všechny tyto části byly na povrchu opatřeny nátěrem chlorkaučuku, kovové dílce byly navíc povrchově o laminovány cca 1 mm silnou vrstvou polyesterového skelného laminátu.

V předem určených místech byla do formy uložena odlehčovací jádra - bloky z lehčeného tuhého polystyrenu a polyvinylchloridu. Jádra byla uchycena jednak na armatuře, jednak na kovových profilech zavěšených na formě tak, aby mezi jádrem a stěnou formy byla zachována potřebná síla stěny budoucího odlitku.

Forma byla přemístěna na vibrační stůl a celý povrch, včetně všech zálisů, byl nastříkán tenkou vrstvou iniciované polyesterové pryskyřice. Ihned potom byla spodní část formy až do výše kotvících elementů kovových saní zalita směsí vysoce plněné pryskyřice. Za stálé vibrace byla pak dále bez přerušení vyplněna licí směsí celá forma. Po cca 10minutové vibraci byl povrch základny odlitku pokryt vrstvou pramencové rohože tak, aby došlo k vysušení přebytečné pryskyřice na povrchu dílce.

S ohledem na tvar a velikost dílce bylo empiricky zjištěno, že je nejvýhodnější zalévat dílec při teplotě směsi cca 35 °C do chladné formy při dílenské teplotě tj. 20 °C. Regulace exotermní teploty při vytvrzování byla provedena sníženým obsahem iniciátorů. V druhé fázi vytvrzování, cca po 2 hodinách, byla snížena teplota formy a regulována tak, aby na povrchu bylo dosahováno cca 15 °C, aby tak bylo dosaženo účinnějšího chlazení odlitku. Po vychladnutí dílce byl celý odlitek ještě ve formě tepelně dotvrzován cca 24 hodin při 40 °C.

Výše uvedeného výrobního postupu podle vynálezu lze využívat pro výrobu menších i velkorozměrových přesných strojních i stavebních dílců, prostorových konstrukcí a armatur, různých druhů technologických zařízení pro chemický průmysl, užitkové předměty atd. Technologie naopak není vhodná pro technologie strojího lisování za tepla, nelze ji použít pro výrobu velkorozměrových rotačních těles na vodorovných trnech atd. Velmi dobře se dá uplatnit především pro kusovou a maloseriovou výrobu složitých tvarovaných dílců.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Způsob výroby odlitků na bázi vysoce plněných nenasycených polyesterových a/nebo epoxidových pryskyřic, vyznačený tím, že se do rozebíratelné negativní výrobní formy uloží kovové funkční části a celý vnitřek formy se kontaktním nebo strojním způsobem opatří nejméně jednou vrstvou polyesterového a/nebo epoxidového skelného laminátu, do vzniklé skořepiny se umístí vnitřní armatura a na tuto armaturu a/nebo na pomocný přípravek, uchycený na výrobní formě, se dovnitř skořepiny uchytí odlehčovací jádra a celá forma se na vibračním stole při souběžné teplotě naplní iniciovanou, vysoce plněnou nenasycenou polyesterovou a/nebo epoxidovou pryskyřičnou směsí o licí teplotě 20 až 65 °C.
2. Způsob výroby odlitků na bázi vysoce plněných nenasycených polyesterových a/nebo epoxi-

dových pryskyřic podle bodu 1, vyznačený tím, že jsou zalaminované anebo zalité kovové části, případně i součásti vnitřní armatury, opatřeny kotvicím nátěrem chlorkaučuku a/nebo epoxidové pryskyřice.

3. Způsob výroby odlitků na bázi vysoce plněných nenasycených polyesterových a/nebo epoxidových pryskyřic podle bodu 1 a 2, vyznačena tím, že jsou povrchově olaminovány jednou nebo více vrstvami polyesterového a/nebo epoxidového skelného laminátu.
4. Způsob výroby odlitků na bázi vysoce plněných nenasycených polyesterových a/nebo epoxidových pryskyřic podle bodu 1 až 3, vyznačený tím, že jsou odlehčovací jádra zhotovena s výhodou z lehčených termoplastů, případně jsou zhotovena jako nafukovací kaučukové nebo termoplastické vložky.
5. Způsob výroby odlitků na bázi vysoce plněných nenasycených polyesterových a/nebo epoxidových pryskyřic podle bodu 1 až 4, vyznačený tím, že je výrobní forma vytemperována v průběhu výrobní operace na 10 až 70°C.