

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

295 537

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl. ?

B 22 C 1/18

B 22 C 1/16

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **1996-2759**
(22) Přihlášeno: **20.09.1996**
(30) Právo přednosti: **29.02.1996 US 1996/609111**
(40) Zveřejněno: **17.09.1997**
(Věstník č. 09/1997)
(47) Uděleno: **22.06.05**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **17.08.2005**
(Věstník č. 8/2005)

(73) Majitel patentu:

BORDEN CHEMICAL, INC., Columbus, OH, US

(72) Původce:

Zaretskiy Leonid, Chicago, IL, US

Mannning Robert L., Oak Park, IL, US

Tse Kwok-tuen, Berwyn, IL, US

(74) Zástupce:

Ing. František Kania, Mendlovo nám. 1a, Brno, 60300

(54) Název vynálezu:

Pojiva pro jádra a formy

(57) Anotace:

Anorganický pojivový systém pro slévárenské kompozice zahrnuje křemičitan a přidaný fosforečnan. Tato kompozice vytváří pojivo, které má výhodné pevnostní vlastnosti křemičitanového pojivového systému se schopností disperze fosforečnanového pojivového systému. Jsou navrženy způsoby výroby a využití pojivového systému a výsledné produkty pro slévárství.

CZ 295537 B6

Pojiva pro jádra a formy

Oblast techniky

5

Vynález se obecně týká tepelně vytvrzovaných, anorganických pojivových systémů pro sypký materiál, které mají konkrétní využití při výrobě forem, jader, trnů a jiných profilů, které mohou být použity při výrobě kovových a nekovových součástí.

10

Dosavadní stav techniky

Organické a anorganické systémy jsou v současnosti používány jako pojiva při výrobě profilů ze směsi obsahující agregovaný materiál, například písek. Obvykle jsou agregovaný materiál a pojivo smíšeny, výsledná směs je pěchována, foukána nebo plněna do modelu, aby se vytvořil požadovaný tvar, a pak je vytvrzena pomocí katalyzátoru, další reakční složky a/nebo tepla do tuhého, vytvrzeného stavu.

20

Tato pojiva nacházejí uplatnění v mnoha případech použití sypkého materiálu a jsou často používána ve slévárenství.

Nejpříjemnějšími pojivovými systémy používanými ve slévárenství jsou organické pojivové systémy. Konkrétní organický systém používaný jako pojivo ve slévárenství představuje uretanové pojivo. Dvě hlavní složky tohoto systému jsou polyhydroxylová složka a polyizokyanátová složka. Tyto dvě složky jsou přidány k agregovanému materiálu a jsou vytvrzeny. V procesu "cold box" je použit plynný aminový katalyzátor pro katalyzaci reakce mezi polyhydroxylovou složkou a izokyanátovou složkou za účelem vytvoření tvarovacího tělesa. Tento systém nevyžaduje žádný ohřev pro dosažení vytvrzení, viz například patent US 5 852 071 s prioritou 3.8.1994, který je tímto odkazem zahrnut. V dalším procesu, procesu "hot box", jsou agregovaný materiál, pojivo a katalyzátor smíšeny a potom jsou foukány nebo plněny do horkého modelu. Vytvrzení je dosaženo přenosem tepla ze vzoru do směsi. Bez ohledu na typ organického pojivového systému organická pojiva používaná pro výrobu požadovaných tvarů se budou odpařovat během vytvrzování a/nebo vyhoří při teplotách lití kovu. Při takovýchto procesech vzniká kouř, zápach a další nežádoucí a škodlivé emise, v jejichž důsledku může být zapotřebí splnit příslušná místní a centrální státní předpisy. Další nevýhodou organických pojivových systémů je jejich relativně krátká životnost.

Za účelem odstranění nevýhod organických systémů používají některé slévárny anorganické pojivové systémy. Jedním typem široce používaného anorganického pojiva je vodný roztok křemičitanu, například křemičitanu sodného, tedy vodní sklo, viz patent US 4 226 277, který je tímto odkazem zahrnut. Ačkoli jsou pojivové vlastnosti křemičitanů obecně uspokojivé, v porovnání s organickými systémy vykazují nižší tekutost směsi agregovaný materiál/pojivo v důsledku vysoké viskozity křemičitanu. Kromě toho, pokud jsou vystaveny teplotám lité nebo odlévání kovu, mají křemičitany tendenci se tavit, takže je obtížné odstranit takto natavené profily z odlitků mechanickým vytloukáním. Natavené profily také nejsou rozpustné ve vodě, takže není možné je odstranit nebo rozpustit vodou.

Další anorganický systém, který zahrnuje vodný roztok polyfosforečnanového skla, je popsán ve WO 92/06 808, která je tímto odkazem zahrnuta. Tato pojiva, když jsou vytvrzena, vykazují uspokojivou pevnost, vynikající rehydrataci a porušení profilu poté, co byl vystaven teplotám odlévání kovu. Nevýhody tohoto systému zahrnují: malou odolnost vůči vlhkosti, změknutí agregátového systému při vysokých teplotách, což vylučuje použití pro slitiny železa, a v porovnání s organickými pojivy malou tekutost agregovaného materiálu v důsledku relativně vysokých úrovní pojiva požadovaných pro dosažení odpovídajících pevností.

55

Třetí známý anorganický systém, který zahrnuje z podstatné části jemný, žáruvzdorný materiál smíšený s menší částí suchého fosforečnanu, ke kterému se následně přidá menší část vodného křemičitanu alkalického kovu za účelem výroby plynem vytvrditelných forem, jak je to popsáno v patentu US 2 895 838 (jehož celý popis je tímto odkazem zahrnut). Tato kompozice je přivedena k chemické reakci pomocí plynného činidla, například oxidu uhličitého, aby se kompozice vytvrdila reakcí uhličitanu alkalického kovu, který se vytváří při vytvrzování anorganického systému oxidem uhličitým.

Další známý anorganický pojivový systém, který zahrnuje kombinaci křemičitanu a polyfosforečnanu, je popsán v díle D.M.Kukuje a kol.: "Modification of Waterglas with Phosphorus Containing Inorganic Polymers" (celá práce je tímto odkazem zahrnuta). Způsob přípravy tohoto pojiva zahrnuje zpracovávání křemičitanu a polyfosforečnanu při vysoké teplotě a tlaku v autoklávu za účelem vyvolání chemické reakce v těchto anorganických polymerech. Toto pojivo pak bylo nanášeno na písek a bylo vytvrzeno pomocí CO_2 při pokojové teplotě. Takto mohlo být do pojivového přípravku začleněno pouze malé množství polyfosforečnanu. Kromě toho Kukuj a kol. zjistili, že maximální pevnost systému byla při pouhých 5 % polyfosforečnanového modifikačního činidla a že pevnost prudce klesla, když pojivo obsahovalo více než 7 % polyfosforečnanu. Kukuj a kol. rovněž zjistili, že malé přídavky polyfosforečnanu v jejich pojivovém systému (přibližně 1 až 3 %) způsobovaly prudký nárůst viskozity pojiva před jeho přidáním k agregovanému materiálu. Takže tento systém zahrnuje následující nevýhody: vysoká pracovní teplota a vysoký pracovní tlak při výrobě pojiva, tvorba nových chemických sloučenin s velkou viskozitou, malá tekutost systému pojivo / agregovaný materiál. Rovněž podobně jako u patentu US 2 895 838 byla pro vytvrzení systému zapotřebí chemická reakce mezi pojivovým systémem a oxidem uhličitým.

Gelovatění anorganických pojiv za vhodných podmínek dodává pojící vlastnosti, avšak může docházet k neočekávanému gelovatění před přidáním k agregovanému materiálu, dokonce i když došlo k malým fyzikálním a/nebo chemickým změnám v pojivovém roztoku. Takovéto neúmyslné gelovatění je samozřejmě na újmu použitelnosti pojivových systémů a bylo zaznamenáno u kompozic z tohoto vynálezu.

Vynálezci provedli důkladné studium systémů křemičitan / fosforečnan a dosáhli neočekávaných výsledků s ohledem na zveřejněný patent US 2 895 838 a díla od Kukuje a kol. Vynálezci rovněž zjistili, že gelovatění anorganických systémů před přidáním agregovaného materiálu není neodstranitelné. Vynálezci zjistili, že pokud k předčasnému gelovatění dochází v systému křemičitan / fosforečnan podle vynálezu, podmínky gelovatění mohou být překonány, pokud se použije míchání nebo pokud se přidá voda nebo pokud je zvýšeno pH. Provedením těchto kroků se zgelovatěná kompozice změní opět na roztok.

Podstata vynálezu

Hlavním úkolem tohoto vynálezu je podat nové anorganické pojivové systémy, jako náhradu za organické a anorganické pojivové systémy známé z dosavadního stavu techniky.

Tohoto cíle bylo v podstatě dosaženo pojivovou kompozicí pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, zahrnující směs ve vodě rozpustného křemičitanu a ve vodě rozpustného amorfního anorganického fosforečnanového skla ve vodném médiu, kde obsah vody je 30 až 0 % hmotn. pojivové kompozice a hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19, přičemž výslednou směsí je roztok, kde molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia.

Ve výhodném provedení tohoto vynálezu je fosforečnan vybrán ze skupiny, kterou tvoří fosforečnany alkalických kovů a fosforečnany amonné.

- 5 V jiném výhodném provedení zahrnuje křemičitan s výhodou křemičitan sodný a fosforečnan je vybrán ze skupiny, kterou tvoří polyfosforečnan sodný a polyfosforečnan draselný. V tomto případě má polyfosforečnan s výhodou iontovou část vzorce $((\text{PO}_3)_n\text{O})$, přičemž n značí průměrnou délku řetězce, která je v rozmezí 3 až 32 včetně.

Pojivová kompozice může dále s výhodou zahrnovat povrchově aktivní látku.

- 10 V jiném provedení tato pojivová kompozice podle vynálezu dále zahrnuje ve vodě rozpustnou povrchově aktivní látku, vybranou ze skupiny, kterou tvoří organické sulfáty, organické sulfonáty, organické estery kyseliny fosforečné a jejich směsi.

- 15 Nevýhody dosavadního stavu rovněž z větší části odstraňuje tepelně vytvrditelná pojivová kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, zahrnující ve vodě rozpustný křemičitan a ve vodě rozpustné amorfni anorganické fosforečnanové sklo ve vodném médiu, přičemž obsah vody v kompozici je takový, že tato kompozice je tepelně vytvrditelná, přičemž molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia.

- 20 Obsah vody je v tomto případě s výhodou v rozmezí 30 až 80 % hmotnostních pojivové kompozice a hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu je v rozmezí 39 : 1 až 1 : 19, případně 39 : 1 až 31 : 1 nebo 1 : 2 až 1 : 19, odvozeno z množství tuhých látek.

- 25 Nevýhody dosavadního stavu rovněž z větší části odstraňuje způsob výroby pojivové kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, který zahrnuje smísení křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody, přičemž mísení je uskutečňováno za pokojové teploty a v nepřítomnosti agregovaného materiálu.

- 30 U tohoto způsobu se s výhodou nejdříve smísením křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody vytvoří zgelovatělá pojivová kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, načež se zgelovatělá kompozice ztekutí mícháním.

- 35 Ve výhodném provedení tohoto způsobu se po smísení křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody přidá do směsi voda, přičemž se s výhodou zvýší pH směsi, například přidáním alespoň jedné sloučeniny, vybrané ze skupiny, kterou tvoří hydroxid alkalického kovu a hydroxid amonný.

- 40 Nevýhody dosavadního stavu rovněž z větší části odstraňuje způsob výroby formovacího prvku za použití nárokové pojivové kompozice pro výrobu slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, u něhož se nejdříve zajistí vodný pojivový systém, obsahující směs alespoň jednoho křemičitanu a alespoň jednoho fosforečnanu, kde hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19 a molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia, pak se pojivo smísí se sytkými materiály do pojivového systému, v němž je obsah vody v rozmezí od 30 až do 80 % hmotn., načež se směs formuje a pak dehydratuje.

- 50 Ve výhodném provedení tohoto způsobu se dehydratací směs dehydratuje na obsah vody menší než 1 % hmotnostní vzhledem k hmotnosti sytkých materiálů, přičemž uvedené zajištění alespoň jednoho fosforečnanu s výhodou zahrnuje vytvoření fosforečnanu in situ. Toto vytvoření in situ může zahrnovat spojení kyseliny fosforečné se zásadou. Ve výhodném provedení zahrnuje vytvoření in situ spojení prekursoru fosforečnanu se sloučeninou vybranou ze skupiny, kterou tvoří kyselina a zásada, pro vytvoření fosforečnanu in situ.

Dehydratace může u tohoto způsobu zahrnovat ohřev formovacího prvku. Například může dehydratace zahrnovat formování ve vyhříváném jaderníku.

Dehydratace může rovněž zahrnovat foukání inertního plynu skrz uvedený formovací prvek.

5

Dehydratace může rovněž zahrnovat působení podtlakem ve formovacím prvku.

Nevýhody dosavadního stavu rovněž z větší části odstraňuje způsob výroby formovacích prvků ze sypkého materiálu, u něhož se nejprve do sypkého materiálu přidá pojivo obsahující křemičitanovou složku a fosforečnanovou složku, přičemž hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19 a molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia, načež se pojivo a sypký materiál smísí pro vytvoření směsi, tato směs se plní do vyhřátých forem a vytvrdí. I u tohoto způsobu je výhodné, jestliže vytvrzení zahrnuje dehydrataci směsi, případně jestliže dehydratace zahrnuje foukání inertního plynu skrz směs. Inertní plyn je přitom s výhodou ohřátý na teplotu alespoň 90 °C.

15

V dalším výhodném provedení zahrnuje dehydratace působení vakuem ve směsi, přičemž ohřátý model je s výhodou udržován na teplotě alespoň 90 °C.

20

U tohoto způsobu je rovněž výhodné, jsou-li křemičitan a fosforečnan přidávány k sypkému materiálu simultánně.

Nevýhody dosavadního stavu rovněž z větší části odstraňuje vodou bortivá forma, zahrnující zaformovanou hmotu z částic, přičemž jednotlivé částice jsou navzájem spojeny ve vodě výše popsaným rozpustným pojivem, které je s výhodou dehydratováno na obsah vody méně než 1 % hmotn. z hmotnosti formy. Tato forma je s výhodou vodou bortitelná, i když je vystavena působení teplot v rozmezí 700 až 1200 °C. Částice této formy jsou s výhodou z alespoň jednoho materiálu vybraného ze skupiny, kterou tvoří: oxid křemičitý, oxid hlinitý, karbid křemíku, magnezit, dolomit, křemičitan hlinitý, mulit, uhlík, forsterit, chrommagnezit, zirkon, jíl, chromit, šamot a olivín.

25

30

Tato forma je s výhodou tepelně vytvrzená forma, přičemž její částice jsou opět z alespoň jednoho materiálu vybraného ze skupiny, kterou tvoří: oxid křemičitý, oxid hlinitý, karbid křemíku, magnezit, dolomit, křemičitan hlinitý, mulit, uhlík, forsterit, chrommagnezit, zirkon, jíl, chromit, šamot a olivín.

35

Dalším výhodným provedením vynálezu je způsob výroby formovacího prvku za použití výše uvedené pojivové kompozice pro výrobu slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, u něhož se nejdříve zajistí vodný pojivový systém, obsahující směs alespoň jednoho křemičitanu a alespoň jednoho fosforečnanu, kde hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19 a molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia, pak se pojivo smísí se sypkými materiály do pojivového systému, v němž je obsah vody v rozmezí od 30 až do 80 % hmotn., načež se směs formuje a pak dehydratuje, přičemž vodný pojivový systém je vytvořen přidáním roztoku křemičitanu sodného do vodné směsi uvedeného sypkého materiálu a uvedeného fosforečnanu.

40

45

Nevýhody dosavadního stavu rovněž z větší části odstraňuje i způsob zvýšení rychlosti vytvrzování anorganického ve vodě rozpustného křemičitanového pojiva neobsahujícího rozpustný fosforečnan přidáním rozpustného fosforečnanu k ve vodě rozpustnému křemičitanovému pojivu v molárním poměru SiO_2 k přidávanému rozpustnému fosforečnanu od 0,6 do 2,0.

50

Nové systémy anorganického pojiva a agregovaného materiálu mají zlepšenou tekutost (nižší viskozitu), zlepšenou odolnost vůči vlhkosti, při vysokých teplotách neměknou ani se netaví

55

- (neželatinují), což umožňuje jejich použití se žáruvzdornými hmotami a slévárenskými písky pro slévárenské formy nebo jádra v kontaktu s roztaveným kovem, včetně procesů odlévání slitin železa. Kromě toho jsou v tomto vynálezu odstraněny problémy spojené s nežádoucím gelovatěním pojiv. Dále pojivové systémy podle vynálezu zajišťují dobrou pevnost v tahu za tepla i za studena u tvarovacích prvků z agregovaného materiálu spojeného pojivem podle vynálezu, dokonce i při malých množstvích pojiva. Pojivové systémy podle vynálezu nejsou omezeny pouze na úzký rozsah poměru oxidu křemičitého / sody nebo poměru křemičitanu / fosforečnanu, ale jsou účinné v širokém rozsahu těchto poměrů.
- 10 Fosforečnany mohou být orthofosforečnany, kondenzované fosforečnany nebo jejich směsi. Tyto fosforečnany mohou být rovněž vyrobeny in situ, v přítomnosti dalších složek, například křemičitanu a/nebo agregovaného materiálu, přidáním kyseliny fosforečné a zásady, například hydroxidu sodného nebo mohou být přeměněny z jednoho druhu fosforečnanu na jiný in situ přidáním kyseliny nebo zásady.
- 15 Úkolem vynálezu je dodat anorganický pojivový systém, který, když je smísen se sytkým materiálem, může být použit pro vytvoření užitečných tvarovacích prvků s uspokojivými vlastnostmi pro zpracovávání a výrobu.
- 20 Dalším úkolem vynálezu je vytvořit řadu anorganických pojivových kompozic obsahujících křemičitanu a fosforečnany, které, když jsou smíseny se sytkým materiálem, mohou být použity pro přípravu užitečných tvarovacích prvků.
- 25 Dalším úkolem vynálezu je vytvořit řadu anorganických pojivových kompozic, v zásadě bez organických sloučenin.
- Dalším úkolem vynálezu je vytvořit řadu pojivových kompozic s nízkou viskozitou, u kterých bude umožněno rozpuštění v případě předčasného zgelovatění těchto pojivových kompozic.
- 30 Dalším úkolem vynálezu je vytvořit pojivový systém obsahující fosforečnany pro odlévání kovu, například slitin železa.
- Dalším úkolem vynálezu je vytvořit pojivový systém obsahující fosforečnany pro odlévání neželezných a nekovových slitin.
- 35 Dalším úkolem vynálezu je vytvořit pojivové kompozice pro formované tvarovací prvky, které mají dobrou schopnost vytloukání nebo se dobře rozpadají působením vody poté, co byly vystaveny teplotám odlévání kovu, a to za účelem snadného odstraňování tvarovacích prvků.
- 40 Dalším úkolem vynálezu je vytvořit pojivo, které se výrazně nedeformuje ani neměkne při teplotách pod přibližně 500 °C.
- Dalším úkolem vynálezu je vytvořit pojivovou kompozici, která je tepelně vytvrditelná.
- 45 Proto je rovněž úkolem vynálezu podat způsob výroby a způsob použití nových pojivových systémů podle vynálezu, za účelem překonání problémů spojených s dosavadním stavem techniky, a vytvořit užitečné vytvrzené tvarovací prvky, které jsou vhodné pro kontaktní povrch s roztaveným polymerem a kovem, včetně licích a vstřikovacích forem, slévárenských forem, jader a trnů.
- 50 Tyto a další úkoly tohoto vynálezu budou zřejmé z následujícího popisu a z příkladných provedení.
- 55 Vynálezci zjistili, že anorganické pojivové systémy složené z křemičitanů a fosforečnanů jsou široce použitelné pro vázání sytkého materiálu při výrobě například jader, forem, trnů, třísko-

vých desek, plastových kompozic, briket a pro vázání dalších forem pro výrobu forem se zlepšenou pevností v tahu za tepla a za studena. Vynálezci zjistili, že proměnné složky v anorganickém pojivovém systému mohou být ustaveny tak, že výrobce může přizpůsobit produkt potřebám klienta. Například může výrobce snadno nastavit relativní množství křemičitanu a fosforečnanu, aby změnil vlastnosti konkrétního tvaru, který je formován. Kromě toho mohou být výrobcem voleny specifické fosforečnany nebo křemičitany, aby se získaly požadované výsledky.

Ve skutečnosti může výrobce pomocí tohoto vynálezu vytvářet pojivové systémy vykazující synergii s ohledem na pevnost v tahu za tepla nebo za studena u konkrétních forem a jader. Je možné zlepšit možnosti mechanického vytlačování a vytřepávání ve vlhku u zaformovaných tvarovacích prvků, které byly vystaveny teplotám roztaveného kovu, za použití pojiva podle vynálezu, v porovnání s pojivem obsahujícím 100 % křemičitan. Kromě toho může být použitím pojiva podle vynálezu zvýšena odolnost forem a jader vůči vlhkosti v porovnání s pojivem zcela fosforečnanovým. Těchto výsledků může být dosaženo dokonce i v případě přítomnosti větších množství fosforečnanu v pojivovém systému, než jsou množství uvedená v patentu US 2 895 838 nebo v díle Kukuje a kol.

Kromě toho kompozice podle vynálezu zahrnuje výhodu vyloučení uhličitánů a zvláštních plynů obsahujících oxid uhličitý, které jsou zapotřebí pro výrobu takovýchto uhličitánů. Je rovněž výhodné, že vytvrzená jádra a formy zamezují přítomnosti nadměrného množství vody. To kontrastuje s vytvrzenými tvarovacími prvky z procesu vytvrzování oxidem uhličitým, které obsahují nadměrná množství vody. Takovýto nadbytek vody je škodlivý, když je tvarovací prvek vystaven teplotám odlévání kovu. To má často za následek špatné odlitky a omezuje použití vytvrzených tvarovacích prvků na jednoduché konstrukce.

Křemičitany

Křemičitany používané v pojivech podle vynálezu mohou zahrnovat různé křemičitany kovů alkalických zemin, včetně například draslíku, sodíku, cesia, rubidia a lithia. Mohou být použity i další křemičitany, například křemičitan amonný. Obecně jsou křemičitany na trhu dostupné jako tuhé látky nebo jako vodné roztoky. V této přihlášce jsou křemičitany, jakožto složky pojiva podle vynálezu s výhodou ve formě vodného alkalického roztoku, které jsou charakterizovány obsahem tuhých látek 45 % hmotnostních, pokud není uvedeno jinak. Případně může být použit tuhý křemičitan.

Vodní sklo, tedy křemičitan sodný, který je výhodným křemičitanem alkalických kovů používaným v pojivech podle vynálezu, může být charakterizován obecným vzorcem $x\text{SiO}_2 \cdot y\text{Na}_2\text{O}$. Poměr x a y , tedy křemičitanu a alkálie, používaný v tomto vynálezu je v rozmezí od 0,6 : 1 do 3,85 : 1, s výhodou od 1,1 : 1 do 3,22 : 1, a nejlépe od 1,1 : 1 do 2,58 : 1. Menší množství dalších prvků, například kovů alkalických zemin, hliníku a podobně mohou být přítomna v různých podílech. Obsah vody v křemičitanu sodném může být různý v závislosti na vlastnostech, například viskozitě, požadovaných koncovým uživatelem.

Fosforečnany

Fosforečnany používané v pojivech podle vynálezu zahrnují sůl kyslíkaté kyseliny fosforu, včetně solí kyseliny fosforečné, například orthofosforečné kyseliny, polyfosforečné kyseliny, pyrofosforečné kyseliny a metafosforečné kyseliny. Obecně používaným fosforečnanem je alkalický fosforečnan, což zahrnuje jak fosforečnany alkalických kovů, tak fosforečnany kovů alkalických zemin, a rovněž amonné fosforečnany.

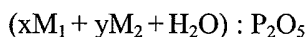
V této přihlášce a nárocích je výraz "fosforečnan" používán v obecném smyslu tak, že zahrnuje krystalické a amorfní anorganické fosforečnany, například skla fosforečnanu sodného. Dále má fosforečnan zahrnovat orthofosforečnany a kondenzované fosforečnany, ale nemá být omezen pouze na ně. Orthofosforečnany jsou sloučeniny, které mají monomerní tetraedrickou iontovou

jednotku $(\text{PO}_4)^{3-}$. Typické orthofosforečnany zahrnují orthofosforečnany sodíku, například fosforečnan sodný, dvojsodný nebo trojsodný, orthofosforečnan draselný a orthofosforečnan amonný.

- 5 Kondenzované fosforečnany jsou sloučeniny, které mají více než jeden atom fosforu, přičemž atomy fosforu nejsou navázány na sebe navzájem. Avšak každý atom fosforu z této dvojice je přímo navázán k alespoň jednomu stejnému atomu kyslíku, například P–O–P. Obecná třída kondenzovaných fosforečnanů v této přihlášce zahrnuje lineární polyfosforečnany, metafosforečnany, pyrofosforečnany a ultrafosforečnany.
- 10 Metafosforečnany jsou cyklické struktury zahrnující iontovou část $(\text{PO}_3)_n^{n-}$, kde n je alespoň 3, například $(\text{Na}_n(\text{PO}_3)_n)$. Ultrafosforečnany jsou kondenzované fosforečnany, ve kterých alespoň některé z PO_4 tetraedrickou sdílejí 3 rohové atomy kyslíku. Pyrofosforečnany mají ion $(\text{P}_2\text{O}_7)^{4-}$, například $\text{Na}_n\text{H}_{4-n}(\text{P}_2\text{O}_7)$, kde n je 0 až 4.
- 15 Lineární polyfosforečnany mají lineární řetězce P–O–P, a zahrnují iontovou část obecného vzorce $(\text{PO}_3)_n\text{O}$, kde n je délka řetězce, která je v rozmezí od 3 do několika set, například 500, v závislosti na počtu přítomných terminátorů řetězce, například H_2O . Komerčně dostupný polyfosforečnan obecně obsahuje směs lineárních polyfosforečnanů a často rovněž metafosforečnanů, a je charakterizován průměrnou délkou řetězce n_{avg} , která je v rozmezí od alespoň 3 o přibližně 45, a je omezena do 45 pouze požadavky trhu, s výhodou je průměr v rozmezí od 3 do 32, nejlépe od 4 do 21. Výhodnou kategorií polyfosforečnanů jsou amorfni kondenzované polyfosforečnany, například ve vodě rozpustná fosforečnanová skla.
- 20

25 S ohledem na výše uvedené by odborník z dané oblasti mohl vyrábět směs fosforečnanů, jak jsou definovány výše, a dokonce zahrnout malá množství (až do 10 %) modifikačních iontů, jako například vápník, hořčík, zinek, hliník, železo nebo bor v rozpustných fosforečnanech a vyrábět fosforečnan spadající do rozsahu tohoto vynálezu.

30 Obecně jsou fosforečnany vyjádřeny následujícím vzorcem pro oxidační molární poměr:



kde M_1 je vybráno ze skupiny, kterou tvoří Li_2O , Na_2O , K_2O , a $(\text{NH}_3)_2 \cdot (\text{H}_2\text{O})$ a jejich směsí. M_2 je volitelné a je vybráno ze skupiny, kterou tvoří CaO , MgO , ZnO , FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , B_2O_3 . Celkový poměr oxidů je $R = (x+y+z)/\text{moly } \text{P}_2\text{O}_5$ a je v rozmezí od 0,5 do 3,0 nebo větší, například 5. Obvykle jsou fosforečnany děleny podle hodnoty R, jak to ukazuje následující tabulka A.

35

Tabulka A

R	Fosforečnan
$0,5 \leq R < 1$	ultrafosforečnany
$R = 1$	metafosforečnany
$1 < R < 2$	polyfosforečnany
$R = 2$	pyrofosforečnany
$2 < R < 3$	směs fosforečnanů
$R = 3$	orthofosforečnany
$3 < R$	fosforečnany plus oxid kovu

40 Je nutno poznamenat, že fosforečnany je možno přidávat přímo k různým složkám, například k agregovanému materiálu nebo křemičitanům, nebo mohou být vytvářeny in situ s dalšími složkami. Tvorba in situ může být doprovázena použitím kyselin, například kterékoliv kyseliny fosforečné, a hydroxid sodný může být přidáván zároveň nebo postupně, za účelem tvorby fosforečnanu in situ s dalšími složkami pojiva. Fosforečnany se mohou dokonce přeměňovat in situ na jiné fosforečnany přidáním zásady nebo kyseliny. Například fosforečnan dvojsodný může být přemě-

45

něn na fosforečnan trojsodný přidáním hydroxidu sodného, nebo může být přeměněn na fosforečnan sodný přidáním kyseliny fosforečné.

- 5 Fosforečnany mohou být použity v tuhé formě nebo jako vodný roztok. Hodnota pH takového vodného roztoku může být kyselá nebo zásaditá. Pro kondenzované fosforečnany se pH vztahuje k faktoru jako je například délka řetězce fosforečnanu.

Sypký materiál

- 10 Složky křemičitanového / fosforečnanového pojiva mohou být použity pro formy z ve vodě nerozpustného sypkého materiálu, vyrobené například z plastu, zeminy, dřeva a s výhodou z žáruvzdorného materiálu, jako je například oxid křemičitý, zirkon, oxid hlinitý, chromitan, šamot, olivín, karbid křemíku, magnezit, dolomit, křemičitan hlinitý, mullit, uhlík, forsterit, chrommagnezit a jejich směsi. Výhodná forma, jádro nebo trn pro tvarovací prvky pro slévárenské aplikace, pro odlitky, například z litiny, mosazi, bronzu, hliníku, a dalších slitin a kovů je
- 15 vyráběna z kteréhokoli výše uvedeného písku. Pískové formy, jádra a trny jsou odborníkům z dané oblasti dobře známy.

Pojivo (složené z křemičitanové složky a fosforečnanové složky)

- 20 Množství konkrétní pojivové složky (křemičitanové nebo fosforečnanové složky) a celkové množství pojiva použité pro vytvoření tvarovacího prvku, jako je například forma, jádro, nebo trn závisí na pevnostních požadavcích, a rovněž požadavcích na rozbitnost tvarovacího prvku vytloukáním nebo působením vody.

- 25 Celkový hmotnostní podíl pojiva, založený na hmotnosti sypkého materiálu použitého pro vytvoření tvarovacího prvku je definován množstvím tuhých látek přítomných v kombinovaných pojivových složkách, pokud není uvedeno jinak. V tomto vynálezu hmotnostní procentuální podíl tuhých látek pojiva, založený na hmotnosti sypkého materiálu, je s výhodou 0,4 až 5,0 %, výhodněji 0,4 až 2,5 %, nejlépe 0,6 až 1,6 %.

- 30 Podíl křemičitan / fosforečnan v pojivu vytvořeném z křemičitanové složky a fosforečnanové složky podle vynálezu je 97,5 : 2,5 až 5 : 95, s výhodou 95 : 5 až 25 : 75 a nejlépe 90 : 10 až 50 : 50. Poměry v rozmezí 39 : 1 až 31 : 1 nebo 1 : 2 až 1 : 19 jsou rovněž významné.

- 35 Křemičitanové a fosforečnanové složky se smísí a nejsou jinak vystaveny vysokým teplotám před smísením pojiva s agregovaným materiálem. Vysokou teplotou se míní přibližně nad 90 °C. S výhodou jsou pojiva mísená při pokojové nebo blízké teplotě.

Přísady

- 40 Přísady se používají ve zvláštních případech při speciálních požadavcích. Pojivové systémy podle vynálezu mohou zahrnovat široké spektrum přídavných materiálů. Mezi takovéto materiály patří alkalické hydroxidy, například NaOH, vodu a různé organické a anorganické přísady. NaOH (například 45 až 50 % roztoky) mohou být přítomny v pojivu podle vynálezu v množství až 10 až 40 % hmotnostních (roztoky). Přídavná voda může být přítomna v množství 0 až 15 hmotnostních procent pojiva. S výhodou obsahují vodná pojiva podle vynálezu vodu
- 45 v množství přibližně od 30 do 80 % hmotnostních pojiva. Mohou být rovněž přítomna menší množství dalších přísad, například povrchově aktivních látek. Povrchově aktivní látky mohou být aniontové, monoiontové, kationtové, amfoterní nebo z jejich směsí. Příklady ve vodě rozpustných povrchově aktivních látek představují aniontové povrchově aktivní látky vybrané z organických síranů, organických sulfonátů a organických esterů kyseliny fosforečné, například 2-ethylhexylfosforečnan draslíku. Některé povrchově aktivní látky působí rovněž jako činidla pro řízení
- 50 tekutosti. Typické takovéto činidlo představuje činidlo prodávané pod obchodním názvem PA 800K, podrobněji definované jako 2-ethylhexylfosforečnan draslíku, který je na trhu nabízen firmou LAKELAND LABORATORIES Ltd, Manchester, GB. Další činidlo pro řízení tekutosti zahrnuje fosforečnan kyseliny 2-ethylhexylové, DISPERSE-AYD W28 aniontová / neiontová

- povrchově aktivní látka, prodávaná firmou Daniel Products, 400 Claremont Avenue, Jersey City, NJ, USA, a DISPEX N40V, sodná sůl polyakrylátu prodávaná formou Allied Colloids, Suffolk, VA, USA. Další přísady zahrnují přísady odolné vůči vlhkosti, látky podporující rozbitnost, konzervační látky, objemová činidla, přísady zvyšující pevnost za tepla, nebo přísady podporující
- 5 tekutost. Přísady zvyšující odolnost vůči vlhkosti zahrnují tetraboritan draselný, uhličitán zinečnatý a oxid zinečnatý. Látky podporující rozbitnost zahrnují cukr, například sacharózu, dextrin a piliny. Další přísady zahrnují činidla pro uvolňování formy, promotory adheze, například silany, přísady zlepšující odlévání kovu, například železitou červen, železitou čern, nebo jíl, a podobně. Pro zlepšení povrchu odlitků mohou být použity žáruvzdorné povlaky. Samozřejmě mohou být
- 10 použity přísady samostatně nebo jejich kombinace.

Mísení pojiva a sypkého materiálu

- Procedura mísení pojiva s ve vodě nerozpustným sypkým materiálem může zahrnovat, pokud je to nutné, modifikaci poměru oxid křemičitý / soda v křemičitanu sodném ošetřením křemičitanu
- 15 sodného alkálií. Obecně alkalický vodný křemičitan sodný s vhodným poměrem oxidu křemičitého a sody se přidává do slévárenského agregovaného materiálu litím roztoku do mísiče. Následně se přidá vodný fosforečnan, zamíchá se, případně se přidá činidlo ovlivňující tekutost, s následným zamícháním.

- 20 Alternativně může být v sypkém materiálu zahrnuta tuhá fosforečnanová složka, která je nejprve smísená s vodou, a pak se k tomu přidá vodný alkalický křemičitan sodný. Tato kompozice se dobře promísí.

- V dalším alternativním provedení se křemičitanová a fosforečnanová složka mohou předem smísit, aby se získal vodný roztok a dokonce se takto může skladovat, před tím, než se přidá do písku. V alespoň některých provedeních je tento předmísený roztok průhlednou (transparentní) směsí alespoň před smísením s agregovaným materiálem.
- 25

- V dalším příkladném provedení se křemičitanová, fosforečnanová a agregátová složka mohou smísit za sucha a takto mohou být skladovány. Jakmile jsou zapotřebí, může se do této suché směsi přidat voda.
- 30

- Alternativně k vytváření fosforečnanu jako samostatné složky se fosforečnan může vytvářet in situ přidáním kyseliny fosforečné a zásady, jako pojivové složky, před nebo po smísení s agregovaným materiálem nebo křemičitanem. Kromě toho může být fosforečnan v pojivu změněn na jiný fosforečnan in situ přidáním kyseliny nebo zásady.
- 35

- Když jsou pojivo a sypký materiál smíseny, směs se naplní do modelu, aby se vytvořil tvarovací prvek a tvarovací prvek se pak vytvrdí. Vytvrzení se uskutečňuje dehydratací tvarovacího prvku obecně vypuzením volné vody. S výhodou se tvarovací prvek dehydratuje na méně než 1 % hmotnostní vody foukáním inertního plynu přes tvarovací prvek, působením vakua a/nebo ohřevem.
- 40

- V popise a nárocích výraz "forma" označuje v obecném smyslu odlévací formy, včetně jader, takže tento vynález není omezen pouze na formy. Kromě toho "forma" zahrnuje různé modely pro použití při formování, včetně licích a vstřikovacích forem, a rovněž skořepinové formy, včetně prvků pro formování skořepinových forem, a zkompletované struktury skořepinových forem vyrobené složením dvou nebo více odpovídajících tenkostěnných skořepinových prvků. Tedy výraz "forma" má zahrnovat tvarovací prvek nebo odlitek, definující povrch, a specificky zahrnuje formy, jádra a trny.
- 45

50

Příklady provedení vynálezu

Vynález bude dále doložen následujícími příkladnými provedeními, která nemají omezující charakter.

5

Metoda Hot Box s použitím vzduchu

Obecný postup

Pojivo obsahující vodný roztok křemičitanu sodného s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 3,22, tedy komerčně dostupný od formy OXYCHEM a prodáváný pod označením "Grade 42" (s obsahem tuhých látek 38,3 %) a/nebo vodný roztok polyfosforečnanu s průměrnou délkou řetězce 21, kde křemičitan a/nebo fosforečnan jsou přítomny tak, jak je uvedeno v tabulce 1, se přidaly do písku následovně:

300 g WEDRON 530 křemičitého písku se vložilo do Hobartovy mísící nádoby. V písku byly vytvořeny dvě jamky. Vhodná množství (viz tabulka 1) vodného křemičitanu sodného a/nebo polyfosforečnanu sodného (1,57 % celkového množství tuhých látek pojiva, počítáno vzhledem k písku), se umístilo do samostatných jamek. Mísic se nastartoval a mísení probíhalo 2 minuty. Bylo dbáno na zajištění rovnoměrného promísení pojivových složek. Písek pokrytý povlakem se pak foukal tlakem vzduchu 586 kPa po dobu 1 sekundy do třídutinového jaderníku pro výrobu zkušebních vzorků, který byl rovnoměrně zahřátý na teplotu $105\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$, za použití Redford Cartridge Bench Coere Blower (Redford Iron and Equipment Company, Detroit, MI). Vytvrzení bylo uskutečněno foukáním vzduchu o teplotě $120\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ skrz jaderník tlakem 207 kPa po dobu 60 sekund. Výše uvedeným postupem byly vyrobeny další sady ze stejných příslušných pískových směsí a byly testovány za účelem zjištění průměrných hodnot pevnosti v tahu za tepla (tabulka 1), pevnosti v tahu za studena (tabulka 2), zůstatkové pevnosti po 15 minutách působení při teplotě $925\text{ }^\circ\text{C}$ (tabulka 6), a dobu potřebnou pro změknutí působením vody po 15 minutách působení při teplotě $925\text{ }^\circ\text{C}$ (tabulka 7). Čísla příkladů v tabulce 1 odpovídají číslům v tabulkách 2, 6 a 7. Hodnoty uvedené v tabulkách dále jsou obecně průměrné hodnoty alespoň tří měření.

30

Příklad 1 (Srovnání)

V tomto příkladě byl použit výše uvedený způsob s vodným roztokem křemičitanu sodného, kde poměr $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ byl 3,22, tedy komerčně dostupný od firmy OXYCHEM a prodáváný pod označením "Grade 42" (s obsahem tuhých látek 38,3%).

35

Příklady 2 – 9

Výše popsaný způsob byl opakován, přičemž hmotnostní poměr křemičitanu a fosforečnanu se měnil tak, jak je ukázáno v první řadě tabulky 1 dále.

40

Příklad 10 (Srovnání)

45

Výše uvedený obecný způsob byl opakován za použití 100 % fosforečnanového pojiva (viz sloupec zcela napravo z údajů o hmotnostním poměru křemičitanu a fosforečnanu v tabulce 1 dále).

Příklady 12 – 19, 22 – 29 a 32 – 39

50

Způsob z příkladu 2 byl opakován, avšak byl použit komerčně dostupný křemičitan sodný, přičemž ve všech případech poměr $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ byl 2,58 a v příkladech 12 – 19 byl použit poly-

fosforečnan s průměrnou délkou řetězce 32, v příkladech 22 – 29 byla průměrná délka řetězce 21, a v příkladech 32 – 39 byla průměrná délka řetězce 7.

- 5 Všechny příklady počínaje příkladem 12 byly doplněny roztoky 45 hmotnostních % křemičitanu a roztoky 45 hmotnostních % fosforečnanu.

Dvojice příkladů 11 a 20, 21 a 30, 31 a 40 (Srovnání)

- 10 Srovnávací příklady, uvedené ve sloupcích nejvíce nalevo a nejvíce napravo v údajích o hmotnostním poměru křemičitanu a fosforečnanu v tabulce 1, byly připraveny tak, že zahrnovaly v prvním případě (tedy v příkladech 11, 21 a 31) 100 % křemičitan sodný s poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,58 a v druhém případě (tedy v příkladech 20, 30 a 40) 100 % polyfosforečnany s průměrnými délkami řetězců 32, 21 a 7.

15

Příklady 42 – 49, 52 – 59 a 62 – 69

- 20 Tyto příklady byly připraveny jako příklad 2, avšak byl použit křemičitan s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,00 (což je komerčně dostupné), a průměrná délka řetězce polyfosforečnanu byla opět 32, 21 a 7.

Dvojice příkladů 41 a 50, 51 a 60 a 61 a 70 (Srovnání)

25

- 30 Srovnávací příklady, uvedené ve sloupcích nejvíce nalevo a nejvíce napravo v údajích o hmotnostním poměru křemičitanu a fosforečnanu v tabulce 1, byly připraveny tak, že zahrnovaly v prvním případě (tedy v příkladech 41, 51 a 61) 100 % křemičitan sodný s poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,00 a v druhém případě (tedy v příkladech 50, 60 a 70) 100 % polyfosforečnany s průměrnými délkami řetězců 32, 21 a 7.

Příklady 72 – 79, 82 – 89 a 92 – 99

- 35 Tyto příklady byly získány tak, jak je to popsáno v příkladu 2, avšak byl použit křemičitan sodný poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,60 a průměrná délka řetězce polyfosforečnanu byla měněna tak, jak je to znázorněno v tabulce 1. Křemičitan s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,60 není komerčně dostupný, ale může být vyroben přidáním 22,06 g 45 % NaOH ke 100 g vodného křemičitanu sodného, jehož poměr $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ je 2,58.

40

Dvojice příkladů 71 a 80, 81 a 90 a 91 a 100 (Srovnání)

- 45 Srovnávací příklady, uvedené ve sloupcích nejvíce nalevo a nejvíce napravo v údajích o hmotnostním poměru křemičitanu a fosforečnanu v tabulce 1, byly připraveny tak, že zahrnovaly v prvním případě (tedy v příkladech 71, 81 a 91) 100 % křemičitan sodný s poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,60 a v druhém případě (tedy v příkladech 80, 90 a 100) 100 % polyfosforečnany s průměrnými délkami řetězců 32, 21 a 7.

50

Příklady 102 – 109, 112 – 119 a 123 – 130

Způsob získání těchto příkladů se opakoval tak, jak je to popsáno v příkladu 2, avšak byl použit křemičitan s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,30, který není komerčně dostupný. Avšak může

být vyroben přidáním 35,49 g 45 % NaOH ke 100 g vodného křemičitanu sodného s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,58.

5 Dvojice příkladů 101 a 110, 111 a 120, 121 a 130

10 Srovnávací příklady, uvedené ve sloupcích nejvíce nalevo a nejvíce napravo v údajích o hmotnostním poměru křemičitanu a fosforečnanu v tabulce 1, byly připraveny tak, že zahrnovaly v prvním případě (tedy v příkladech 101, 111 a 121) 100 % křemičitan sodný s poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,30 a v druhém případě (tedy v příkladech 110, 120 a 130) 100 % fosforečnan s průměrnými délkami řetězců 32, 21 a 7.

Příklady 132 – 139, 142 – 149 a 152 – 159

15 Způsob získání těchto příkladů se opakoval tak, jak je to popsáno v příkladu 2 výše, avšak byl použit křemičitan s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,00, který není komerčně dostupný. Avšak může být vyroben přidáním 56,95 g 45 % NaOH ke 100 g vodného křemičitanu sodného s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,58.

20

Dvojice příkladů 131 a 140, 141 a 150, 151 a 160

25 Srovnávací příklady, uvedené ve sloupcích nejvíce nalevo a nejvíce napravo v údajích o hmotnostním poměru křemičitanu a fosforečnanu v tabulce 1, byly připraveny tak, že zahrnovaly v prvním případě (tedy v příkladech 131, 141 a 151) 100 % křemičitan sodný s poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 1,00 a v druhém případě (tedy v příkladech 140, 150 a 160) 100 % fosforečnan s průměrnými délkami řetězců 32, 21 a 7.

30 Tabulka 1

Pevnost v tahu za tepla (v kPa) vytvrzeného agregátu s pojivy

Příklad č.	Poměr křemičitanu $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitanu a fosforečnanu (BOS)									
			100:0	90:10	83.3:16.7	75:25	60:40	50:50	40:60	25:75	16.7:83.3	0:100
1–10	3.22–a	21	752	807	855	780	593	372	269	172	207	345–c
11–20	2.58	32	772–c	807	855	931	903	772	627	441	317	469–c
21–30	2.58	21	772–c	800	883	1020	862	1020	621	386	234	345–c
31–40	2.58	7	772–c	827	1041	1124	821	607	455	503	186	110
41–50	2.00	32	372–c	462	593	627	696	614	655	676	455	469–c
51–60	2.00	21	372–c	517	469	627	883	814	772	593	359	345–c
61–70	2.00	7	372–c	400	414	517	807	496	600	420	407	110
71–80	1.60–b	32	d		d	483	979	855				469–c
81–90	1.60–b	21	d	d	386	400	614	793	565	379	448	345–c
91–100	1.60–b	7	d			427	565	586	365			110
101–110	1.30–b	32	d			d	924	758				469–c
111–120	1.30–b	21	d	d	d	d	731	855	572	200	296	345–c
121–130	1.30–b	7	d			d	848	703	420			110
131–140	1.00–b	32	d				724	724				469–c
141–150	1.00–b	21	d	d	d	d	669	696	359	d	d	345–c
151–160	1.00–b	7	d				d	538				110

Dále je uveden klíč k tabulkám 1, 2, 6, 7, 15, 16, 17, a 18

35 a. Tento křemičitan sodný je komerčně dostupný jako 38,3 % roztok tuhých látek. Úroveň použitého pojiva byla ustavena tak, že v dalších experimentech byla použita stejná úroveň tuhých látek.

b. Tekutý křemičitan sodný s tímto poměrem SiO_2 ku Na_2O není komerčně dostupný. Avšak poměr SiO_2 ku Na_2O byl ustaven přidáním vhodných množství 45 % NaOH ke křemičitanu s poměrem 2,58.

c. Jsou uváděny průměry dvou experimentů

5 d. Za experimentálních podmínek bylo obtížné vytvořit zkušební vzorky.

V několika případech nebyly vytvořeny s úspěchem žádné zkušební vzorky. Když se jaderník otevřel, zkušební vzorky se rozpadly. Avšak je zde důkaz, že pojivo bylo za těchto podmínek vytvrzeno.

10

Poznámka 1: K prázdným polím v tabulkách 1, 2, 6, 7 a 15 – 18. To značí, že experiment nebyl proveden. Proto nebyl vytvořen žádný zkušební vzorek. Třeba příklad 72 je umělý – nebyl vytvořen žádný zkušební vzorek.

15

Poznámka 2: ND ve všech tabulkách a jinde značí "neurčeno".

Pevnosti v tahu za tepla a za studena

Po vytvrzení se jaderník otevřel a zkušební vzorky se vyjmuly. Jeden zkušební vzorek byl použit pro určení okamžité pevnosti v tahu (za tepla). Všechna měření pevnosti v tahu byla prováděna elektronickým zkušebním přístrojem Electronic Tensile Tester Model ZGII-XS (Thwing-Albert Instrument Company, Philadelphia, PA). V popise a nárocích označuje pevnost v tahu "za tepla" pevnost formovacího prvku tak, jak je vytažen z modelu, a pevnost v tahu "za studena" značí pevnost 30 minut po vytažení formovacího prvku z modelu. Pevnost v tahu za tepla a za studena jsou rozhodující při vývoji komerčního pojivového systému. Je zásadně důležité, aby jádra a formy vyrobené pomocí těchto pojiv měly dostatečnou pevnost, aby s nimi mohlo být manipulováno. Jak je znázorněno v tabulce 1, synergické výsledné pevnosti v tahu jsou získány za použití kombinovaných pojiv z křemičitanu sodného a polyfosforečnanu sodného versus pojiva obsahující buďto 100 % křemičitan sodný nebo pojiva obsahující 100 % fosforečnan. S těmito výsledky může být pracováno tak, jak je to naznačeno v tabulce 1 ustavováním poměru $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ pojiva z křemičitanu sodného, změnami průměrné délky řetězce fosforečnanové složky nebo změnami hmotnostního poměru křemičitanové složky a fosforečnanové složky. Jak je to znázorněno, maximální pevnosti v tahu za tepla v této řadě neomezujících příkladů jsou získány v příkladech 33 a 34 (1041 kPa a 1124 kPa) za použití složky křemičitanu sodného s poměrem $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,58, polyfosforečnanové složky s průměrnou délkou řetězce 7, přičemž hmotnostní poměry pojivové složky z křemičitanu sodného ku polyfosforečnanové pojivové složce byly 83,3 : 16,7 (příklad 33) a 75 : 25 (příklad 34). Obecně pro daný křemičitan sodný v kombinovaném pojivovém systému podle vynálezu byl vliv polyfosforečnanů sodných na pevnost v tahu za tepla relativně malý, v porovnání se stejnou úrovní křemičitanu. To je nejlépe znázorněno řadou experimentů s 2,58 a 2,00 křemičitany.

40

Naopak, křemičitan sodný je rozhodující pro získání dobré pevnosti systémů za tepla. Ačkoli kombinovaná pojiva s křemičitany s poměrem 2,58 měla celkově největší pevnosti za tepla, některé pojivové systémy s křemičitany s poměry 3,22 a 2,00 zajišťovaly pevnosti za tepla, které se blížily pevnostem získaným s křemičitany s poměrem 2,58.

45

Je nutno poznamenat, že přidání polyfosforečnanů sodných ke křemičitanům s nízkými poměry (poměr < 2,0) umožňovalo přípravu zkušebních vzorků v některých příkladech uvedených v tabulce 1.

50

Zbývající 2 zkušební vzorky byly použity pro určení pevnosti v tahu za studena (tabulka 2) a hmotnosti zkušebních vzorků. Pevnost v tahu za studena hmotnost se měřily poté, co byly zkušební vzorky 30 minut ochlazovány. Porovnání hmotnosti zkušebních vzorků (v tabulce neuvedeno) jsou dobrým měřítkem tekutosti systému pojivo / agregovaný materiál. Těžší zkušební

vzorky indikují lepší tekutost. Obecně vážily zkušební vzorky vyrobené ze 100 % křemičitano-
vých pojiv méně, než zkušební vzorky vyrobené z křemičitanových / fosforečnanových kombi-
novaných pojiv. Tyto výsledky ukazují, že agregovaný nebo sypký materiál, jehož povrch je
pokryt povlakem z kombinovaných pojiv podle vynálezu, má zlepšenou tekutost.

5

Jak je uvedeno v tabulce 2, synergické výsledné pevnosti v tahu za studena jsou získávány za
použití kombinovaného pojiva z křemičitanu sodného a polyfosforečnanu (viz především příkla-
dy 43, 44, 52, 53, 54 a 64) versus pojiva obsahující 100 % křemičitanu sodného nebo pojiva
obsahující 100 % fosforečnanů. Tyto výsledky mohou být dále zpracovávány, jak je naznačeno
v tabulce 2, ustavením poměru $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ kapalně složky z křemičitanu sodného, změnami délky
řetězce polyfosforečnanové složky nebo změnami hmotnostního poměru křemičitanové složky a
polyfosforečnanové složky.

10

Obecně tabulka 2 také ukazuje, že zkušební vzorky vyráběné s křemičitany sodnými, které mají
poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,58 a 2,00, vykazují celkově největší pevnosti v tahu za studena a
rovněž nejširší rozmezí poměru křemičitanu a fosforečnanu, kde byla zjištěna dobrá pevnost
v tahu za studena. Je nutno zaznamenat, že pro křemičitany s malým poměrem (poměr < 2)
umožňuje polyfosforečnanu přípravu zkušebních vzorků uvedených v tabulce 2.

15

20 Tabulka 2

Pevnost v tahu za studena (v kPa) vytvrzeného agregátu s pojivem

Poměr křemičitanu $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitanu a fosforečnanu (BOS)									
		100:0	90:10	83.3:16.7	75:25	60:40	50:50	40:60	25:75	16.7:83.3	0:100
3.22-a	21	2034	2220	1669	1565	945	21	7	34	179	889c
2.58	32	2586c	2794	2427	2255	1703	1000	821	558	345	1083c
2.58	21	2586c	2765	2503	2640	1972	1248	841	427	214	889c
2.58	7	2586c	2689	2689	2530	1662	710	745	558	524	1172
2.00	32	2648c	2586	3061	2779	2089	710	876	669	779	1083c
2.00	21	2648c	2861	2779	2903	2737	938	972	407	600	889c
2.00	7	2648c	2627	2889	2937	2599	979	827	779	752	1172
1.60-b	32	d		d	2434	1986	1158				1083c
1.60-b	21	d	d	2399	2377	2324	1083	683	876	407	889c
1.60-b	7	d			2310	2441	1689	527			1172
1.30-b	32	d			d	2117	1372				1083c
1.30-b	21	d	d	d	d	1931	1386	786	1055	910	889c
1.30-b	7	d			d	2179	1951	869			1172
1.00-b	32	d				1385	1345				1083c
1.00-b	21	d	d	d	d	1413	1358	490	d	d	889c
1.00-b	7	d				d	1510				1172

Vliv použití různých fosforečnanů

Fosforečnanová složka pojiva může být připravena z různých fosforečnanů, jak bylo uvedeno
výše. Obecně mají fosforečnany průměrnou délku řetězce n, přičemž n je průměrný počet fosfo-
rečnanových skupin v řetězci. Tabulka 3 uvádí příklady různých fosforečnan, využitelných
v tomto vynálezu. Jak je zřejmé z tabulky 3, pro výrobu zkušebních vzorků byly použity pojivové
kompozice obsahující fosforečnanové řetězce, kde n = 1, 2, 3, 4 a 21.

25

Fosforečnany byly rozpuštěny ve vodě, čímž se ve většině příkladů získal 45% roztok. Pokud
nemohl být vyroben 45% roztok, byly vyrobeny nasycené fosforečnanové roztoky a, aby se
započetly odlišnosti v obsahu tuhých látek, provedla se příslušná opatření. Bylo pozorováno, že
tripolyfosforečnan sodný není příliš rozpustný ve vodě. Mohl být připraven pouze 14 % (hmot-
nostních) roztok. Aby byl udržen poměr křemičitanu ku fosforečnanu konzistentní s dalšími
pojivy z tabulky 3, byl do pojiva přidán další roztok tripolyfosforečnanu sodného.

30

35

Pojivové složky byly smíseny s pískem, naplněny do tříkomorového jaderníku pro výrobu zku-
šebních vzorků a byly vytvrzeny vypuzením vody. Zkušební vzorky s kombinovanými pojivy
podle vynálezu byly s úspěchem vyráběny za použití různých sloučenin fosforečnanu, jak jsou
uvedeny v záhlaví tabulky 3.

40

Tabulka 3

Agregát připravený s různými fosforečnany

	Polyfosforečnan sodný (n=4) BUDIT 9-f	Trifosforečnanpenta sodný -d (n=3) $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	Difosforečnan draselný (n=2) $\text{K}_2\text{P}_2\text{O}_7$	Kalium-hydrogenfosforečnan (n=1) K_2HPO_4	Natrium-dihydrogenfosforečnan (n=1) NaH_2PO_4	Fosforečnan draselný (n=1) K_3PO_4	VITRAFOS-e Kontrolní (n=21)
% tuhých látek křemičitanu sodného. BOS.-a	1.181	1.181	1.181	1.181	1.181	1.181	1.181
% tuhých látek fosforečnanu. BOS.	0.394	0.394	0.394	0.394	0.394	0.394	0.394
Pevnost v tahu za tepla. KPa	972-c	600-d	752	731	228	496	1020
Pevnost v tahu za studena. kPa	2551-c	1124-d	2151	2324	283	2703	2641
Zbytková pevnost. KPa	14	21-d	276	69	28	883	21
Měknutí vodou. sekundy	5	15-d	10	5	3	>20 min.	5

K tabulce 3 se vztahuje následující klíč.

- 5 a. Křemičitan sodný má hmotnostní poměr $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ 2,58. BOS je definováno jako relativní hmotnost vzhledem k hmotnosti písku.
- 10 b. Fosforečnany byly rozpuštěny ve vodě, aby se získal 45 % (hmotnostní %) roztoky. Pokud nemohly být vytvořeny 45 % roztoky, byly vytvořeny nasycené fosforečnanové roztoky, byly provedeny úpravy, aby se zohlednily rozdíly v podílu tuhých látek.
- c. Průměr dvou zkoušek.
- 15 d. Tripolyfosforečnan sodný není příliš rozpustný ve vodě. Mohl být vytvořen pouze 14% roztok (hmotnostní %). Aby se zachoval poměr křemičitanu ku fosforečnanu, byla v pojivu přítomna přídavná voda. Za účelem úplného odstranění vody při vytvrzování byla využita delší doba vytvrzování (90 sekund).
- e. VITRAFOS je polyfosforečnan sodný k dostání od formy Rhone-Poulenc Basic Chemicals Co, Shelton, CT.
- f. BUDIT 9 je polyfosforečnan sodný k dostání od firmy Cometals, Inc., New York, NY.
- 20 Gelovatění při mísení křemičitanů a fosforečnanů
- Jak bylo uvedeno výše, může v těchto anorganických systémech docházet k neočekávanému gelovatění, dokonce i když v roztoku dojde pouze k malým fyzikálním nebo chemickým změnám. Předčasné nebo nežádoucí gelovatění anorganických polymerů před jejich přidáním k agregovanému nebo sypkému materiálu omezuje použitelnost těchto pojivových systémů.
- 25 Byly provedeny experimenty za účelem studia náchylnosti pojivových systémů podle vynálezu ke gelovatění. Křemičitany sodné a polyfosforečnany sodné byly míseny v různých poměrech. Při jejich mísení byla prováděna pozorování. Výsledky jsou znázorněny v tabulce 4.

Tabulka 4

Gelovatění směsí křemičitanu sodných a fosforečnanů sodných

	Hmotnostní % křemičitanu sodného				
	90	70	50	30	10
Křemičitan sodný (poměr 2,58)					
Polyfosforečnan sodný, n=32	jasný	jasný	jasný	gel	gel
Polyfosforečnan sodný, n=21	jasný	jasný	jasný	gel	gel
Polyfosforečnan sodný, n=7	jasný	jasný	jasný	gel	gel
Křemičitan sodný, poměr 2,00					
Polyfosforečnan sodný, n=32	jasný	jasný	jasný	jasný	gel
Polyfosforečnan sodný, n=21	jasný	jasný	jasný	jasný	gel
Polyfosforečnan sodný, n=7	jasný	jasný	jasný	jasný	gel

- 5 Ve všech případech, kdy byly křemičitany sodné (poměry 2,00 a 2,58) a polyfosforečnany sodné (průměrná délka řetězce je 7, 21, 32) smíseny, vytvořil se gel, když se tyto materiály dostaly do vzájemného kontaktu.

- 10 U směsí, v nichž bylo křemičitanu sodného s poměrem 2,58 více než 30 % (hmotnostní %) celkové směsi, se gel rozpustil mícháním (tedy se získaly jasné roztoky). Obvykle se gel rozpustil během méně než jedné hodiny. Když se gel rozpustil, bylo v roztoku obvykle pozorováno malé množství prachových částic.

- 15 U směsí obsahujících 30 hmotnostních % nebo méně křemičitanu sodného s poměrem 2,58 nebyl gel ovlivněn mícháním po delší dobu (48 hodin).

- Naopak, u křemičitanu sodného s poměrem 2,00 gel vytvořený při smísení 30 křemičitanu sodného a 70 % polyfosforečnanu (hmotnostní %) se mícháním rozpustil, z čehož bylo možné usuzovat, že ve více alkalických křemičitanových kapalinách má gel větší rozpustnost.

- 20 Další důležitou skutečností, která byla pozorována je, že všechny gely se snadno rozpouštěly přidáním vody, alkalického hydroxidu a/nebo hydroxidu amonného. Rozpouštění gelu přidáním vody a/nebo hydroxidu sodného je uvedeno v tabulce 5.

Tabulka 5

- 25 Účinky hydroxidu sodného a vody na gel vytvořený z křemičitanu sodného 2,58 a VITRAFOSu.

	Hmotnostní % přidaného hydroxidu sodného (BOR)				
	10	20	30	40	50
Účinek –a	rozpuštěn	rozpuštěn	rozpuštěn	rozpuštěn	rozpuštěn
	Hmotnostní % přidané vody (BOR)				
	10	20	30	40	50
Účinek –a	částečně rozpuštěn	částečně rozpuštěn	částečně rozpuštěn	rozpuštěn	rozpuštěn

- a. Gely byly vytvořeny smísením 75 hmotnostních % křemičitanu sodného (poměr oxidu křemičitého/sody 2,58) a 25 hmotnostních % VITRAFOSu (45% roztok)

- 30 Jak je znázorněno v tabulce 5, roztoky hydroxidu sodného byly značně účinné pro rozpouštění gelů vytvořených při výrobě kombinovaných pojiv z křemičitanu a polyfosforečnanu. Samozřejmě mohou být použity další alkálie, jako KOH, NH₄OH, LiOH atd. Samotná voda byla rovněž účinná při rozpouštění gelů, ale bylo zapotřebí velké množství vody pro rozpouštění takovýchto gelů.

Tekutost

- Kombinovaná pojiva podle vynálezu mají sníženou viskozitu, jak je to znázorněno v tabulce 5A fyzikálních vlastností. Když se pojivo se sníženou viskozitou smísí s agregovaným materiálem, propůjčí směsi zlepšenou tekutost. To umožňuje tečení do forem se složitým tvarem. Tekutost může být dále zvýšena přidáním látek pro podporu tekutosti a/nebo činidel pro regulaci tekutosti, pokud je to žádoucí. V tabulce 5A BOR značí hmotnost vzhledem k hmotnosti pryskyřice.

Tabulka 5 A

- Fyzikální vlastnosti křemičitanových / fosforečnanových pojiv.

Pojivová kompozice, hmotnostní % BOR						
Křemičitan sodný –a	100	75	60	50	0	50 –c
Fosforečnan sodný –b	0	25	40	50	100	50
Vlastnosti						
Viskozita, cP	444	178	116	109	41	107
Měrná váha	1,489	1,486	1,485	1,479	1,457	1,457
pH	11,9	11,7	11,6	11,5	4,3	12,4
Index lomu	1,4156	1,4105	1,4066	1,4053	1,3954	1,4085

a – hmotnostní poměr oxidu křemičitého a sody je 2,58

b – fosforečnanová složka je 45 % roztok, fosforečnan je VITRAFOS s řetězce o délce 21

c – poměr oxidu křemičitého a sody je 2,0.

Vytłoukání

- Velkou nevýhodu pojiv s křemičitanem sodným je špatná možnost mechanického vytłoukání a bortivost za tepla i za studena. Při procesu odlévání, kdy teploty jader a forem dosahují teploty nad 700 °C, je křemičitan sodný tepelně transformován na sklovitou matici a to má za následek obtížné mechanické vytłoukání. Mechanické vytłoukání je obvykle prováděno působením vibrací nebo nárazů na odlitý kov s jádrem. Ve skutečnosti může obtížné mechanické vytłoukání vést k napětí v odlitém kovu. V takovýchto případech je nutno odlitek zpracovávat nebo žíhat, aby znovu získal vlastnosti daného kovu.
- Bortivost 100 % křemičitého pojiva je rovněž špatná v důsledku nerozpustnosti sklovité křemičitanové matrice vytvořené působením teplot rozpuštěného kovu na formu nebo jádro. V tomto vynálezu může být použita tekutina, například voda, za účelem zborcení jádra a vyplavení žáruvzdorných písků k regeneraci a opětovnému použití.
- Samotné fosforečnany rovněž vykazují špatné možnosti mechanického vytłoukání za tepla i za studena po působení licích teplot. Údaje v tabulce 6 ukazují, že zkušební vzorky vyrobené pomocí kombinovaných pojiv podle vynálezu a vystavené působení teploty 925 °C v muflové peci po dobu 15 minut mají mnohem lepší bortivost a schopnost vytłoukání (méně zůstatkové pevnosti v tahu, jak to bylo zkoušeno na zkušební přístroji Thwing Albert) než tomu bylo u zkušebních vzorků vyrobených ze 100 % jediného pojiva (100 % křemičitan nebo 100 % fosforečnan). Samozřejmě, že čím lepší jsou schopnosti vytłoukání, tím menší je pravděpodobnost poškození kovového odlitku. S ohledem na výše uvedené jsou pojiva podle vynálezu doporučována pro výrobu kovových odlitků, zvláště odlitků ze slitin železa.

Tabulka 6

Zůstatková pevnost (925 °C) vytvrzených agregovaných materiálů spojivy

Poměr křemičitanu SiO ₂ /Na ₂ O	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitanu a fosforečnanu (BOS)									
		100:0	90:10	83.3:16.7	75:25	60:40	50:50	40:60	25:75	16.7:83.3	0:100
3.22-a	21	28	34	21	14	0	14	48	76	55	186-c
2.58	32	510-c	62	21	14	7	14	7	55	131	117-c
2.58	21	510-c	28	21	21	<7	<7	<7	<7	<7	186-c
2.58	7	510-c	41	28	<7	14	<7	<7	7	48	41
2.00	32	448-c	41	14	34	7	<7	7	<7	<7	117-c
2.00	21	448-c	55	76	41	21	7	7	21	21	186-c
2.00	7	448-c	41	117	41	14	<7	<7	34	34	41
1.60-b	32	d		d	76	48	0				117-c
1.60-b	21	d	d	55	103	28	0	<7	96	62	186-c
1.60-b	7	d			d	110	7	0			41
1.30-b	32	d	d		d	34	0				117-c
1.30-b	21	d	d	d	d	82	ND	ND	69	82	186-c
1.30-b	7	d			d	55	28	0			41
1.00-b	32	d				152	14				117-c
1.00-b	21	d	d	d	d	34	28	0	d	d	186-c
1.00-b	7	d				d	0				41

- 5 Tabulka 7 ukazuje schopnost měknutí a tedy regenerace pojivových systémů podle vynálezu, když je použita voda jako činidlo pro regeneraci agregovaného materiálu. Podané výsledky naznačují, že mnohá kombinovaná pojiva mohou být rozpuštěna vodou snadněji, než systémy s pojivy ze samotného křemičitanu sodného nebo polyfosforečnanu sodného. Rychlejší měknutí kombinovaných pojiv naznačuje možnost snadnějšího odstranění použitého pojiva z agregátu. To přispívá k lepší regeneraci agregovaného materiálu

10

Tabulka 7

Doba měknutí tepelně ošetřovaných zkušebních vzorků vytvrzeného agregovaného materiálu s pojivy (v sekundách) působením vody

Poměr SiO ₂ /Na ₂ O v křemičitanu	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu									
		100:0	90:10	83.3:16.7	75:25	60:40	50:50	40:60	25:75	16.7:83.3	0:100
3.22-a	21	5	5	4	4	3	2	2	4	5	80
2.58	32	>20 min.	300	18	6	3	2	6	12	15	80
2.58	21	>20 min.	80	10	5	2	2	2	2	5	80
2.58	7	>20 min.	80	60	10	6	3	4	6	15	20
2.00	32	>20 min.	>20 min.	120	3	3	2	3	3	2	80
2.00	21	>20 min.	>20 min.	>20 min.	-100	10	5	2	4	6	80
2.00	7	>20 min.	ND	8	4	3	3	4	4	5	20
1.60-b	32	c		c	2	2	2				80
1.60-b	21	c	c	ND	5	2	2	ND	ND	ND	80
1.60-b	7	c			ND	3	2	ND			20
1.30-b	32	c	c		c	3	ND				80
1.30-b	21	c	c	c	c	2	ND	ND	ND	ND	80
1.30-b	7	c			c	4	3	ND			20
1.00-b	32	c				2	2				80
1.00-b	21	c	c	c	c	ND	ND	ND	c	c	80
1.00-b	7	c				c	2				20

- 15 Jiné než sodné hydroxidy mohou být použity s úspěchem pro modifikaci křemičitanů sodných. Tabulka 8 níže ukazuje, že mohou být v provedeních podle vynálezu s úspěchem použity hydroxid draselný a hydroxid sodný.

Tabulka 8

Fyzikální vlastnosti vytvrzeného agregátu a pojivem a přidanými hydroxidy

	Hydroxid sodný	Hydroxid draselný	Hydroxid amonný	Žádný (kontrola)
hmotnostní %, BOR	20	20	20	nic
Pevnost v tahu za tepla kPa	482	490	848	1020
Pevnost v tahu za studena kPa	2434	1944	2268	2641
Měknutí vodou sekundy	3	3	ND	5

- 5 Kombinovaná pojiva použitá ve výše uvedených řadách experimentu se skládala z křemičitanu s hmotnostním poměrem SiO_2 ku Na_2O o velikosti 2,58 a z polyfosforečnanu VITRAFOS s průměrnou délkou řetězce 21. V těchto zkouškách písku bylo množství pojiva 3,5 hmotnostních % BOS nebo 1,575 hmotnostních % tuhých látek BOS. Hmotnostní poměr křemičitanu a fosforečnanu byl 3 : 1.
- 10 Křemičitan draselný může nahradit křemičitany sodné v pojivových systémech podle vynálezu. Křemičitany draselné mohou být rovněž použity ve spojení s křemičitany sodnými jako první složkou pojivového systému. Tabulka 9 ukazuje takovéto systémy.

Tabulka 9

- 15 Fyzikální vlastnosti vytvrzeného agregátu s křemičitanem draselným jako křemičitanovou složkou

	Pouze křemičitan		Křemičitan a fosforečnan	
	Křemičitan draselný	Křemičitan sodný (kontrolní)	Křemičitan draselný	Křemičitan sodný (kontrolní)
hmotnostní % tuhých látek v křemičitanu, BOS	1.575	1.575	1.181	1.181
hmotnostní % tuhých látek ve VITRAFOS, BOS			0.394	0.394
celkový % podíl tuhých látek v pojivu	1.575	1.575	1.575	1.575
pevnost v tahu za tepla kPa	979	772	724	1020
pevnost v tahu za studena kPa	1862	2586	986	2641
měknutí vodou, sekundy	>1200	>1200	1	5
zbytková pevnost, kPa	172	510	7	14

- 20 Křemičitany draselné používané ve výše uvedených experimentech byly KASIL #6, k dostání od firmy PQ Corp., Philadelphia, PA. Tento křemičitan má poměr SiO_2 ku K_2O o velikosti 2,1. Byl použit křemičitan sodný s hmotnostním poměrem SiO_2 ku Na_2O 2,58.

Měknutí kombinovaných pojiv při zvýšených teplotách

- 25 Zkušební vzorky připravené se 100 % vodným pojivovým systémem z polyfosforečnanu sodného mají tendenci měknout, když jsou zahřáty na teploty blízké 250 °C. Jestliže jádro a/nebo forma měkne při zvýšených teplotách, které na ně působí při lití kovu, dojde k vážným poškozením odlitků. Byly prováděny srovnávací testy, aby se zjistilo, zda v kombinovaných pojivových systémech podle vynálezu dochází při teplotách 500 °C. Měknutí při 500 °C bylo měřeno následujícím způsobem: zkušební vzorek byl podepřen na obou koncích a 200 g závaží bylo zavěšeno ve středu. Toto zařízení pak bylo umístěno do pece při 500 °C. Byl zaznamenáván čas, v němž se
- 30 zkušební vzorek zlomil. Výsledky jsou znázorněny v tabulce 10.

Tabulka 10

Měknutí vytvrzeného agregátu s pojivem při 500 °C

Pojivová kompozice (hmotnostní %) –a, b, c, d									Hmotnostní % pojiva BOS	Doba do zlomu při 500 °C
SB41 –a	BUDIT 4 –b	BUDIT 7 –b	BUDIT 8 –b	BUDIT 9 –b	Voda	ALUSIL ET –c	50 % NaOH	PA 800K –d		
81,8					17,4			0,8	2,5	> 10 min.
37,2	37,2 –f				12,4		12,4	0,8	4	> 10 min.
37,2		37,2 –f			12,4		12,4	0,8	4	> 10 min.
37,2				37,2 –f	12,4		12,4	0,8	4	> 10 min.
38,5 –e	38,5 –f				12,8		9,3	0,8	4	> 10 min.
			19,0 –g	22,0 –g	50,1	8,2		0,7	4	21 sekund

- a. Použitým křemičitanem sodným bylo SB41, jehož poměr oxid křemičitý / soda byl 2,65.
- 5 b. BUDIT 4, 7, 8 a 9 jsou polyfosforečnany sodné s různými délkami řetězce, které jsou k dostání od firmy Cometals, Inc., New York, NY.
- c. ALUSIL ET je hlinito–křemičitan sodný a je použit jako přísada pro zvýšení pevnosti za tepla.
- 10 d. PA800K je 2–ethylhexylfosforečnan draselný a je použit jako činidlo pro zvýšení tekutosti, je k dostání od firmy Lakeland Laboratories, Ltd., Manchester, England.
- e. Směs SB 41 se sacharózou.
- f. Použity 45 % (hmotnostní %) roztoky polyfosforečnanů.
- g. Použit polyfosforečnanový prášek
- 15 Celofosforečnanový systém se rozbil rychle (21 sekund), když byl vložen do pece s teplotou 500 °C. Ve skutečnosti nebo pozorováno žádné měknutí kombinovaných pojiv při teplotě 500 °C. Pojiva tvořená pouze křemičitanem sodným rovněž neměkla při teplotách do 500 °C.

Použití kombinovaných pojiv

- 20 Existuje mnoho způsobů, kterými lze použít kombinace pojiv z křemičitanu sodného a fosforečnanu sodného. Výhodný je jednosložkový pojivový systém. Zásobování zákazníků produkty obsahujícími jak křemičitanový, tak fosforečnanový systém zjednoduší požadavky na manipulaci a skladování ve slévárenských provozech. Avšak to vyžaduje předběžné přimísení fosforečnanů buďto ve formě kapaliny nebo tuhé látky v kapalině nebo směs dvou tuhých látek.
- 25 Alternativně je možné použít dvousložkové systémy. Je možné dodávat samostatný křemičitan a fosforečnan jako kapaliny. Dále může být vícesložkový pojivový systém tvořen samostatnými složkami, které představují kapalnou křemičitan sodný, tuhý polyfosforečnan a voda (nebo hydroxid). Jednotlivé složky mohou být přidávány do slévárenského písku současně (nebo postupně),
- 30 aby se vytvořila vytvrditelná písková směs. Vybrané způsoby byly zhodnoceny a výsledky jsou ukázány v tabulce 11.

Tabulka 11

Porovnání vydržených agregátů vyrobených různými způsoby

	1 složka	2 složky		Více složek
		křemičitanový roztok tuhý fosforečnan	křemičitanový roztok fosforečnanový roztok	křemičitanový roztok tuhý fosforečnan, voda
Hmot. % tuhých látek (a) křemičitanu sodného, BOS	1.181	1.181	1.181	1.181
Hmotn. % tuhých látek VITRAFOS, BOS	0.394	0.394	0.394	0.394
Celkové hmot. % tuhých látek v pojivu, BOS	1.575	1.575	1.575	1.575
Pevnost v tahu za tepla kPa	938	703	1020	834

Pokračování tabulky 11

	1 složka	2 složky		Více složek
		křemičitanový roztok tuhý fosforečnan	křemičitanový roztok fosforečnanový roztok	křemičitanový roztok tuhý fosforečnan, voda
Pevnost v tahu za studena kPa	2544	1551	2641	2599
Měknutí vodou, sekundy	5	3	5	3

Hmotnostní poměr SiO_2 ku Na_2O je 2,58.

- 5 Data z tabulky 11 ukazují, že všechny uvedené způsoby aplikace kombinovaných pojivových systémů mohou být s úspěchem použity.

Stárnutí kombinovaných pojiv

- 10 Jak již bylo uvedeno, jednosložkový pojivový systém je výhodný vzhledem k jednoduchosti použití. Takovýto jednosložkový systém byl připraven a podroben urychlenému stárnutí při teplotě 40 °C. Pak se zestárnuté pojivo smísilo s agregovaným materiálem a použilo se pro přípravu zkušebních vzorků. Výsledky jsou znázorněny v tabulce 12.

Tabulka 12

- 15 Stárnutí pojiv při 40 °C – a,b

Dny při 40 °C	Pevnost v tahu za tepla, kPa	Čas do zlomení při 500 °C	Vzhled pojiva
0	1379	> 10 min.	OK
7	1579	> 10 min.	OK
14	1613	> 10 min.	OK
21	1675	> 10 min.	OK
28	1620	> 10 min.	OK
35	netestováno	netestováno	Dolní třetina zgelo- vatělá

- a. Uvedené kombinované pojivo obsahovalo 3 díly SB 41, jeden díl 50 % NaOH, jeden díl vody a 3 díly BUDIT 7 (roztok 45 hmotnostních %). 4 % pojiva se pokryl písek CONGLETON 60.
- 20 b. Vytvrzování se uskutečnilo foukáním vzduchu o teplotě 140 až 150 °C po dobu 60 sekund, jaderník měl teplotu 120 °C.
- c. Čas do zlomení se měřil stejně jako pro tabulku 10.

- 25 Pevnost v tahu za tepla a měknutí jader vyrobených pomocí tohoto kombinovaného pojiva se nijak výrazně neměnily po dobu 28 dnů, z čehož lze usuzovat, že jednosložkové pojivové kompozice nijak výrazně nestárly až do období 28 až 35 dnů.

Použití jiných křemičitanů

- 30 Křemičitan sodný s velkým poměrem (3,85) a křemičitan lithný byly hodnoceny v kombinovaných pojivech. Tyto křemičitany jsou k dostání od firmy Crosfield Chemicals (Warrington, England). Bylo vyrobeno několik směsí s různým složením a tyto byly testovány. Výsledky jsou znázorněny v tabulce 13.

Tabulka 13

Fyzikální vlastnosti vytvrzeného agregátu při použití jiných křemičitanů

Složení pojiva, hmotnostní %					Výsledky zkoušek písku		
Křemičitan sodný s poměrem 3.85 –a	BUDIT 7 –d	NaOH (granule)	Voda	PA800K	Pevnost v tahu za tepla, kPa	Pevnost v tahu za studena, kPa	Měknutí při 500 °C
55.09	16.11	9.28	19.52		889	1083	> 10 minut
55.79	16.31	8.13	19.77		869	1089	> 10 minut
54.14	15.83	10.85	19.18		765	1089	> 10 minut
Křemičitan lithný –b	BUDIT 7 –d	NaOH (granule)	Voda	PA800K	Pevnost v tahu za tepla, kPa	Pevnost v tahu za studena, kPa	Měknutí při 500 °C
60.26	16.27	11.56	11.91		841	1214	> 10 minut
61.77	16.68	9.35	12.21		1027	1131	> 10 minut
59.01	15.93	13.4	11.66		–	1000	> 10 minut
Křemičitan sodný s poměrem 2.65 –c	BUDIT 7 –d	NaOH (granule)	Voda	PA800K	Pevnost v tahu za tepla, kPa	Pevnost v tahu za studena, kPa	Měknutí při 500 °C
39.65	16.05	7.44	36.08	0.8	–	1110	> 10 minut

5

a. Tímto křemičitanem sodným je CRYSTAL 52, od firmy Crosfield Chemicals, Warrington, England

b. Tímto křemičitanem lithným je CRYSTAL L40, od firmy Crosfield Chemicals, Warrington, England

10 c. Tímto křemičitanem sodným je SB 41, od firmy Crosfield Chemicals, Warrington, England

d. Prášek

Údaje z tabulky 13 ukazují, že křemičitan sodný s poměrem 3,85 a křemičitan lithný mohou být s úspěchem použity. Nebyly nalezeny žádné výrazné rozdíly v účincích.

15

Vliv písku na kombinovaná pojiva

Některá slévárenská pojiva jsou velmi citlivá na typ písku, a mohou velmi špatně působit, pokud se použije nevhodný písek. Následující zkoušky byly provedeny s několika druhy písků, aby se určil vliv typu písku na pevnost v tahu. Údaje jsou znázorněny v tabulce 14.

20

Tabulka 14

Vliv agregovaného materiálu na pevnost v tahu za studena u forem s pojivý

Typ písku	AFS GF č –b	Hmotnostní pojiva, BOS	Pevnost v tahu za studena, kPa	
			Průměr	Rozsah
CONGLETON (SiO ₂)	59	4	1476	1276 – 1641
CONGLETON (SiO ₂)	59	3	1110	1034 – 1262
Zirkon	116	3	2110	1758 – 2310
Zirkon	78	3	2103	1848 – 2275
Chromit	53	3	2069	1813 – 2172
Olivín	42	3	820	724 – 1000

25

a. Postup zkoušky písku: pojivo bylo přidáno k písku a míseno po dobu dvou minut v míšiči KENWOOD CHEF. Pomocí foukacího stroje byl obalený písek foukán do jaderníku pro výrobu zkušebních vzorků, který měl teplotu 120 °C a byl vytvrzen proplachovacím teplým vzduchem (140 až 150 °C), pod tlakem 345 kPa, a rychlostí 5 litrů/sekundu po dobu 60 sekund. Byly měřeny pevnosti v tahu pomocí přístroje RISDALE Universal Sand Strength.

b. Americká slévárenská společnost, číslo jemnosti písku.

Údaje v tabulce 14 ukazují, že kombinovaná pojiva podle vynálezu mohla být použita s různými druhy písků, včetně oxidu křemičitého, zirkonu, chromitu a olivínu.

5

Proces vyhřívání jaderníku

Podobně jako experimenty prováděné pro proces s vyhříváním jaderníkem a za pomoci vzduchu, byly tyto zkoušky prováděny za účelem zjištění, nikoli definování rozsahu použití kombinovaných pojiv. Obecný postup zkoušky písku pro proces s vyhříváním jaderníkem je následovný:

- 10 Pojiva použitá v těchto zkouškách obsahovala $45,0 \pm 0,5$ % tuhých látek, pokud není určeno jinak. 300 g křemičitého písku WEDRON 530 bylo umístěno do Hobartovy mísicí nádoby. V písku byly vytvořeny dvě jamky. Vhodná množství křemičitanu sodného a fosforečnanu sodného (viz tabulka 15) (3,5 celkového množství pojiva, BOS) bylo umístěno do těchto dvou samostatných jamek. Mísic se nastartoval a mísení pokračovalo po dobu dvou minut. Bylo dbáno na to,
- 15 aby se pojivové složky rovnoměrně promísily. Obalený písek se pak foukal pod tlakem vzduchu 586 kPa po dobu jedné sekundy do jaderníku na tři zkušební vzorky, který byl udržován na teplotě 218 °C, a to za pomoci foukacího přístroje Redford Cartridge Bench Core Blower (Redford Iron and Equipment Company, Detroit, MI).

- 20 Po 60 sekundách se jaderník otevřel a zkušební vzorky byly vyňaty. Jeden zkušební vzorek byl použit pro určení okamžité pevnosti v tahu (za tepla). Zbývající dva zkušební vzorky byly použity pro zjištění hmotnosti a pevnosti v tahu za studena. Pevnost v tahu za studena byla měřena po 30 minutách chlazení. Byly uváděny průměrné hodnoty alespoň tří měření. Další zkušební vzorky byly připraveny pro zjišťování odolnosti vůči vlhkosti, zbytkové pevnosti v tahu a měk-
- 25 nutí vodou poté, co byly zkušební vzorky vystaveny působení teplot lití kovu (925 °C).

Pevnost v tahu za tepla

Tabulka 15 ukazuje pevnost v tahu za tepla s ohledem na složení kombinovaných pojiv.

30 Tabulka 15

Pevnost v tahu za tepla (v kPa) vytvrzeného agregátu s pojivy (Proces vyhřívání jaderníku)

Poměr SiO_2 : Na_2O	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitan/fosforečnan					
		100:0	90:10	83,3:16,7	75:25	60:40	50:50
3,22-a	21	372	448	379	317	145	d
2,58	32	303-c	317	476	414	172	d
2,58	21	303-c	434	600	490	d	
2,58	7	303-c	ND	414	421	359	d
2,00	21	207	276	345	434	d	
1,60 -b	21	d	159	186	248	386	d
1,30 -b	21			d	283	407	d
1,00-b	21				d	386	d

Poznámka: Značky z tabulek 15 – 18 jsou vysvětleny u tabulky 1.

- 35 Za experimentálních podmínek byly všechny pojivové systémy obsahující pouze křemičitan sodný s poměrem 3,22, 2,58 a 2,00 vytvrzovány tak, aby měly dostatečnou pevnost pro vytvoření kombinovaných pojivových systémů. Přidání fosforečnanu sodného mělo za následek vyšší pevnost v tahu za tepla u kombinovaných pojivových systémů.
- 40 Pevnosti v tahu za studena uvedené v tabulce 16 ukazují, že zkušební vzorky vyráběné s poměry $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ o velikosti 2,58 a 2,00 měly celkově největší pevnost v tahu za studena. Tyto výsledky odpovídají výsledkům uvedeným v tabulce 2. S křemičitany s jinými poměry byly dosahované

pevnosti v tahu za studena mírně nižší. Avšak formy vyrobené s kombinovanými pojivy s jinými poměry jsou dostatečně pevné pro běžnou slévářenskou praxi.

- 5 Je nutno poznamenat, že pro křemičitaný sodný s nižšími poměry nemohly být vyrobeny zkušební vzorky se samotným křemičitanem sodným. Přidání fosforečnanu umožnilo vyrobení zkušebních vzorků a údaje o pevnosti naznačují, že tato pojiva jsou použitelná pro slévářské aplikace.

Tabulka 16

- 10 Pevnost v tahu za studena (v kPa) vytvrzeného agregátu s kombinovanými pojivy (Proces vyhřívání jaderníku)

Poměr SiO ₂ : Na ₂ O	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitan/fosforečnan					
		100:0	90:10	83,3:16,7	75:25	60:40	50:50
3,22-a	21	2917	2717	938	938	414	d
2,58	32	2806c	2455	2482	1531	627	d
2,58	21	2806c	2737	3199	2579	d	
2,58	7	2806c	ND	2620	2571	648	d
2,00	21	3434	3289	3254	2758	d	
1,60 -b	21	d	2041	2634	2855	1889	d
1,30 -b	21			d	2275	2480	d
1,00-b	21				d	807	d

Tabulka 17 uvádí zbytkovou pevnost v tahu u kombinovaných pojivových systémů poté, co byly vystaveny působení teploty 925 °C v muflové peci po dobu 15 minut.

- 15 Tabulka 17

Zbytková pevnost (v kPa) vyvrženého agregátu po tepelném ošetření (925 °C) (Proces vyhřívání jaderníku)

Poměr SiO ₂ : Na ₂ O	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitan/fosforečnan					
		100:0	90:10	83,3:16,7	75:25	60:40	50:50
3,22-a	21	69	21	28	7	ND	d
2,58	32	269-c	ND	41	0	0	d
2,58	21	269-c	28	55	7	d	
2,58	7	269-c	ND	28	0	0	d
2,00	21	993	62	83	28	d	
1,60 -b	21	d	83	76	69	0	d
1,30 -b	21			d	21	0	d
1,00-b	21				d	0	d

- 20 Údaje v tabulce 17 výrazně naznačují, že pojivové systémy podle vynálezu mají mnohem lepší schopnost mechanického vytloukání, než pojiva se samotným křemičitanem. Tyto údaje odpovídají údajům v tabulce 6.

- 25 Tabulka 18 ukazuje schopnost měknutí a tedy regenerační schopnost pojivových systémů podle vynálezu pomocí vody. Tyto údaje odpovídají údajům uvedeným v tabulce 7.

Tabulka 18

Doba do změknutí tepelně ošetřeného vytvrzeného agregátu (v sekundách) působením vody (Proces vyhřívání jaderníku)

Poměr $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$	Délka řetězce fosforečnanu	Hmotnostní poměr křemičitan/fosforečnan					
		100:0	90:10	83,3:16,7	75:25	60:40	50:50
3,22-a	21	>20 min	15	3	3	ND	d
2,58	32	>20 min-c	ND	4	3	2	d
2,58	21	>20 min-c	10	8	5	d	
2,58	7	>20 min-c	ND	ND	12	6	d
2,00	21	>20 min	60	30	5	d	
1,60 -b	21	d	40	15	10	3	d
1,30 -b	21			d	20	3	d
1,00-b	21				d	5	d

- 5 Tyto výsledky naznačují, že mnohá kombinovaná pojiva si ponechávají svoji rozpustnost a mohla být rozpuštěna vodou mnohem snadněji, než systémy obsahující pouze křemičitan sodný jako pojivo. Zkušební vzorky vyrobené s kombinovanými pojivy s velkým množstvím křemičitanu (více než 90 %) byly odolnější vůči měknutí působením vody. Jak již bylo vysvětleno, to je zřejmě důsledkem tvorby "sklovitého křemičitanu" během působení vysokých teplot. Rychlejší měknutí kombinovaných pojiv naznačuje snadnější odstraňování použitého pojiva na písku. To bude mít za následek opět lepší regenerace písku. Zlepšené vytloukání za vlhka a lepší regenerace písku jsou dalšími výhodami kombinovaných pojiv. Tyto výsledky odpovídají výsledkům uvedeným v tabulce 7.
- 10
- 15 Byl zkoumán vliv různých relativních množství pojiva na kompozicích s kombinovanými pojivy, které měly 75 hmotnostních % křemičitanu sodného s poměrem 2,58 a 25 hmotnostních % fosforečnanu sodného VITRAFOS (roztok 45 hmotnostních %). Výsledky jsou uvedeny v tabulce 19.

Tabulka 19

- 20 Vliv různých relativních množství pojiva (Proces vyhřívání jaderníku)

	Hmotnostní % pojiva, BOS		
	1,5	2,5	3,5
Pevnost v tahu za tepla kPa	179	372	490
Pevnost v tahu za studena kPa	1289	1938	2579
Vrypování tvrdost	25	47	66
Hmotnost vzorku, g	100,5	100,5	101,5
Zbytková pevnost, kPa 90 % RH, 24 hodin	186	1234	1096
Zbytková pevnost, kPa ošetření 925 °C	0	0	7
Doba měknutí, sekundy	3	3	5

- 25 Dle očekávání výsledky ukazují, že vyšší relativní množství pojiva zvyšují pevnost v tahu a vrypovou tvrdost. Avšak ve studovaném rozsahu % množství přidávaného pojiva měla kombinovaná pojiva, poté, co na ně působila teplota 925 °C, velmi nízkou zbytkovou pevnost v tahu, a velmi rychle měkla působením vody.

- 30 Podmínky vytvrzování byly rovněž studovány. Opět byly hodnoceny kompozice kombinovaných pojiv, se 75 hmotnostními % křemičitanu sodného s poměrem 2,58 a s 25 hmotnostními % fosforečnanu sodného VITRAFOS (roztok 45 hmotnostních %), různé teploty jaderníku a doby výdrže pro vytvrzování. Pevnosti v tahu (za tepla a za studena), vrypová tvrdost, a zbytková pevnost po skladování v prostředí s vysokou vlhkostí byly sledovány a jsou uvedeny v tabulce 20.

Tabulka 20

Vliv podmínek vytvrzování

Teplota jaderníku, °C	177			
Doba výdrže, sekundy	30	45	60	120
Pevnost v tahu za tepla, kPa	ND	241	290	683
Pevnost v tahu za studena, kPa	ND	2489	2682	2586
Vrypová pevnost	ND	72	69	70
Zbytková pevnost	ND	97	269	2227
Teplota jaderníku, °C	218			
Doba výdrže, sekundy	30	45	60	120
Pevnost v tahu za tepla, kPa	172	317	558	1207
Pevnost v tahu za studena, kPa	2303	2599	2744	2227
Vrypová pevnost	69	64	68	68
Zbytková pevnost	69	1014	993	1882
Teplota jaderníku, °C	260			
Doba výdrže, sekundy	30	45	60	120
Pevnost v tahu za tepla, kPa	290	427	648	1103
Pevnost v tahu za studena, kPa	2503	2117	1751	1834
Vrypová pevnost	68	62	58	59
Zbytková pevnost	255	1041	1607	1662

- 5 Údaje v tabulce 20 ukazují, že se pevnost v tahu za tepla obecně zvyšovala se zvyšující se teplotou jaderníku a dobou výdrže. Pro teploty jaderníku 117 °C a 218 °C neměla delší doba výdrže výrazný vliv na pevnost v tahu za studena.

- 10 Zajímavým výsledkem pozorování je zbytková pevnost po působení vysoké vlhkosti. Vytvrzování při vyšší teplotě jaderníku a s delší výdrží způsobovalo, že zkušební vzorky byly méně citlivé na vlhkost.

- 15 Jak bylo uvedeno v postupu výše, není u vyhřívaných jaderníku používáno odvodušňování. Protože kombinovaný pojivový systém vytváří velké množství vodních par během vytvrzování, bylo do této řady experimentů začleněno působení vzduchu (za účelem účinnějšího odstraňování vodních par) během vytvrzování, aby se zjistily případné kladné účinky na vytvrzování. Údaje jsou uvedeny v tabulce 21.

Tabulka 21

Vliv působení vzduchem na vytvrzovaný agregát s pojivy (proces s vyhřívaným zásobníkem) – 1,2

Výdrž, sekundy	35	35	47	47	47	60	60
Doba do působení sekundy		20		32	20		32
Doba působení sekundy	0	6	0	6	18	0	18
Pevnost v tahu za tepla, kPa	290	352	441	421	434	483	469
Pevnost v tahu za tepla, kPa	2855	3192	2062	2468	2613	2193	2393
Vrypová tvrdost	70	68	67	65	63	70	65

- 20 1. Pojivo zahrnuje 75 hmotnostních % křemičitanu sodného s poměrem 2,58, a 25 hmotnostních % VITRAFOSu (roztok 45 hmotnostních %). Celkové množství pojiva bylo 3,5 % BOS, křemenný písek WEDRON 530, získaný od firmy WEDRON Silica Co, Wedron, Illinois.
- 25 2. Vzduch o pokojové teplotě byl zaváděn do jaderníku pod tlakem 207 kPa.

S krátkým trváním působení vzduchem o pokojové teplotě byla pozorováno zlepšení pevnosti v tahu za studena. Avšak pevnost v tahu za tepla a vrypová tvrdost byly ovlivněny jen málo.

- 5 Alternativou k působení vzduchem je vytváření vakua ve formovacím prvku za účelem přispění k dehydrataci formovacího prvku.

- 10 Byl studován účinek začlenění boratových iontů do kombinovaných pojiv. Kalium-tetraborat-tetrahydrát byl rozpuštěn ve vodě, aby se získal roztok 10 % hmotnostních. Rozpustnost kalium-tetraboratu ve vodě je omezená. Tento roztok se přidal do písku, když byly přidány pojivové složky. Byla hodnocena výsledná písková směs. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 22.

Tabulka 22

Vliv kalium-tetraboratu na vytvrzený agregát s pojivem (proces s vyhříváním jaderníkem)

Křemičitan sodný s poměrem 2,58, hmotnostní % tuhých látek BOS	1,181	1,181
VITRAFOS, hmotnostní % tuhých látek BOS	0,394	0,394
1 – Kalium-tetraborat-tetrahydrát, hmotnostní % tuhých látek, založeno na množství tuhých pryskyřic	0	3,33
Pevnost v tahu za tepla, kPa	448	552
Pevnost v tahu za studena, kPa	2206	1427
Vrypová tvrdost	63	61
Hmotnost zkušební vzorku, g	101,4	102,6
Zbytková pevnost, kPa, 90 % RH, 24 hodin	241	338
Zbytková pevnost, kPa, ošetření při 925 °C	0	7
Doba měknutí, sekundy	5	5

- 15 1. Při použití kalium-tetraborat-tetrahydrátu se připravil roztok 10 % hmotnostních. Tento roztok se přidal do pískové směsi, když se přidaly pojivové složky. Vytvrzování se provádělo v ohřevem povlečeného písku v modelu o teplotě 218 °C po dobu 60 sekund.

- 20 Údaje v tabulce 22 ukazují, že přidání kalium tetraboratu způsobilo pokles pevnosti v tahu za studena. Avšak výrazněji se prokázalo, že systém obsahující kalium-tetraborat byl odolnější vůči vlhkosti. Je rovněž nutno poznamenat, že možnost mechanického vytloukání (za sucha a za mokra) nebyla přidáním tetraboratu ovlivněna.

- 25 Ze všech výše uvedených údajů je zřejmé, že podle vynálezu bylo vytvořeno pojivo a rovněž byl vytvořen způsob zlepšení charakteristik anorganické formy pro použití ve slévárenství, v oblasti produktů výroby formovacích prvků, odlévání a formování, například vstřikovacího formování, odlévání polymerů, odlévání betonu a podobně. Formy podle vynálezu jsou nejlepší, když je jejich povrch opatřen podkosem, nebo jiným tvarovým prvkem, který zabraňuje stahování produktu a formy. Zlepšená bortivost forem a jader podle vynálezu usnadňuje toto použití,
- 30 kdykoli je problémem stahování produktu.

- 35 Ačkoli byl vynález popsán na konkrétních provedeních a s ohledem na zde uvedené tabulky, je jasné, že odborníkovi z dané oblasti budou ve světle výše uvedeného popisu zřejmé mnohé možnosti alternativ, modifikací a variant. Například způsob podle vynálezu vyžaduje dehydrataci zaformovaného agregátu pro vytvrzení formovacího prvku. Popis dehydratace zahrnoval ohřev a působení teplého vzduchu. Rovněž by mohlo být využito dehydratace vakuem. Avšak je nutno poznamenat, že pro tento popis je vzduch považován za inertní plyn a může být nahrazen jakým-koli jiným inertním plynem, například dusíkem, argonem a podobně, nebo směsmi inertních plynů. Teplota vzduchu nebo inertního plynu je taková, aby se uskutečnila dehydratace a vhod-
- 40 ných výsledků bylo dosaženo při teplotě 90 °C a výše. Inertní plyn může být použit pouze pro ovlivnění dehydratace, nebo může být použit v kombinaci s provedením vyhřívání jaderníku.

Ve stejných situacích může být použit vzduch nebo jiný inertní plyn o pokojové teplotě, místo teplého vzduchu nebo inertního plynu. Tak může být rovněž použito vakuum samotné nebo v kombinaci s dalšími provedeními pro usnadnění dehydratace. Proto má vynález zahrnovat všechny tyto alternativy, modifikace a variace, které spadají do rozsahu přiložených nároků.

PATENTOVÉ NÁROKY

10

1. Pojivová kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, zahrnující roztok ve vodě rozpustného křemičitanu a ve vodě rozpustného amorfního anorganického fosforečnanového skla ve vodném médiu, kde obsah vody je 30 % hmotn. až 80 % hmotn. pojivové kompozice a hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19, kde křemičitan má molární poměr SiO_2 k M_2O od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia.

15

2. Pojivová kompozice podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že fosforečnan je vybrán ze skupiny, kterou tvoří fosforečnany alkalických kovů a fosforečnany amonné.

20

3. Pojivová kompozice podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že křemičitan zahrnuje křemičitan sodný a fosforečnan je vybrán ze skupiny, kterou tvoří polyfosforečnan sodný a polyfosforečnan draselný.

25

4. Pojivová kompozice podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že polyfosforečnan má iontovou část vzorce $(\text{PO}_3)_n\text{O}$, přičemž n značí průměrnou délku řetězce, která je v rozmezí 3 až 32 včetně.

30

5. Pojivová kompozice podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje povrchově aktivní látku.

6. Pojivová kompozice podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že dále zahrnuje ve vodě rozpustnou povrchově aktivní látku, vybranou ze skupiny, kterou tvoří organické sulfáty, organické sulfonáty, organické estery kyselin fosforečné a jejich směsi.

35

7. Tepelně vytvrditelná pojivová kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, zahrnující ve vodě rozpustný křemičitan a ve vodě rozpustné amorfní anorganické fosforečnanové sklo ve vodném médiu, přičemž obsah vody v kompozici je takový, že tato kompozice je tepelně vytvrditelná, přičemž molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia.

40

8. Tepelně vytvrditelná pojivová kompozice podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že obsah vody je v rozmezí 30 až 80 % hmotnostních pojivové kompozice.

45

9. Tepelně vytvrditelná pojivová kompozice podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu je v rozmezí 39 : 1 až 1 : 19, odvozeno z množství tuhých látek.

50

10. Tepelně vytvrditelná pojivová kompozice podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že poměr křemičitanu ku fosforečnanu je v rozmezí 39 : 1 až 31 : 1, odvozeno z množství tuhých látek.

11. Tepelně vytvrditelná pojivová kompozice podle nároku 9, **vyznačující se tím**, že poměr křemičitanu ku fosforečnanu je v rozmezí 1 : 2 až 1 : 19, odvozeno z množství tuhých látek.
- 5 12. Pojivová kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, **vyznačující se tím**, že zahrnuje ve vodě rozpustnou suchou křemičitanovou složku, suchou sypkou složku a ve vodě rozpustnou suchou fosforečnanovou složku, přičemž molární poměr SiO_2 k M_2O je 0,6 až 2,0, kde M je zvoleno ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia.
- 10 13. Způsob výroby pojivové kompozice z nároku 1 pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, který zahrnuje: smísení křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody, přičemž mísení je uskutečňováno za pokojové teploty a v nepřítomnosti agregovaného materiálu.
- 15 14. Způsob podle nároku 13, u něhož se nejdříve smísením křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody vytvoří zgelovatělá pojivová kompozice pro použití při výrobě slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, načež se zgelovatělá kompozice ztekutí mícháním.
- 20 15. Způsob podle nároku 13, u něhož se po smísení křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody přidá do směsi voda.
- 25 16. Způsob podle nároku 13, u něhož se po smísení křemičitanu a fosforečnanu v přítomnosti vody zvýší pH směsi.
- 30 17. Způsob podle nároku 16, **vyznačující se tím**, že pH se zvýší přidáním alespoň jedné sloučeniny, vybrané ze skupiny, kterou tvoří hydroxid alkalického kovu a hydroxid amonný.
- 35 18. Způsob výroby formovacího prvku za použití pojivové kompozice podle nároku 1 pro výrobu slévárenských směsí pro lící formy, jádrové formy a jiné slévárenské formy, u něhož se nejdříve namíchá vodný pojivový systém, obsahující směs alespoň jednoho křemičitanu a alespoň jednoho fosforečnanu, kde hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19 a molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia, pak se pojivo smísí se sypkými materiály do pojivového systému, v němž je obsah vody v rozmezí od 30 % hmotn. až do 80 % hmotn., načež se směs formuje a pak dehydratuje.
- 40 19. Způsob podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že dehydratací se směs dehydratuje na obsah vody menší než 1 % hmotnostní vzhledem k hmotnosti sypkých materiálů.
- 45 20. Způsob podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že uvedené zajištění alespoň jednoho fosforečnanu zahrnuje vytvoření fosforečnanu *in situ*.
- 50 21. Způsob podle nároku 20, **vyznačující se tím**, že vytvoření *in situ* zahrnuje spojení kyseliny fosforečné se zásadou.
- 55 22. Způsob podle nároku 21, **vyznačující se tím**, že vytvoření *in situ* zahrnuje spojení prekurzoru fosforečnanu se sloučeninou vybranou ze skupiny, kterou tvoří kyselina a zásada, pro vytvoření fosforečnanu *in situ*.
23. Způsob podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že dehydratace zahrnuje ohřev formovacího prvku.

24. Způsob podle nároku 18, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje formování ve vyhřívaném jaderníku.
- 5 25. Způsob podle nároku 18, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje foukání inertního plynu skrz uvedený formovací prvek.
26. Způsob podle nároku 24, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje foukání inertního plynu skrz uvedený formovací prvek.
- 10 27. Způsob podle nároku 18, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje působení podtlakem ve formovacím prvku.
28. Způsob podle nároku 24, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje působení podtlakem ve formovacím prvku.
- 15 29. Způsob výroby formovacích prvků ze sypkého materiálu, u něhož se nejprve do sypkého materiálu přidá pojivo podle nároku 7 obsahující křemičitanovou složku a fosforečnanovou složku, přičemž hmotnostní poměr křemičitanu ku fosforečnanu v pevném stavu je 39 : 1 až 1 : 19 a molární poměr SiO_2 k M_2O v křemičitanu je od 0,6 do 2,0, přičemž M je vybrán ze skupiny sestávající ze sodíku, draslíku, lithia a amonia, načež se pojivo a sypký materiál smísí pro vytvoření směsi, tato směs se plní do vyhřátých forem a vytvrdí.
- 20 30. Způsob podle nároku 29, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že vytvrzení zahrnuje dehydrataci směsi.
- 25 31. Způsob podle nároku 30, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje foukání inertního plynu skrz směs.
32. Způsob podle nároku 31, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že inertní plyn je ohřátý na teplotu alespoň 90 °C.
- 30 33. Způsob podle nároku 30, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že dehydratace zahrnuje působení vakuem ve směsi.
- 35 34. Způsob podle nároku 29, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ohřátý model je udržován na teplotě alespoň 90 °C.
- 35 35. Způsob podle nároku 29, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že křemičitan a fosforečnan jsou přidávány k sypkému materiálu simultánně.
- 40 36. Vodou bortivá forma, zahrnující zaformovanou hmotu z částic, přičemž jednotlivé částice jsou navzájem spojeny ve vodě rozpustným pojivem podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že ve vodě rozpustné pojivo je dehydratované na obsah vody méně než 1 % hmotn. z hmotnosti formy.
- 45 37. Forma podle nároku 36, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je až do teploty 1200 °C vodou bortitelná.
38. Forma podle nároku 36, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že je v rozmezí teplot 700 až 1200 °C vodou bortitelná.
- 50 39. Forma podle nároku 36, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že částice jsou z alespoň jednoho materiálu vybraného ze skupiny, kterou tvoří: oxid křemičitý, oxid hlinitý, karbid křemíku, magnezit, dolomit, křemičitan hlinitý, mulit, uhlík, forsterit, chrommagnezit, zirkon, jíl, chromit, šamot a olivín.
- 55

40. Vodou bortivá forma podle nároku 36, **vyznačující se tím**, že tato forma je tepelně vytvrzená forma.
- 5 41. Forma podle nároku 40, **vyznačující se tím**, že částice jsou z alespoň jednoho materiálu vybraného ze skupiny, kterou tvoří: oxid křemičitý, oxid hlinitý, karbid křemíku, magnezit, dolomit, křemičitan hlinitý, mulit, uhlík, forsterit, chrommagnezit, zirkon, jíl, chromit, šamot a olivín.
- 10 42. Způsob podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že vodný pojivový systém je vytvořen přidáním roztoku křemičitanu sodného do vodné směsi uvedeného sypkého materiálu a uvedeného fosforečnanu.
- 15 43. Způsob zvýšení rychlosti vytvrzování anorganického ve vodě rozpustného křemičitanového pojiva neobsahujícího rozpustný fosforečnan přidáním rozpustného fosforečnanu k ve vodě rozpustnému křemičitanovému pojivu v molárním poměru SiO_2 k přidanému rozpustnému fosforečnanu od 0,6 do 2,0.

20

Konec dokumentu
