



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **100853** (13) **C2**
(51) МПК (2013.01)
B22C 5/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки:	а 2009 09556	(72) Винахідник(и):	Кох Дітер (DE), Мюллер Йєнс (DE), Фрон Маркус (DE)
(22) Дата подання заявки:	19.02.2008	(73) Власник(и):	АШЛАНД-ЗЮДХЕМІ-КЕРНФЕСТ ГМБХ, Reisholzstrasse 16-18, 40721 Hilden, Germany (DE)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід:	11.02.2013	(74) Представник:	Михайлюк Валентин Іванович, реєстр. №1
(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	10 2007 008 149.0	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою:	JP 6344076 A, 20.12.1994 WO 2006024540 A, 09.03.2006 DE 4306007 A1, 01.09.1994 RUZBEHI M. Thermo-mechanische Regenerierung von Formstoffen mit einem Wasserglas-Ester-Bindersystem, GIESSEREI, GIESSEREI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 74, Nr. 10, 11. Mai 1987 (1987-05-11), Seiten 318-321 OEHLERKING T. REGENERATVERWENDBARKEIT BEI GEMEINSAMER THERMISCHER REGENERIERUNG VERSCHIEDENER KERNALTSANDE, GIESSEREI, GIESSEREI VERLAG, DUSSELDORF, DE, Bd. 80, Nr. 21, 1. November 1993 (1993-11-01), Seiten 721- 728
(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції:	19.02.2007		
(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку:	DE		
(41) Публікація відомостей про заявку:	25.11.2009, Бюл.№ 22		
(46) Публікація відомостей про видачу патенту:	11.02.2013, Бюл.№ 3		
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ	PCT/EP2008/001286, 19.02.2008		

(54) ТЕРМАЛЬНА РЕГЕНЕРАЦІЯ ФОРМУВАЛЬНОГО ПІСКУ

(57) Реферат:

Винахід належить до способу регенерації застосовуваного формувального піску, який забруднений рідким склом, де: забезпечують застосовуваний формувальний пісок, змішаний зі зв'язуючим агентом, на основі рідкого скла, до якого додають оксид металу у формі частинок; і застосовуваний формувальний пісок піддають термічній обробці, де формувальний пісок нагрівають до температури щонайменше 200 °С, таким чином одержують регенований формувальний пісок. Винахід також належить до регенованого формувального піску, одержаного зазначеним способом.

UA 100853 C2

Винахід стосується способу регенерації формувальних пісків, змішаних з рідким склом, а також формувального матеріалу, який можна отримати даним способом.

Форми для лиття для виготовлення металічних корпусів головним чином виготовили у двох зразках. Перша група формує так названі ядра або форми. Форма для лиття скомпонована з цього, формуючи, головним чином, утворену негативну форму для лиття. Друга група формує порожні корпуси, так називані завантажники, що діють як компенсуюча ємність. Отримали рідкий метал, придатними мірами забезпечили, що метал залишається довше у рідкій фазі, ніж метал, розміщений у формі для лиття, утворюючи негативну форму. Якщо метал твердне у негативній формі, рідкий метал може витікати з компенсуючої ємності, щоб компенсувати зменшення об'єму, що супроводжує тверднення металу.

Форми для лиття складаються з вогнетривкого матеріалу, наприклад, кварцового піску, зерна якого сполучені придатним зв'язуючим агентом після формування форми для лиття для забезпечення достатньої механічної міцності форми для лиття. Таки чином, формувальний пісок, який обробили придатним зв'язуючим агентом, застосовували для виготовлення форм для лиття. Вогнетривкий матеріал на основі форми переважно знаходиться у сипкій формі, так що його можна висипати у придатну порожню форму і там стискувати. Зв'язуючий агент утворює тверде зчеплення між частинами матеріалу на основі форми, так що форма для лиття здобуває необхідну механічну стійкість.

Форми для лиття мають задовольняти різним вимогам. Протягом самого процесу лиття, вони перш за все мають проявляти достатню стійкість і термостійкість для вміщення рідкого металу у порожню форму, утворену з однієї або більше форм (неповних) для лиття. Після початку процесу тверднення за допомогою затверділого шару металу, який утворюється вздовж стінок порожньої форми, забезпечили механічну стабільність форми для лиття. Матеріал форми для лиття тепер має розпадатись під впливом теплоти, що вивільнена металом, таким чином, що він втрачає механічну міцність, тобто, зчеплення між окремими частинами вогнетривкого матеріалу виключене. Цього досягають за допомогою зв'язуючого агента, наприклад, розпадом під дією тепла. Після охолодження, отверділий виливок струшували, при цьому матеріал форм для лиття оптимально розпадається на дрібний пісок, який можна висипати з порожніх просторів металічної форми.

І органічний, і неорганічний зв'язуючі агенти можна застосовувати для утворення форм для лиття, які можуть бути вулканізовані у кожному випадку низькотемпературними або високотемпературними способами. У даному контексті, низькотемпературні способи означають такі способи, що головним чином проходять при кімнатній температурі без нагрівання форми для лиття. Звичайно вулканізація виникає у даному випадку при хімічній реакції, яка виникає, наприклад, при пропусканні газу, як каталізатора, через форму, яку вулканізують. При високотемпературних способах, суміш формувального матеріалу нагрівають до достатньо високої температури після надання форми для, наприклад, видалення розчинника, що містився у зв'язуючому агенті або для початку хімічної реакції, за допомогою чого зв'язуючий агент вулканізується, наприклад, зшиванням.

В даний час, такі органічні зв'язуючі агенти часто застосовують для утворення форм для лиття, в яких реакції вулканізації прискорюються газоподібним каталізатором або які вулканізуються реакцією з газоподібним агентом вулканізації. Дані способи називають способи "холодного ящика".

Прикладом виготовлення форм для лиття, застосовуючи органічні зв'язувачі, є так названий поліуретановий спосіб холодного ящика. Перший компонент складається з розчину поліолу, головним чином фенольної смоли. Другий компонент є розчином поліізоціанату. Таким чином, згідно з патентом США US3409579 А, два компоненти поліуретанового зв'язувача виготовлені для реакції пропусканням газоподібного третинного аміну через суміш матеріалу на основі форми і зв'язуючого агента після надання форми. Реакція вулканізації зв'язуючих агентів поліуретану включає поліпрієднання, тобто реакцію без будь-якого виключення побічних продуктів, таких як, наприклад, вода. Додаткові переваги даного способу "холодного ящика" включають гарну продуктивність, точність вимірювання форм для лиття, а також гарні технічні властивості, такі як міцність форм для лиття, час обробки суміші матеріалу на основі форми і зв'язуючого агента, і т.д.

Органічні способи гарячої вулканізації включають спосіб гарячого ящика, оснований на фенольних або фуранових смолах, спосіб теплового ящика оснований на фуранових смолах і спосіб Кронінга, оснований на фенольних новолачних смолах. У способах гарячого ящика і теплового ящика обробили рідкі смоли для отримання суміші формувального матеріалу, застосовуючи прихований агент вулканізації, який тільки і є ефективним при підвищеній температурі. При способі Кронінга, матеріали на основі форми, такі як кварц, хромові руда,

пісок цирконію та ін. упаковували при температурі приблизно 100 - 160°C з фенольною новолачною смолою, що є рідкою при даній температурі. Додали гексаметилентетрамін як учасник реакції для наступної вулканізації. У вищезгаданих методиках вулканізації гарячим способом, надання форми і вулканізація виникають у термоприладах, які нагрівають до температури 300°C.

Незалежно від механізму вулканізації, всі органічні системи мають сумісно те, що протягом виливання рідкого металу у форму для лиття вони термічно розпадаються і у той самий час забруднювачі, такі як, наприклад, бензол, толуол, ксилол, фенол, формальдегід і вищі, частково не ідентифіковані, продукти крекінгу, можуть бути вивільнені. Безумовно було можливим мінімізувати дані емісії різними показниками, але їх не можна повністю уникнути у випадку органічних зв'язувачів. Навіть у неорганічно-органічних гібридних системах, що містять фракцію органічних сполук, таких як, наприклад, зв'язуючі агенти, що застосовні у способі резол-СО₂, такі небажані емісії проходять протягом лиття металів.

Для уникнення емісії продуктів розпаду протягом способу лиття, потрібно застосовувати зв'язуючі агенти на основі неорганічних матеріалів або які головним чином містять дуже дрібну фракцію неорганічних сполук. Такі системи зв'язуючого агенту вже були відомі деякий час. Розробили системи зв'язуючого агенту, які можна вулканізувати введенням газів. Описані такі системи, наприклад, у патенті Великобританії GB782205, у яких застосовують лужне рідке скло зв'язуючий агент, який може вулканізувати при введенні СО₂. У патенті Німеччини DE19925167 описують екзотермічний завантажник сполуки, що містить силікат лужного металу як зв'язуючий агент. Більш того, розробили системи зв'язуючого агенту, які самовулканізуються при кімнатній температурі. Така система, що основана на фосфорній кислоті і оксидах металу, описана, наприклад, у патенті США US5582232. В результаті, відомі неорганічні зв'язуючі системи, які вулканізуються при більш високих температурах, наприклад, у приладах для високої температури. Такі зв'язуючі системи вулканізації гарячим способом відомі, наприклад, з патенту США US 5474606, у якому описують зв'язуючу систему, що складається з лужного рідкого скла і силікату алюмінію.

Протягом виготовлення відливків, великі кількості застосовуваного формувального піску примішали з накопленими залишками зв'язуючого агенту. Таким чином, застосовуваний пісок можна або видалили, або обробити придатним способом, так що він може необов'язково повторно застосовуватись для виготовлення форм для лиття. Те саме має відношення до так названого пересипного піску, тобто піску, який змішали зі зв'язуючим агентом, але який не вулканізували, а також до ядер або фрагментів ядра, які не піддавались відливанню.

Найбільш широко застосовують механічну регенерацію, де залишок зв'язуючого агенту або продукти розпаду, що лишаються на застосовуваному формувальному піску після лиття, видалили за допомогою розтирання. З цією метою, пісок може, наприклад, бути енергійно переміщеним, так що залишки зв'язуючого агенту, які прилипають до цих гранул піску, видаляються зіткненням між прилягаючими гранулами піску. Залишки зв'язуючого агенту потім можна відділити від піску просіюванням і видаленням пилу.

Однак, часто залишки зв'язуючого агенту не можуть бути повністю видалені з піску механічною регенерацією. Більш того, в результаті значних сил, що діють на гранули піску протягом механічної регенерації, може виникнути сильне стирання або гранули піску можуть розколотись. Пісок, оброблений механічною регенерацією, таким чином, звичайно не має тієї ж якості, що новий пісок. Якщо механічно регенований пісок, таким чином, застосовують для виготовлення форм для лиття, це призводить до того, що отримують відливки нижчої якості.

Для видалення залишків органічних зв'язуючих агентів, застосовуваний формувальний пісок можна нагріти під час запускання повітря, так що залишки зв'язуючого агенту згорають. У патенті Німеччини DE4111643 описують прилади для безперервної регенерації синтетичних зв'язаних смолою застосовуваних формувальних пісків. У даному випадку, після механічної попередньої очистки, застосовуваний формувальний пісок поставляють на етап термальної регенерації, на якому залишки органічного зв'язуючого агенту, що залишаються на гранулах піску, згоріли. Етап термальної регенерації включає попередній нагрівач піску, каскадну шафу, що діє безперервно на принцип протипотоку з псевдозріджених шарів, розміщених один над іншим окремими щаблинами, а також охолоджувач піску. Сильне холодне повітря, що протікає через охолоджувач піску у котушці, поставляється до пічки як гаряче повітря для створення турбулентності. Воно також застосовується як повітряний пальник. Більш того, гаряче повітря з внутрішнього простору охолоджувача піску подають до попереднього нагрівача піску для нагрівання піску. Таким чином, досягається температурне розподілення у печі, що в жодному сенсі не призводить до згорання, яке є неповним і, таким чином, утворюються шкідливі вихлопні гази.

Звичайно застосовуваний пісок відділили від відливки перед повторною обробкою. Однак, спосіб є також відомим, у якому відливки разом з ядрами і формами, що отримані при застосовуванні органічних зв'язуючих агентів, нагрівають у печі до температури приблизно 400 – 550°C для досить тривалого часу безпосередньо після лиття. Разом з видаленням органічного зв'язуючого агента, термічна обробка також викликає металургійну модифікацію відливку.

Таким чином, Європейський патент EP0612276B2 описує спосіб теплової обробки відливку з ядром піску, що до нього прилипло, який включає зв'язування піску з займистим зв'язуючим агентом, тим самим пісок може бути відновлений з ядра піску. У даному випадку відливок вводять у піч і нагрівають у печі, так що частини ядра піску відділені від відливку. Відділені частини піску, що зібрані всередині пічки, відновили. Етап способу відновлення у даному випадку включає, щонайменше, одне псевдорозрідження відділених частин ядра піску всередині пічки. Псевдорозрідження відділених частин ядра піску можна виконати, наприклад, введенням стиснутого повітря, тим самими частини піску утримувались суспендованими.

Застосовувані формувальні піски, що забруднені неорганічними зв'язуючими агентами, такими як рідке скло, наприклад, можна повторно обробити механічною регенерацією. У даному контексті, теплова попередня обробка застосовуваного піску може досягатись виникненням ламкості плівки зв'язуючого агента, що знаходиться навколо гранул піску, так що плівка зв'язуючого агента може стиратись механічно більш легко.

У патенті Німеччини DE4306007A1 описують термальну обробку формувального піску, забрудненого рідким склом. Застосовуваний формувальний пісок отримали з форм, які вулканізували з кислотними газами, головним чином діоксидом карбону. Застосовуваний формувальний пісок спочатку механічно роздробили і потім нагрівали до температури, що перевищує 200°C. Через термічну обробку, забруднюючі компоненти знищені або перетворені таким способом, що формувальний пісок є придатним для додаткового способу формування. Опис не включає жодних прикладів, так що точне виконання способу залишається невизначеним. Особливо не описали, чи буде зв'язуючий агент стиратись механічно гранулами піску після термічної обробки застосовуваного піску.

У патенті Німеччини DE1806842A також описують спосіб регенерації застосовуваних формувальних пісків, у якому застосовуваний пісок спочатку обпалили і потім спеціально обробили для видалення залишків зв'язуючого агента. У даному випадку, всі застосовувані формувальні піски можна застосовувати по суті, незважаючи, чи буде це пов'язано органічними або неорганічними зв'язуючими агентами. Обробка промиванням водою лише рекомендована для зв'язаних цементом формувальних пісків. Для видалення залишків зв'язуючого агента з обпаленого застосовуваного формувального піску, обпалений пісок спочатку охолодили і будь-які залишки зв'язуючого агента, які все ще можуть знаходитись, видалили з нього легким перетиранням або зіткненням гранул піску. Потім пісок просіяли і видалили пил.

Обпалений пісок переважно охолодили ударним способом водою до температури декілька вище 100°C, тим самим стиснення на напругу починається у залишках зв'язуючого агента, і внаслідок несподіваного утворення пару залишки зв'язуючого агента пробили отвір з поверхні гранули піску, в результаті чого залишки зв'язуючого агента можна видалили більш легко з гранул піску.

M. Ruzbehi, Giesserei 74, 1987, p. 318-321 повідомляють відносно досліджень термомеханічної регенерації формувальних матеріалів, що мають систему рідке скло-складний ефір. Через термічну обробку застосовуваного піску, система рідке скло-ефір, яку застосовували як зв'язуючий агент, почала ставати ламкою і, таким чином, може стиратись механічно більш легко з гранул піску.

Автор допускає, що вміст Na_2O є критичним для регенерації піску, зв'язаного з рідким склом. Оскільки вміст Na_2O підвищується, вогнестійкість піску знижується. Залишки ефіру, що залишаються у застосовуваному піску, при застосуванні системи рідке скло-складний ефір, призводять до неконтролюємої поведінки вулканізації, коли її повторно застосовують. Так як концентрація залишків ефіру у застосовуваному піску може тільки визначатись з проблемою, автор застосовує вміст Na_2O регенованого піску як масштаб для повторної обробки, тобто видалення зв'язуючого агента з застосовуваного піску. Після повторної циркуляції піску рівновага вмісту Na_2O у регенованому застосовуваному піску встановилась приблизно з сьомого обороту. Протягом термічної обробки застосовуваний пісок нагрівали приблизно до 200°C. В результаті, не виникає ніякого спікання гранул піску. На мікроскопічних фотографіях термально оброблених гранул піску, можна спостерігати деяке утворення ламкості і розрив плівки зв'язуючого агента, так що це може стиратись механічно з гранули піску.

Однак, показали, що стирання зв'язуючого агента виникає, тільки дуже неповно і гранули мають грубу поверхню після обробки. У порівнянні з новим піском, регенований

застосовуваний пісок проявляє велику кількість недоліків. Таким чином, регенований застосовуваний пісок можна запустити менш ефективно на звичайних пісаметних стрижневих машинах. Це показано, наприклад, при більш низькій щільності пресувань, отриманих з регенованого застосовуваного піску. Пресування, отримані з регенованого застосовуваного піску, також проявляють меншу міцність. В результаті, час обробки сумішей формувального матеріалу, отриманий з регенованого застосовуваного піску, коротше, ніж для сумішей, які були отримані, застосовуючи новий пісок. Суміші формувального матеріалу, отримані з механічно регенованого застосовуваного піску, стають інкрустованими значно більш швидко.

Час обробки таких сумішей формувального матеріалу, отриманих з механічно регенованого застосовуваного піску, можна покращити додаванням приблизно 0,1 - 0,5 ваг.% води, яку необов'язково змішали з поверхнево-активною речовиною для суміші формувального матеріалу. Це вимірювання також може покращити міцність формування, отриману з даної суміші формувального матеріалу. Однак, регенований застосовуваний пісок не досягає якості нового піску внаслідок даного вимірювання. Більш того, результати тільки відтворюються до обмеженого ступеню, так що з'являється невизначеність у способі отримання форм для лиття, що не можуть бути прийнятими у промисловому виробництві по суті.

Неорганічні зв'язуючі агенти, зокрема ті, що основані на рідкому склі, значно розчинні у воді, навіть після вулканізації форми для лиття. Обробка формувального піску, таким чином, також може бути виконана вимиванням залишку неорганічного зв'язуючого агенту на піску водою. Воду можна вже застосовувати для очистки відливу від прилиплого застосовуваного піску. Таким чином, наприклад, технологічний потік, що описаний у Європейському патенті EP1626830, забезпечує вологе видалення ядра. Однак, регенерація застосовуваного піску не обговорюється.

У патенті Німеччини DE102005029742 описують спосіб обробки ливарних формувальних матеріалів, де деяку кількість застосовуваного формувального піску промили водою. З даною метою застосовуваний пісок, зв'язаний з неорганічним зв'язуючим агентом, відділили сухим від відливу після лиття. Комкуваті шматки роздробили у сухому вигляді. Роздроблений пісок просіяли для отримання точно визначеного розміру гранул і видалили небажані дрібні частини. Просіяний пісок розділили на два окремих потоки, один окремий потік подавали до проміжного сховища. Інший окремий потік промивали водою, доки поверхня гранул достатньо не очиститься від залишку зв'язуючого агенту і продуктів способу лиття. Після промивання промивну воду відділили і пісок висушили. Фракцію просіяного застосовуваного піску, що видалили з проміжного сховища, потім можна додати знов до промитого піску.

Вологе очищення застосовуваного формувального піску, по суті, є дуже ефективним. Міцність ядер, що зібрані з промитого регенованого застосовуваного піску, приблизно відповідають значенням, що досягають при застосуванні нового піску. Однак, час обробки даних сумішей формувального матеріалу, отриманих з регенованого застосовуваного піску, трохи коротший, ніж при застосуванні нового піску. Однак, очищення застосовуваного піску є дуже дорогим, так як накопляються великі кількості промивної води, яку потрібно знову промивати. Іншим недоліком є те, що вологий пісок потрібно знову сушити перед повторним застосуванням.

У патенті Німеччини DE3815877C1 в результаті описують спосіб відділення систем неорганічного зв'язуючого агенту протягом регенерації застосовуваних формувальних пісків, при якому суспензію застосовуваного піску, наприклад, у воді обробили ультразвуком. Бетоніт, рідке скло і цемент визначили як зразкові системи зв'язуючого агенту. Згідно переважним варіантом здійснення, застосовуваний пісок можна піддати термальній обробці перед обробкою ультразвуком. Переважні температурні діапазони для термальної попередньої обробки точно встановлені як 400 - 1200°C, зокрема переважно 600 - 950°C. Обробка застосовуваного піску, до якого бетоніт/карбон прилипають як залишки зв'язуючого агенту, описана у прикладах. Термічну обробку застосовують для видалення карбону, який стає збагаченим у формі поліароматичних карбонів у концентрації у бетоніті, який не дозволяє безпосереднє повторне застосування.

Як пояснювалось вище, важливість зв'язуючих агентів на основі рідкого скла підвищується для виготовлення форм для лиття, так як шкідливі емісії протягом способу лиття можуть значно знижуватись таким чином. Нещодавно, були розроблені дуже ефективні зв'язуючі агенти на основі рідкого скла для ливарної промисловості, що містять фракції тонкодисперсного оксиду металу, зокрема, тонкодисперсного діоксиду кремнію. Ці зв'язуючі агенти піддали вулканізації гарячим способом, тобто випарюванням води, що міститься у рідкому склі. При додаванні тонкодисперсного оксиду металу, між іншим, міцність безпосередньо після видалення з гарячого інструменту, підвищується, так що дуже складні ядра також можна отримати, застосовуючи даний неорганічний зв'язуючий агент. Такий зв'язуючий агент на основі рідкого скла описаний, наприклад, у міжнародній заявці WO 2006/024540 A.

Протягом регенерації застосовуваних пісків, які попередньо зробили твердими у гарячому стані, застосовуючи такий зв'язуючий агент на основі рідкого скла, однак, спостерігали, що регенований застосовуваний пісок знизив час обробки, коли повторно застосовувався зі зв'язуючим агентом на основі рідкого скла. Для протистояння даній проблемі і досягнення придатного часу обробки для промислових застосувань, найвищу кількість нового піску, наприклад, можна додати до регенованого застосовуваного піску для зниження відносної фракції зв'язуючого агента, що захоплена регенованим застосовуваним піском. Також можливо змішати регенований застосовуваний пісок з іншими регенованими застосовуваними пісками, що мають різні властивості. Застосовувані піски вибрані так, що достатній час обробки досягається після подовженого додавання зв'язуючого агента, що містить рідке скло.

Застосовуючи новорозроблені зв'язуючі агенти на основі рідкого скла, як вже описано, також можливо отримувати ядра і форми, що мають дуже складну геометрію. Так як очікувалось як результат все більш точної емісії і інструкцій захисту роботи, що важливість неорганічних зв'язуючих агентів для ливарної промисловості буде зростати, більші кількості застосовуваних пісків, змішаних з рідким склом, будуть накопичуватися далі, що мають бути повторно перероблені. Таким чином, існують високі вимоги для способів для регенерації застосовуваного сформованого піску, де він повинен легко виходити і повинен забезпечити відтворену якість регенованого застосовуваного піску, тобто, регенований застосовуваний пісок повинен суттєво бути здатним оброблятися однаково як і новий пісок.

Таким чином, об'єктом даного винаходу є забезпечення способу повторної обробки формувальних пісків, змішаних з рідким склом, який можна проводити просто і сприятливо, так що пісок має високу якість для виготовлення ливарних форм навіть після повторної повторної обробки. Зокрема, даний спосіб має бути здатним до регенерації тих застосовуваних пісків, які попередньо отверділи, застосовуючи зв'язуючий агент на основі рідкого скла, до якого, між іншим, особливий оксид металу, зокрема діоксид кремнію, додали для підвищення міцності.

Даний об'єкт досягли за допомогою способу, що має ознаки пункту формули 1. Переважні варіанти здійснення винаходу способу за даним винаходом є об'єктом залежних пунктів формули.

З'ясували, що зчеплення між гранулами формувального піску значно знижується, якщо застосовувати форму для лиття, оскільки присутня після металевого лиття, нагрівали протягом фактично довгого часу до температури, щонайменше, 200°C. Формувальний пісок, повторно перероблений термічною обробка, не показує жодної попередньої вулканізації, коли повторно застосовують зі зв'язуючим агентом на основі води. Спосіб обробки регенованого застосовуваного піску порівнюється з часом обробки нового піску. У даному випадку не є необхідним для зв'язуючого агента бути механічно витертим з гранул піску після термічної обробки. Переважно, регенований застосовуваний пісок може повторно застосовуватись безпосередньо після термічної обробки. Класифікація необов'язково може бути виконана для видалення надлишку гранул, наприклад, просіюванням або повітряним розсіюванням.

Винахідники вважають, що протягом регенерації застосовуваного піску механічним стиранням зв'язуючого агента з гранул піску або протягом, щонайменше, часткової вологої обробки, невеликі кількості твердого/ у формі частин оксиду металу, зокрема, діоксиду кремнію, захопились регенованим застосовуваним піском у заново приготовану суміш формувального матеріалу. Твердий оксид металу, можливо, може викликати неповну вулканізацію рідкого скла, що значно знижує час обробки суміші формувального матеріалу.

Однак, якщо застосовуваний пісок термально обробити як у способі за винаходом, твердий оксид металу, що знаходиться у зв'язуючому агенті, який прилипає до зазначених гранул, можливо, виконує склоутворення рідкого скла, що прилипло. Склоподібний шар утворюється з рідкого скла на гранулах піску, що володіють тільки низькою реакційною здатністю. Це показано, наприклад, у тому, що кількість іонів натрію, що екстраговані, знижується протягом регенерації піску і є дуже низькою у регенованому піску.

Міцність застосовуваної форми для лиття, головним чином, знижується через термічну обробку, так що вона розпадається навіть у випадку легкої механічної дії. Механізм розпаду незрозумілий у даному випадку. Однак, винахідники вважали, що рідке скло, прилипаючи до формувального піску, реагує, щонайменше, частково з гранулами піску і тонкі скляні покрови можуть утворюватись на поверхні зазначеного піску під впливом твердого оксиду металу, зокрема діоксиду кремнію. Поверхня зазначених гранул, таким чином, більш рівна, так що після оновленого включення у суміш формувального матеріалу, її можна обробити без будь-яких проблем у пісcomedних стрижневих машинах для отримання форм.

Рідке скло, що залишається на гранулах піску, ледве призводить до незначного підвищення

у розмірі гранул, так що формувальний пісок може проходити через декілька циклів перед розділенням підданих повторній обробці гранул піску, наприклад, протягом класифікації після термальної регенерації, а саме етап просіювання внаслідок надлишкового збільшення розміру.

Протікання регенерації застосовуваного формувального піску можна прослідити, наприклад, визначенням витрати кислоти, що є мірою для іонів натрію, що екстрагуються, все ще присутніх у зазначеному піску. Якщо формувальний пісок все ще містить достатньо великі сукупності, їх спочатку подрібнюють, наприклад, застосовуючи молоток. Формувальний пісок потім додатково можна просіяти у ситі, яке, наприклад, має ширину меш 1 мм. Певну кількість формувального піску потім суспендували у воді і піддали реакції з певною кількістю соляної кислоти. Кількість кислоти, яка не реагувала з формувальним піском або з рідким склом, що прилипло до формувального піску, потім можна визначити зворотнім титруванням NaOH. Витрата кислоти формувального піску потім визначається з різниці між кількістю застосованої кислоти і зворотнім титруванням.

На додаток до витрати кислоти, однак, інші параметри можна також застосовувати для дослідження протікання термічної обробки. Наприклад, можна застосовувати pH або електропровідність суспензії формувального піску. Суспензію можна отримати суспендуванням, наприклад, 50 г формувального піску у одному літрі дистильованої води. Протягом термічної обробки гранули піску набувають гладкої поверхні. Таким чином, наприклад, сипкість піску можна також застосовувати як параметр.

Властивості суміші формувального матеріалу, яка була отримана з регенованого формувального піску, наприклад, її час обробки, або властивості формувань, отримані з даної суміші формувального матеріалу, наприклад, її густина або міцність на вигині, можуть додатково застосовуватись для визначення термічної обробки застосовуваного формувального піску.

При здійсненні способу за даним винаходом для промислового застосування, можливо продовжувати, наприклад, таки способом, що параметри визначаються систематичними дослідженнями серій.

Таким чином, зразки застосовуваного формувального піску можна обробити термально, температура обробки і час обробки систематично змінювались. Витрату кислоти можна потім визначити у кожному випадку для термально повторно оброблених зразків.

У кожному випадку, суміш формувального матеріалу отримують з окремих зразків і визначають час її обробки. Більш того, тіла зразка отримані з суміші формувального матеріалу і визначалась їх густина або міцність на вигин. Потім, з тіл зразків властивості тих, які задовольняли вимогам, вибрали і потім, наприклад, витрату кислоти властивого повторно обробленого зразка формувального піску, застосували як критерій для термічної обробки на більшому масштабі.

Спосіб за винаходом для повторної обробки застосовуваних формувальних пісків, легко виконати і не потребується жодного складного апарату по суті. Регенований формувальний пісок, отриманий способом за винаходом, має приблизно ті ж самі властивості, що і новий пісок, тобто, формування, отримані з повторно обробленого формувального піску, мають порівняльну міцність і порівняльну густину. Більш того, суміш формувального матеріалу, отримана з регенованого формувального піску додаванням рідкого скла, має приблизно той самий час обробки що і суміш формувального матеріалу на основі нового піску. Спосіб за даним винаходом, таким чином, забезпечує простий і економічний спосіб, при якому застосовуваний формувальний пісок змішаний зі зв'язуючим агентом, що містить рідке скло, може бути повторно оброблений, де суміш формувального матеріалу або застосовуваний формувальний пісок містить твердий оксид металу.

Більш детально, спосіб за винаходом для повторної обробки застосовуваних формувальних пісків змішаних з рідким склом, включає етапи, на яких:

- забезпечують застосовуваний формувальний пісок, що змішаний з зв'язуючим агентом на основі рідкого скла, до якого додали твердий оксид металу; і
- піддають застосовуваний формувальний пісок термічній обробці, де застосовуваний формувальний пісок нагрівають до температури, щонайменше, 200⁰C, тим самим отримують регенований формувальний пісок.

Застосовуваний формувальний пісок, по суті, розуміють як будь-який формувальний пісок, змішаний з рідким склом, який поставляють до повторної переробки, де твердий оксид металу додали до рідкого скла у попередньому етапі виробництва для покращення початкової міцності форми для лиття. Оболонка зв'язуючого агента, що прилипає до застосовуваного формувального піску, таким чином, все ще містить твердий оксид металу. Застосовуваний формувальний пісок також може виникати з застосовуваної форми для лиття. Застосовувана

ливарна форма може знаходитися у повній формі або бути розбитою на декілька частин або фрагментів. Застосовувана ливарна форма також може бути роздробленою до такого ступеню, що вона знову знаходиться у формі формувального піску змішаного з рідким склом. Застосовувана форма для лиття може бути формою для лиття, яка вже застосовувалась для металевих лиття.

Однак, застосовувана форма для лиття може також бути формою для лиття, яку не застосовували для металевих лиття, можливо, через її надлишок або дефективність. Форми частин форм для лиття аналогічно включені. Наприклад, постійні форми, так названі відлиті форми, можна застосовувати для металевих лиття, які застосовують у комбінації з формою для лиття, що складається з формувального піску, укріпленого рідким склом. Останнє можна повторно переробити способом за винаходом. Застосовуваний формувальний пісок також розуміється як пересипний пісок, який має, наприклад, залишений у бункері витрати або у лініях постави піскометної стрижневої машини і ще не був вулканізований.

Рідке скло, що містилось як зв'язуючий агент у застосовуваному формувальному піску, містить, згідно з винаходом, твердий оксид металу. У вищезгаданому застосуванні формувального піску протягом виготовлення суміші формувального матеріалу, даний оксид металу додали до зв'язуючого агенту рідкого скла для покращення початкової міцності форми, отриманої з суміші формувального матеріалу. Застосовуваний формувальний пісок може повністю складатись з формувального піску, забрудненого таким зв'язуючим агентом. Однак, також можливо регенерувати інші застосовувані формувальні піски разом з застосовуваним формувальним піском, описаним вище. Такі інші застосовувані формувальні піски можуть, наприклад, бути формувальними пісками, забрудненими органічними зв'язуючими агентами, або формувальними пісками, забрудненими зв'язуючим агентом, на основі рідкого скла, до яких жодного твердого оксиду металу не додали. Для здатності утилізувати переваги способу за винаходом, зокрема, відсутності потреби механічного розділення залишеного зв'язуючого агенту з гранул піску після термальної регенерації, фракція застосовуваного формувального піску, забрудненого зв'язуючим агентом на основі рідкого скла, до якого додали твердий оксид металу, переважно більше ніж 20 ваг.%, переважно більше ніж 40 ваг.%, зокрема, переважно більше ніж 60 ваг.%, особливо переважно більше ніж 80 ваг.% відносно кількості формувального піску, який регенерували.

Твердий оксид металу у даному випадку розуміють як дуже дрібний оксид металу, первинні частини якого переважно мають середній діаметр менше ніж 1,5 мкм, зокрема переважно 0,10 мкм - 1 мкм. Однак, більші частини також можуть бути утворені збільшенням первинних частин.

Під час фактичного втілення способу за винаходом, переважна частина застосовуваного формувального піску накопичується протягом повторної обробки застосовуваних форм для лиття. Таким чином, згідно з переважним варіантом здійснення, застосовуваний формувальний пісок знаходиться у формі застосовуваної форми для лиття, яку вже застосовували для проведення металевих лиття.

Якщо застосовуваний формувальний пісок забезпечений у формі форми для лиття, яку вже застосовували для металевих лиття згідно з першим варіантом здійснення способу за винаходом, застосовуваний формувальний пісок все ще може містити лиття. Для термічної обробки застосовувана форма для лиття, таким чином, може застосовуватись безпосередньо у формі, оскільки отримана після металевих лиття. Форму для лиття з відливком, що міститься там, піддали термічній обробці у своїй повноті. З даною метою форма для лиття з відливком може бути переміщена у придатну виміряну піч. Через термічну обробку зчеплення між гранулами застосовуваного формувального піску ослабилося. Форма для лиття розпадається і формувальний пісок можна зібрати за допомогою придатних приладів, наприклад, у пічці. Розпад форми для лиття у печі може сприяти механічній обробці форми для лиття. З цією метою форма для лиття може струшуватись, наприклад.

Тому не є необхідним відокремлювати форму для лиття від відливку для проведення способу за винаходом. Необов'язково, металургійне покращення відливку можна досягнути супутньо через термічну обробку застосовуваної форми для лиття. Однак, згідно з додатковим варіантом здійснення способу за винаходом, застосовувану форму для лиття спочатку відділяють від відливку і потім застосовувану форму для лиття повторно обробляють окремо від відливку.

Застосовуваний формувальний пісок, змішаний з рідким склом, накопичується протягом звичайного ходу отримання відливків у ливарнях. Форму для лиття для металевих лиття, яку зробили твердою за допомогою зв'язуючого агенту на основі рідкого скла, можна отримати способом, відомим по суті. Зв'язуючий агент на основі рідкого скла, до якого додали твердий оксид металу, може вулканізуватись звичайними способами. Наприклад, вулканізація може

проходити при обробці форми для лиття, отриманої з відповідної суміші формувального матеріалу з газоподібним діоксидом карбону. Форма для лиття може додатково бути отримана способом рідке скло/ефір. У даному випадку, ефір, такий як, наприклад, етиленглікольдіацетат, діацетин, триацетин, пропіленкарбонат, γ -бутиролактон та ін. змішали з формувальним піском і потім додали рідке скло. Вулканізація виникає при сапоніфікації ефіру і пов'язує зміну значення рН. Однак, для форми для лиття також є можливим ставати твердою при видаленні води зі зв'язуючого агенту на основі рідкого скла. Вищезгадана термальна вулканізація є переважною. Форма для лиття може бути сконструйованою з одного формування. Однак, також є можливим для форми для лиття бути сконструйованою з безлічі формувань, які необов'язково отримані операціями розділення, і потім об'єднали у форму для лиття.

Форма для лиття також може включати секції, які отверділи не за допомогою рідкого скла як зв'язуючого агенту, але, наприклад, за допомогою органічного зв'язуючого агенту, такого як зв'язуючий агент холодного ящику. Також можливо, щоб форма для лиття була утворена частково з постійних форм. Ті частини форми для лиття, які складають формувальний пісок, який затверднув за допомогою рідкого скла, потім можна повторно обробити способом за винаходом. Також можливо, що форма для лиття, наприклад, включає тільки ядро, що складається з формувального піску, який затверднув за допомогою рідкого скла як зв'язуючого агенту, тоді як форма отримана з так названого сирого піску. У застосовуваній формі для лиття, частини, що містять формувальний пісок змішаний з рідким склом, потім розділили і переробили способом за винаходом.

Форму для лиття для металевих лиття застосовують звичайним способом, при чому після охолодження металу отримують застосовувану форму для лиття, яка може бути регенерованою способом за винаходом.

Для повторної обробки форму для лиття нагрівають до температури, щонайменше, 200°C. У даному випадку повний об'єм форми для лиття повинен досягти даної температури, так що досягається рівномірне розподілення форми для лиття. Тривалість, протягом якої форму для лиття піддавали термічній обробці залежить, наприклад, від розміру форми для лиття або від кількості зв'язуючого агента, що містить рідке скло і може досліджуватись по зразку. Взятий зразок повинен розпадатись до рихлого піску під легкою механічною дією, такою, що проходить, наприклад, протягом струшування форми для лиття. Зчеплення між гранулами формувального піску потрібно послабити до такого ступеню, щоб термально оброблений формувальний пісок можна було легко просіяти для розділення більших сукупностей або забруднювачів.

Тривалість термічної обробки може бути вибраною, щоб бути відносно короткою для невеликих форм для лиття, зокрема, якщо температура вибрана, щоб бути вище. Для більших форм для лиття, зокрема, якщо вони все ще містять відливки, можна вибрати такий час обробки, щоб був значно довше до декількох годин. Часовий інтервал, у межах якого проводять термічну обробку, вибраний переважно 5 хвилин - 8 годин. Розвиток термальної регенерації можна прослідити, наприклад, визначенням витрати кислоти на зразки термально обробленого формувального піску. Формувальні піски, такі як хромітовий пісок, можуть самостійно мати основні властивості, так що формувальний пісок впливає на витрату кислоти. Однак, відносну витрату кислоти можна застосовувати як параметр для розвитку регенерації. З даною метою витрата кислоти застосовуваного формувального піску, що забезпечена для регенерації, досліджувалась спочатку.

Для спостереження регенерації визначали витрати кислоти регенованого формувального піску і зіставляли з витратою кислоти застосовуваного формувального піску. Через термічну обробку, що проводили способом за винаходом, витрата кислоти для регенованого формувального піску переважно знижується, щонайменше, до 10%. Термічну обробку переважно продовжували, доки витрата кислоти у порівнянні з витратою кислоти застосовуваного формувального піску, знизилась, щонайменше, до 20%, зокрема, щонайменше, до 40%, зокрема переважно, щонайменше, 60% і особливо переважно, щонайменше, до 80%. Витрата кислоти дана у мл витраченої кислоти на 50 г формувального піску, визначення проводили за допомогою 0,1 N соляної кислоти подібно способу, що визначено у VDG Merkblatt P 28 (May 1979). Спосіб визначення витрати кислоти пояснюється детально у прикладах.

Нагрівання форми для лиття по суті може виникати при будь-якому способі. Наприклад, можливо піддати форму для лиття мікрохвильовому випромінюванню. Однак, інші способи також можна застосовувати для нагрівання форми для лиття. Також можливо додати екзотермічний матеріал до формувального піску, що забезпечує необхідну температуру для самої обробки або у комбінації з іншими джерелами тепла. Тривалість термічної обробки може знаходитись під впливом температури, до якої нагріли форму для лиття. Розпад вже можна

спостерігати при температурах приблизно 200⁰С. Вибрана температура переважно вища ніж 250⁰С, зокрема, вища ніж 300⁰С. Верхня межа для температури, застосовуваної для термічної обробки, по суті, відповідає температурі спікання піску. Однак, більш переважно, температура обмежена конструкцією апарату, у якому проводять термічну обробку. Вибрана температура для термічної обробки переважно менше ніж 1300⁰С, зокрема переважно менше ніж 1100⁰С і особливо переважно менше ніж 1000⁰С. Якщо форма для лиття містить органічні забруднювачі в доповнення до зв'язуючого агенту, що містить рідке скло, вибрана температура переважно достатньо висока, ніж при згоранні органічних забруднювачів.

Температуру можна утримувати постійною протягом термічної обробки. Однак, також можливо прогнати температурну програму протягом термічної обробки, при якій температура змінюється визначеним способом. Наприклад, термічна обробка спочатку може проводитись при відносно високій температурі, наприклад, при температурі вище, ніж 500⁰С для згорання органічних забруднювачів і для прискорення розпаду застосовуваної форми для лиття. Потім температура може поступово знижуватись для, наприклад, вирівнювання витрати кислоти до необхідного значення.

Як вже пояснили вище, згідно з першим варіантом здійснення форму для лиття можна піддати термічній обробці у стані, у якому її ще не відділили від відливку. У даному випадку, і форма для лиття, і відливки піддають термічній обробці.

Згідно з другим варіантом здійснення, форму для лиття відділили від відливку перед термічною обробкою. З даною метою можна застосовувати звичайні способи. Наприклад, форму для лиття можна роздавити механічною дією або форму для лиття струшувати, так що вона розпадається на безліч фрагментів.

Для забезпечення рівномірного нагрівання форма для лиття або більших сукупностей, утворених протягом даної термічної обробки, форму для лиття переважно розбивають, щонайменше, на грубі фрагменти, які, наприклад, мають діаметр приблизно 20 см або менше. Фрагменти переважно мають максимальне подовження менше ніж 10 см, зокрема переважно менше ніж 5 см, особливо переважно менше ніж 3 см. Можна застосовувати звичайний прилад для розбивання форми для лиття, наприклад, дробарки брил. Можна отримати фрагменти відповідного розміру, наприклад, якщо форма для лиття відділена від відливку за допомогою пневматичного молоту або долотом або струшуванням.

Згідно з додатковим варіантом здійснення, механічну обробку формувального піску проводять для руйнування зернистої структури перед або після термічної обробки. З даною метою форму для лиття роздробити, наприклад, подрібнити тертям або ударами, і пісок, отриманий таким чином, може бути просіяним. З даною метою можна застосовувати звичайний прилад, такий, що вже застосовували, наприклад, для механічної обробки формувальних пісків. Наприклад, формувальний пісок може проходити через псевдозрідений шар, у якому гранули піску тримали суспендованими за допомогою потоку стиснутого повітря. Зовнішню оболонку, утворену зі зв'язуючого агенту рідкого скла, стерли зіткненням гранул піску. Однак, гранули піску також можуть бути викривлені за допомогою потоку повітря до роздільної перегородки, після чого, при зіткненні з роздільною перегородкою або іншими гранулами піску, зовнішню оболонку гранул піску, утворених зі зв'язуючого агенту рідкого скла, видалили.

Однак, переважно, що механічну обробку термально регенованого застосовуваного піску, розподілили по ньому, і тільки надлишок гранул видалили відповідною класифікацією. Це попереджає механічну шкоду піску, наприклад, дробленням, і отримують гладкі, легкоспіккі гранули піску. Коли застосовуваний формувальний пісок регенований даним способом, по суті, не спостерігали жодного скорочення часу обробки у порівнянні з новим піском, коли його знову обробили рідким склом як зв'язуючим агентом для отримання суміші формувального матеріалу.

Температуру, що необхідна для термічної обробки, спочатку можна відрегулювати будь-яким способом. На додаток до способів, таких як обробка мікрохвилями, термічну обробку переважно проводять таким способом, що форма для лиття, необов'язково у роздавній формі, переносять до пічки для термічної обробки.

Пічка може бути по суті самовільно сконфігурованою, оскільки гарантовано рівномірне нагрівання матеріалу форми для лиття. Пічка може бути сконфігурованою, так що термічну обробку проводять з перервами, пічку, наприклад, загрузають способом по партіям необов'язково роздробленою формою для лиття і термально оброблений матеріал видалили з пічки знову перед заповненням пічки наступною партією. Однак, також можливо забезпечити пічку, що дозволяє безперервний контроль способом. З цією метою пічка може бути сконфігурованою, наприклад, у формі транспортеру або тунелю, через який транспортується застосовувана форма для лиття, наприклад, за допомогою стрічкового конвеєру. Пічки, такі, що

відомі з термальної регенерації застосовуваних формувальних пісків, змішаних з органічними зв'язуючими агентами, можна застосовувати для обробки застосовуваного формувального піску, змішаного з рідким склом.

Переважно забезпечили, щоб застосовуваний формувальний пісок рухався протягом термічної обробки. Рух можна виконати, наприклад, рухом форми для лиття або фрагментів, отриманих з неї, навколо трьох просторових осей, так щоб форма для лиття або фрагменти виконували обертальні рухи, через що можна досягти додаткове дроблення форми для лиття або менших сукупностей відливків піску, утворених з неї. Такий рух можна досягти, наприклад, рухом менших сукупностей формувального піску, утворених з форми для лиття за допомогою мішалки або у обертальному барабані. Як тільки застосовуваний формувальний пісок роздробили до такого ступеню, що він знаходився у формі піску, рух також може виникати при утримуванні піску у суспензії у псевдозрідженому шарі за допомогою потоку нагрітого стиснутого повітря.

Згідно з переважним варіантом здійснення, ротаційну піч застосовували для термічної обробки застосовуваного формувального піску. Показали, що якщо форму для лиття попередньо грубо роздробити, можна досягти екстенсивного розпаду застосовуваної форми для лиття протягом пропускання через ротаційну піч. Якщо більші сукупності все ще залишаються у регенованому формувальному піску після залишання ротаційної печі, їх можна розділили, наприклад, просіюванням.

Термічну обробку, по суті, також можна проводити у атмосфері інертного газу. Однак, переважно, термічну обробку проводять під час запускання повітря. Це знижує витрати на термічну обробку з однієї сторони, оскільки не потрібно брати жодних спеціальних вимірювань для виключення жодного притоку кисню. Іншою перевагою у випадку термічної обробки під час притоку повітря є те, що органічні забруднювачі, що забруднюють застосовуваний формувальний пісок, згорають, так що досягається додаткове очищення.

Спосіб за винаходом для регенерації формувального піску по суті може комбінуватись з іншими способами обробки. Таки чином, наприклад, термічна обробка може подаватись механічною обробкою, при якій деяка кількість рідкого скла стерлась з гранул піску і її видалили просіюванням і/або видаленням пилу. Також можливо проводити спосіб вологої обробки перед або після термічної обробки за винаходом. Таким чином, наприклад, перед термічною обробкою застосовуваний формувальний пісок можна промити водою для видалення фракції рідкого скла. Внаслідок помітних витрат, що вимагають такої вологої обробки, пісок потрібно висушити після промивання і забруднену промивну воду потрібно обробити, однак, спосіб за винаходом переважно проводять сухим, тобто, без вологого етапу. Інша перевага сухої регенерації у тому, що необов'язково заважаючи речовини, які все ще залишаються у формувальному піску після термальної обробки, можуть міцно зв'язуватись з гранулами піску у шарі, утвореному з рідкого скла. Якщо формувальний пісок таким, чином, виділений після декількох циклів, наприклад, через те, що розмір гранул занадто суттєво підвищився, таким чином, пісок може бути порівняно просто видаленим.

Після термічної обробки або перед повторним застосуванням як формувального піску для виготовлення нової форми для лиття, регенований формувальний пісок переважно просіляли для відділення більших сукупностей і видалили пил. З даною метою може застосовуватись відомий прилад, такий що відомий, наприклад, з механічної регенерації застосовуваного формувального піску або термальної регенерації органічно зв'язаного формувального піску.

Результат регенерації може вже бути позитивним під впливом способу, що застосовують для виготовлення форми для лиття для металевого лиття.

У найпростішому виконанні способу, рідке скло головним чином застосовують як зв'язуючий агент, до якого додали фракцію твердого оксиду металу. У даному варіанті здійснення застосовувана форма для лиття, таким чином, забезпечена відливком, в результаті чого:

- забезпечили суміш формувального матеріалу, яка включає, щонайменше, один формувальний пісок і, щонайменше, один зв'язуючий агент, що містить рідке скло, а також твердий оксид металу,

- переробили суміш формувального матеріалу у нову форму для лиття і вулканізували, і

- виконали металеве лиття з новою формою для лиття, так що отримали застосовувану форму для лиття з відливком.

Виготовлення нової форми для лиття і наступне металеве лиття, по суті, проводять відомими способами. Суміш формувального матеріалу утворюється рухом формувального піску і потім додають твердий оксид металу або рідке скло, по суті, у вільному порядку. Суміш додатково рухали, доки гранули формувального піску рівномірно покривались рідким склом.

Звичайні матеріали можна застосовувати як формувальний пісок для виготовлення форм

для лиття. Придатними є кварц або пісок цирконію, наприклад. Волокнисті вогнетривкі матеріали на основі форми, такі як волокна вогнетривких глин є більш придатними. Іншими придатними формувальними пісками є, наприклад, олівін, пісок хромової руди, вермикуліт.

Синтетичні матеріали на основі форми також можна застосовувати як формувальний пісок, такий як, наприклад, порожні сфери силікату алюмінію (так названі мікросфери) або сферичні керамічні матеріали на основі форми, відомі під назвою "Cerabeads®" або "Carboaccucast®". З економічних причин ці синтетичні матеріали на основі форми переважно додані тільки до формувального піску у фракції. Відносно загальної ваги формувального піску синтетичні матеріали на основі форми переважно застосовують у фракції менше ніж 80 ваг.%, переважно менше ніж 60 ваг.%. Ці сферичні керамічні матеріали на основі форми містять, наприклад, муліт, согундум, β -кristобаліт як мінерали у різних фракціях. Вони містять оксид алюмінію і діоксид кремнію як основні фракції. Типові композиції містять, наприклад, Al_2O_3 і SiO_2 у приблизно однакових фракціях. До того ж, додаткові компоненти можуть міститись у фракціях <10%, наприклад TiO_2 , Fe_2O_3 . Діаметр сферичних матеріалів на основі форми переважно менше ніж 1000 мкм, зокрема, менше ніж 600 мкм. Синтетично отримані вогнетривкі матеріали на основі форми, такі як муліт, є також придатними ($x \text{ Al}_2\text{O}_3$ у SiO_2 , де $x = 2 - 3$, $y = 1 - 2$; ідеальна формула Al_2SiO_5) Ці синтетичні матеріали на основі форми не мають походження і також можуть піддаватись спеціальним способам надання форми як, наприклад, протягом отримання порожніх сфер силікату алюмінію або сферичних керамічних матеріалів на основі форми.

Згідно з додатковим варіантом здійснення способу за винаходом, скляні матеріали застосовують як вогнетривкі синтетичні матеріали на основі форми. Особливо їх застосовують або як скляні сфери, або скляні гранули. Звичайні стекла можна застосовувати як скло, де переважними є стекла, що мають високу точку плавлення. Скляні крупинки і/або скляні зерна, отримані з розбитого скла, наприклад, є переважними. Композиція таких стекел дана як приклад у наступній таблиці.

Таблиця

Композиція стекел

Компонент	Розбите скло	Боратне скло
SiO_2	50-80%	50-80%
Al_2O_3	0-15%	0-15%
Fe_2O_3	<2%	<2%
$\text{M}^{\text{II}}\text{O}$	0-25%	0-25%
$\text{M}^{\text{I}}_2\text{O}$	5-25%	1-10%
B_2O_3		<15%
Решта	<10%	<10%

M^{II} : лужноземельний метал, наприклад, Mg, Ca, Ba
 M^{I} : лужний метал, наприклад, Na, K

На додаток до стекел, даних у таблиці, можна застосовувати також інші стекла, вміст вищезгаданої сполуки у яких знаходиться за межами зазначених діапазонів. Можна також застосовувати спеціальні стекла, які містять інші елементи або їхні оксиди на додаток до зазначених оксидів.

Діаметр скляних сфер переважно 1 - 1000 мкм, переважно 5 - 500 мкм і зокрема переважно 10 - 400 мкм.

При експериментах відливання, застосовуючи алюміній, з'ясували, що коли при застосуванні синтетичних матеріалів на основі форми, первинні скляні крупинки, скляні зерна або мікросфери, потім менше застосовуваного формувального піску залишається прилиплим до поверхні металу після лиття при застосуванні чистого кварцового піску. Застосування синтетичних матеріалів на основі форми, таким чином, робить можливим виготовлення гладких поверхонь відливку, тим самим дорога наступна обробка струминами не є необхідною або, щонайменше, до значно меншого ступеню.

Не є необхідним формувати всього формувального піску з синтетичних матеріалів на основі форми. Переважною фракцією синтетичних матеріалів на основі форми є, щонайменше, приблизно 3 ваг.%, зокрема, переважно, щонайменше, 5 ваг.%, особливо переважно, щонайменше, 10 ваг.%, переважно щонайменше, приблизно 15 ваг.%, зокрема переважно щонайменше приблизно 20 ваг.%, відносно загальної кількості формувального піску.

Формувальний пісок переважно проявляє легкосипкий стан, так що суміш формувального матеріалу може бути перероблена звичайними пісcomedними стрижневими машинами. Формувальний пісок може бути утворений новим піском, який ще не застосовували для металевих лиття. Однак, переважно, що формувальний пісок, застосовуваний для отримання суміші формувального матеріалу, включає, щонайменше, фракцію переробленого формувального піску, зокрема, перероблений формувальний пісок, такий, що отриманий способом за винаходом. Фракцію переробленого формувального піску можна вільно вибрати, по суті, від 0 до 100%. Спосіб, зокрема переважно виконали таким чином, що тільки фракція формувального піску, яку втратили протягом переробки за винаходом, наприклад, протягом просіювання, виготовлена з нового піску або іншого придатного піску. Термально регенерований пісок, що спочатку зв'язується з органічним зв'язуючим агентом, наприклад, є придатним. Механічно регенеровані формувальні піски також можуть застосовуватись за умови, що органічний зв'язуючий агент, який все ще прилипає до них, не прискорює вулканізацію зв'язуючого агента рідкого скла. Наприклад, механічно регенеровані формувальні піски, все ще змішані з органічними зв'язуючими агентами, які вулканізувались кислотами, не були придатними. Спосіб за винаходом, таким чином, не обов'язково вимагає того, що окремий цикл встановлений для формувального піску, зв'язаного з рідким склом.

Суміш формувального матеріалу містить зв'язуючий агент на основі рідкого скла як додатковий компонент. Звичайні рідкі стекла, такі, що традиційно застосовувались як зв'язуючі агенти у сумішах формувального матеріалу, можуть застосовуватись як рідке скло. Ці рідкі стекла містять розчинні силікати натрію або калію і можуть бути виготовлені розчиненням скловидних силікатів калію і натрію у воді. Рідке скло переважно має коефіцієнти $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ у діапазоні 1,6 - 4,0, зокрема 2,0 - 3,5, де М означає натрій і/або калій. Рідке скло переважно мають тверду фракцію у діапазоні 30 - 60 ваг.%. Тверда фракція пов'язана з кількістю SiO_2 і M_2O , що містяться у рідкому склі.

Протягом виготовлення суміші формувального матеріалу, взагалі була прийнята процедура, що спочатку забезпечують формувальний пісок і потім зв'язуючий агент і твердий оксид металу додали під час струшування. Зв'язуючий агент може містити лише рідке скло. Однак, також можливо додати добавки до рідкого скла або формувальний пісок, який позитивно впливає на властивості форми для лиття або регенерований формувальний пісок. Добавки можна додати у твердій або рідкій формі, наприклад, як розчин, зокрема, як водний розчин. Придатні добавки описані далі нижче.

Протягом виготовлення суміші формувального матеріалу, формувальний пісок помістили у міксер і, якщо забезпечено, твердий компонент(-и) зв'язуючого агента переважно додали спочатку і змішали з формувальним піском. Час змішування вибрали так, що виникає повне змішування формувального піску і твердих компонентів зв'язуючого агента. Час змішування залежить від отриманої кількості суміші формувального матеріалу і від застосовуваної установки для змішування. Час змішування переважно вибрали від 5 секунд до 5 хвилин. Потім додали рідкий компонент зв'язуючого агента, переважно продовжуючи рухати суміш, і потім суміш додатково змішали до утворення однорідного шару зв'язуючого агента на гранулах формувального піску. Також час змішування залежить від отриманої кількості суміші формувального матеріалу і від застосовуваної установки для змішування. Тривалість способу змішування переважно вибрана від 5 секунд до 5 хвилин. Рідкий компонент, як розуміють, представляє собою і суміш різних рідких компонентів, і також загальну кількість всіх рідких окремих компонентів, де останнє також можна додати окремо. Аналогічно, твердий компонент, як розуміють, представляє собою і суміш окремих або всіх твердих компонентів і також загальну кількість всіх твердих окремих компонентів, де останнє можна додати сумісно або послідовно до суміші формувального матеріалу.

Також можливо передусім додати рідкий компонент зв'язуючого агента до формувального піску і тільки потім поставляти твердий компонент до суміші, якщо забезпечено. Згідно з одним варіантом здійснення, передусім 0,05 - 0,3% води відносно ваги формувального піску додали до формувального піску і тільки потім додали тверді або рідкі компоненти зв'язуючого агента. У даному варіанті здійснення можна досягти несподівано позитивний вплив на час обробки суміші формувального матеріалу. Винахідники вважають, що ефект дегідратації твердих компонентів зв'язуючого агента, таким чином, знижений і спосіб вулканізації, тим самим, відклали.

Суміш формувального матеріалу потім привели до бажаної форми. У даному випадку звичайні способи застосовували для надання форми. Наприклад, суміш формувального матеріалу можна запустити у прилад для формовання за допомогою пісcomedної стрижневої машини з допомогою стиснутого повітря. Відформовану суміш формувального матеріалу потім вулканізували. Всі звичайні способи, по суті, можна застосовувати з даною метою. Таким чином,

форма може газифікуватись діоксидом карбону для отвердіння суміші формувального матеріалу. Дану газифікацію переважно проводять при кімнатній температурі, тобто у холодному приладі. Час газифікації залежить, серед іншого, від розміру отриманого формовання і звичайно вибрано з діапазону від 10 секунд до 2 хвилин. Для більших формовань також можливий довший час газифікації, наприклад, до 5 хвилин. Коротші або довші часи газифікації, однак, також можливі.

Однак, вулканізація формовання також може виконуватись за допомогою способу рідке скло/ефір, при якому вулканізація досягається сапоніфікацією ефіру і пов'язує зміну pH.

Вулканізація формовання переважно може проходити лише за допомогою постачання тепла, при цьому контейнер для води у зв'язуючому агенті випарили. Нагрівання може проходити, наприклад, у приладі для формовання. З цією метою прилад для формовання нагрівають, переважно до температури до 300°C, зокрема переважно до температури в діапазоні 100 - 250°C. Можливо повністю вулканізувати форму для лиття у приладі для формовання. Однак, також можливо повністю вулканізувати форму для лиття лише у її граничній зоні, так що вона має достатню міцність, щоб бути здатною видалитись з приладу для формовання. Форма для лиття необов'язково може бути потім повністю вулканізованою при видаленні додаткової води з зазначеної форми. Це може проходити, наприклад, як описано, у печі. Видалення води можна виконати, наприклад, випарюванням води при зниженому тиску.

Вулканізація форм для лиття може прискорюватись вдуванням нагрітого повітря у прилад для формовання. У даному варіанті здійснення способу досягається швидке видалення води, що міститься у зв'язуючому агенті, при якому форма для лиття зробили твердими у часових інтервалах, придатних для промислового застосування. Температура повітря, що вдувають, переважно 100°C - 180°C, зокрема переважно 120°C - 150°C. Швидкість потоку нагрітого повітря переважно регулюють так, що вулканізація форми для лиття проходить у часових інтервалах, придатних для промислового застосування. Утворені часові інтервали в залежності від форм для лиття. Прагнути до вулканізації у часовому інтервалі менше ніж 5 хвилин, переважно менше ніж 2 хвилини. У випадку дуже великих форм для лиття, однак, довші часові інтервали можуть бути необхідними.

Видалення води з суміші формувального матеріалу може виконуватись при нагріванні суміші формувального матеріалу мікрохвильовим випромінюванням. Однак, мікрохвильове випромінювання переважно проводять після того, як форму для лиття видалили з приладу для формовання. З даною метою, однак, форма для лиття повинна вже мати достатню міцність. Як вже пояснювалось, це можна досягти, наприклад, вулканізацією, щонайменше, зовнішньої оболонки форми для лиття у приладі для формовання.

Якщо форма для лиття складається з безлічі неповних форм, вони відповідно зібрані для утворення форми для лиття, де лінії поставки і коректуючі ємності можуть також приєднуватись до форми для лиття.

Форму для лиття потім застосовують звичайним способом для металевих лиття. Металеве лиття можна проводити, по суті, з будь-яким металом. Залізні відливки або алюмінієві відливки, наприклад, є придатними. Після тверднення або охолодження металу, форму для лиття потім повторно переробляють вже описаним способом за допомогою термічної обробки.

Властивості форми для лиття, а також того, що з регенеровано піску, можна покращити додаванням добавок до суміші формувального матеріалу.

Як вже пояснювалось, твердий оксид металу додали до рідкого скла, застосовуваного як зв'язуючий агент. Твердий оксид металу не відповідає формувальному піску. Він має менший середній розмір частин, ніж формувальний пісок.

Згідно з одним варіантом здійснення, суміш формувального матеріалу містить фракцію твердого оксиду металу, який вибрано з групи діоксиду кремнію, оксиду алюмінію, оксиду титану і оксиду цинку. Міцність форми для лиття може знаходитись під впливом додавання даного твердого оксиду металу.

Середній первинний розмір частини твердого оксиду металу може бути від 0,10 мкм до 1 мкм. Внаслідок накопичення первинних частин, однак, розмір частин оксидів металу переважно менше ніж 300 мкм, переважно менше ніж 200 мкм, зокрема переважно менше ніж 100 мкм. Це лежить переважно у діапазоні 5 - 90 мкм, зокрема переважно 10 - 80 мкм і зовсім зокрема переважно у діапазоні 15 - 50 мкм. Розмір частин можна визначати, наприклад, ситовим аналізом. Ситовий залишок на ситі, що має меш шириною 63 мкм, зокрема переважно менше ніж 10 ваг.%, переважно менше ніж 8 ваг.%.

Діоксид кремнію зокрема переважно застосовують як твердий оксид металу, синтетично отриманий аморфний діоксид кремнію був тут зокрема переважним.

Осаждену кремнієву кислоту і/або пірогенну кремнієву кислоту переважно застосовують як

твердий діоксид кремнію. Осаджену кремнієву кислоту отримали реакцією водного лужного розчину силікату з мінеральними кислотами. Накоплені відкладення потім відділили, висушили і подрібнили. Пірогенні кремнієві кислоти розуміють як кремнієві кислоти, які отримали коагуляцією з газової фази при високих температурах. Пірогенні кремнієві кислоти можна отримати, наприклад, гідролізом у полум'ї тетрахлориду кремнію або у дуговій печі зменшенням кварцового піску коксом або антрацитом до газу монооксиду кремнію, а потім окисненням до діоксиду кремнію.

Пірогенні кремнієві кислоти, отримані способом у дуговій печі, можуть все ще містити карбон. Осаджена кремнієва кислота і пірогенні кремнієва кислота аге однаково задовольняють суміш формувального матеріалу mixture за винаходом. Ці кремнієві кислоти далі називають як "синтетичний аморфний діоксид кремнію".

Винахідники вважали, що сильно лужне рідке скло може реагувати з силанольними групами, що розміщені на поверхні синтетично отриманого аморфного діоксиду кремнію, і протягом випарювання води утворюється інтенсивний зв'язок між діоксидом кремнію і потім твердим рідким склом.

Згідно з додатковим варіантом здійснення, щонайменше, одну органічну добавку додали до суміші формувального матеріалу.

Переважаю застосовують органічну добавку, що має точку плавлення в діапазоні 40 -180⁰, переважно 50 -175⁰C, тобто є твердою при кімнатній температурі. Органічні добавки у даному випадку розуміють як сполуки, молекулярна решітка яких переважно складається з атомів карбону, тобто, наприклад, органічні полімери. Якість поверхні відливу можна додатково покращити додаванням органічних добавок. Механізм дії органічної добавки не пояснено. Не пов'язуючись з теорією, винахідники вважають, однак, що, щонайменше, деякі з органічних добавок горять протягом способу лиття, і, таким чином, утворюється тонка разова подушка між рідким металом і формувальним піском, утворюючи стінку форми для лиття і, таким чином, попереджує реакцію між рідким металом і формувальним піском. Винахідники додатково вважають, що у відновлювальній атмосфері, що переважає протягом лиття, деякі з органічних добавок утворюють тонкий шар так названого блискучого карбону, який аналогічно запобігає реакції між металом і формувальним піском. Підвищення міцності форми для лиття після вулканізації також можна досягти як додатковий переважний ефект через додавання органічних добавок.

Органічні добавки переважно додають у кількості 0,01 – 1,5 ваг.%, зокрема переважно 0,05 - 1,3 ваг.%, зокрема переважно 0,1 - 1,0 ваг.%, у кожному випадку відносно формувального піску.

Покращення поверхні відливу можна досягти з дуже різними органічними добавками. Придатними органічними добавками є, наприклад, фенольні формальдегідні смоли, такі як, наприклад, новолак, епоксидні смоли, такі як, наприклад, бісфенол-А-епоксидні смоли, бісфенол-Е-епоксидні смоли або епоксидні новолаки, поліолі, такі як, наприклад, поліетилєнглїколі або поліпропіленглїколі, поліолефіни, такі як, наприклад, поліетилєн або поліпропілен, сополімери олефінів, такі як етилен або пропілен і інші сомомери, такі як вінілацетат, поліаміди, такі як, наприклад, поліамід-6, поліамід-12 або поліамід-6,6, природні смоли, такі як, наприклад, бальзамічна смола, жирні кислоти, такі як, наприклад, стеаринова кислота, ефіри жирної кислоти, такі як, наприклад, цетилпальмітат, амїди жирної кислоти, такі як, наприклад, етилендіамінбістеарамід, а також металічні мила, такі як, наприклад, стеарати або олеати моно-тривалентних металів. Органічні добавки можуть міститись як чиста речовина або як суміш різних органічних сполук.

Згідно з додатковим варіантом здійснення, щонайменше, один вуглеводень застосовують як органічну добавку. При додаванні вуглеводнів, форма для лиття набуває високої міцності і безпосередньо після виготовлення, і також протягом довшого зберігання. Більш того, після металевого лиття, забезпечують відливку, що має дуже високу якість поверхні, так що після видалення форми для лиття необхідна лише незначна переробка поверхні відливу. Це є суттєвою перевагою, оскільки витрати для виготовлення відливу таким чином можуть бути значно знижені. Якщо вуглеводні застосовують як органічну добавку, спостерігається значно менше утворення диму протягом лиття у порівнянні з іншими органічними добавками, такими як акрилові смоли, полістирол, полівінілові складні ефіри або поліалкілові сполуки, так, щоб завантаження на робоче місце для робочих там було значно знижено.

У даному випадку, і моно- або дисахариди, і також високомолекулярні оліго- або полісахариди можуть застосовуватись. Вуглеводні можна застосовувати і як одну сполуку, і як суміш різних вуглеводнів. Не накладали жодних надлишкових вимог по суті на чистоту застосовуваних вуглеводнів. Достатньо, якщо вуглеводні, відносно сухої ваги, знаходяться у чистоті більше ніж 80 ваг.%, зокрема переважно більше ніж 90 ваг.%, зокрема переважно

більше ніж 95 ваг.%, у кожному випадку відносно сухої ваги. Моносахаридні елементи вуглеводнів можуть, по суті, самовільно зв'язуватись. Вуглеводні переважно мають лінійну структуру, наприклад, α - або β -глікозидна 1,4-ланка. Однак, вуглеводні також можуть бути повністю або частково 1,6-зв'язані, так як, наприклад амілопектин, що має до 6% α -1,6 зв'язків.

5 Кількість вуглеводню можна вибрати, яка була б відносно невеликою для все ще спостереження значного ефекту у міцності форм для лиття перед литтям або значного покращення якості поверхні. Фракція вуглеводню відносно формувального піску переважно вибрана з діапазону 0,1 - 10 ваг.%, зокрема переважно 0,02 - 5 ваг.%, особливо переважно 0,05 – 2,5 ваг.% і зовсім зокрема переважно з діапазону 0,1 – 0,5 ваг.%. Навіть невеликі фракції

10 вуглеводнів у діапазоні приблизно 0,1 ваг.% призводять до значних ефектів.

Згідно з додатковим варіантом здійснення винаходу, вуглеводень застосовують у не дериватизованій формі. Такі вуглеводні можуть бути зручно отримані з природних джерел, таких як рослини, наприклад, зернових або картоплин. Молекулярна вага даних вуглеводнів, отриманих з природних джерел, може бути зниженою, наприклад, хімічним або

15 ферментативним гідролізом для покращення, наприклад, розчинності у воді. На додаток до не дериватизованих вуглеводнів, які, таким чином, складаються з карбону, кисню і водню, однак, дериватизовані вуглеводні можна також застосовувати, у яких, наприклад, деякі або всі гідроксигрупи перетворені у ефірні групи, наприклад, алкільними групами. Придатними дериватизованими вуглеводнями є, наприклад, етилцелюлоза або карбоксиметилцелюлоза.

20 Низькомолекулярні вуглеводні, такі як моно- або дисахариди, по суті, також можна застосовувати. Прикладами є глюкоза або сахароза. Однак, переважні ефекти особливо спостерігаються при застосуванні оліго- або полісахаридів. Оліго- або полісахарид, таким чином, зокрема переважно застосовують як вуглеводень.

У даному випадку є переважним, що оліго- або полісахарид має молярну масу в діапазоні

25 1000 - 100000 г/моль, переважно 2000 або 30000 г/моль. Особливо, якщо вуглеводень має молярну масу в діапазоні 5000 - 20000 г/моль, спостерігалось значне підвищення міцності форми для лиття, так що форму для лиття можна легко видалити з форми протягом виготовлення і транспортування. Протягом довшого зберігання форми для лиття також проявляється дуже хороша міцність, так що зберігання форм для лиття, що необхідно для

30 серійного виготовлення відливків, навіть більше, ніж декілька днів з допущеною вологістю повітря, є легкоймовірним. Опір під дією води, оскільки він неминучий, наприклад, при застосуванні напроти форми для лиття, також є дуже хорошим.

Полісахарид переважно складається з елементів глюкози, це, зокрема, переважно, α - або β -глікозидно 1,4 зв'язаний. Однак, також можливо застосовувати сполуки вуглеводню, що містять

35 інші моносахариди, не враховуючи глюкозу, так як галактозу або фруктозу, як органічну добавку. Прикладами придатних вуглеводнів є лактоза (α - або β -1,4-зв'язаний дисахарид галактози і глюкози) і сахароза (дисахарид α -глюкози і β -фруктози).

Вуглеводень зокрема переважно вибрано з групи целюлози, крохмалю і декстринів, а також похідних даних вуглеводнів. Придатними похідними є, наприклад, похідні повністю або частково

40 перетворені в ефір алкільними групами. Однак, інше отримання похідних можна також проводити, наприклад, естерифікацію неорганічними або органічними кислотами.

Додаткова оптимізація стабільності форми для лиття, а також поверхні відливу можна

45 досягти, якщо спеціальні вуглеводні і, у даному випадку, зокрема переважно крохмалі, декстрини (продукт гідролізу крохмалів) і їх похідні застосовують як добавки до суміші формувального матеріалу. Зокрема, крохмалі природного походження, такі як картопля, маїс, рис, горох, банан, кінський каштан або пшеничний крохмаль, можна застосовувати як крохмалі.

Однак, також можливо застосовувати модифіковані крохмалі, такі як, наприклад, набухаючий крохмаль, крохмаль рідкого варіння, окислений крохмаль, "citrate starch", ацетатний крохмаль, складний ефір крохмалю, ефір крохмалю або фосфат крохмалю. По суті, не існує жодного

50 обмеження при виборі крохмалю. Крохмаль може, наприклад, бути з низькою в'язкістю, з середньою в'язкістю або з високою в'язкістю, катіонним або аніонним, розчинним у холодній воді або розчинним у гарячій воді. Декстрин, зокрема, переважно вибрали з групи картопляного декстрину, маїсового декстрину, жовтого декстрину, білого декстрину, декстрину бури, циклодекстрину і мальтодекстрину.

Особливо, при виготовленні форм для лиття, що мають дуже тонкостінні відділи, суміш

55 формувального матеріалу переважно додатково включає фосфоровмісну сполуку. У даному випадку, по суті, і органічні, і неорганічні фосфорні сполуки можна застосовувати. Для того, щоб не викликати жодних небажаних побічних реакцій протягом металевого лиття, додатково є переважним, що фосфор у фосфоровмісних сполуках переважно знаходиться у окисленому

60 стані V. Стабільність форми для лиття можна додатково підвищити додаванням

фосфоровмісних сполук. Це особливо дуже важливо, якщо рідкий метал падає на похилу поверхню у металевому литті і викликає там високий ерозійний ефект через високий металостатичний тиск або може призвести до деформацій, зокрема тонкостінних відділів форми для лиття.

5 Фосфоровмісна сполука переважно знаходиться у формі фосфату або оксиду фосфору. У даному випадку, фосфат може бути присутнім як фосфат лужного або лужноземельного металу, особливо переважні солі натрію. Фосфати амонію або фосфати інших іонів металу, по суті, також можна застосовувати. Однак, фосфати лужного і лужноземельного металу переважно визначені як легкодоступні і економічно доступні, по суті, у вільних кількостях.

10 Якщо фосфоровмісну сполуку додати до суміші формувального матеріалу у формі оксиду фосфору, оксид фосфору переважно знаходиться у формі пентаоксиду фосфору. Однак, триоксид фосфору і чотириоксид фосфору також можна застосовувати.

Згідно з додатковим варіантом здійснення фосфоровмісну сполуку можна додати до суміші формувального матеріалу у формі солей фторфосфорної кислоти. Зокрема переважними у даному випадку є солі монофторфосфорної кислоти. Сіль натрію є особливо переважною.

15 Згідно з переважним варіантом здійснення, органічні фосфати додали до суміші формувального матеріалу як фосфоровмісні сполуки. У даному випадку переважними є алкільні або арильні фосфати. Алкільні групи переважно включають 1 - 10 атомів карбону і можуть бути з прямим ланцюгом або розгалуженим. Арильні групи переважно включають 6 - 18 атомів карбону, де арильні групи також можуть бути заміщені алкільними групами. Зокрема переважними є фосфатні сполуки, отримані з мономерних або полімерних вуглеводнів, наприклад, можливо, глюкоза, целюлоза або крохмаль. Застосування фосфоровмісного органічного компоненту як добавки є переважним у двох відношеннях. З одного боку, необхідність термальної стабільності форми для лиття можна досягти за допомогою фосфорної фракції, а з іншого боку якість поверхні відповідного відливку знаходиться під позитивним впливом органічної фракції.

І ортофосфати, і також поліфосфати, пірофосфати або метафосфати можна застосовувати як фосфати. Фосфати можна отримати, наприклад, нейтралізацією відповідних кислот відповідною основою, наприклад, основою лужного металу або лужноземельного металу, такою як NaOH, у такому випадку не є необхідним, щоб все негативні заряди фосфатного іону були насичені іонами металу. І фосфати металу, і також гідрофосфати металу і дигідрофосфати металу можна застосовувати, такі як, наприклад, Na_3PO_4 , Na_2HPO_4 і NaH_2PO_4 . Аналогічно, можна застосовувати безводні фосфати і гідрати фосфатів. Фосфати можуть бути включені у суміш формувального матеріалу у кристалічній і аморфній формі.

35 Зокрема, поліфосфати розуміють як лінійні фосфати, які включають більше ніж один атом фосфору, де кожен з атомів фосфору зв'язані за допомогою кисневих зв'язків. Поліфосфати отримали конденсацією іонів ортофосфату з видаленням води, так що отримали лінійний ланцюг тетраедрів PO_4 , кожний з'єднаний через вершини. Поліфосфати мають загальну формулу $(\text{O}(\text{PO}_3)_n)^{(n+2)-}$, де n відповідає довжині ланцюга. Поліфосфат може включати до декількох сотень тетраедрів PO_4 . Однак, переважно, застосовують поліфосфати з коротшою довжиною ланцюга. Переважно n має значення 2 - 100, зокрема, переважно 5 - 50. Також можна застосовувати краще конденсовані поліфосфати, тобто, поліфосфати, у яких тетраедри PO_4 тісно сполучені за допомогою більше ніж двох вершин і, таки чином, проявляє полімеризацію у двох або трьох вимірах.

45 Метафосфати розуміють як циклічні структури, що складається з тетраедрів PO_4 , кожний з'єднаний через вершини. Метафосфати мають загальну формулу $((\text{PO}_3)_n)^{n-}$, де n, щонайменше, 3. Переважно n має значення 3 - 10.

Можна застосовувати як окремі фосфати, так також і суміші різних фосфатів і/або оксидів фосфору.

50 Переважна фракція фосфоровмісної сполуки, пов'язаної з формувальним піском, знаходиться від 0,05 до 1,0 ваг.%. З фракцією менше ніж 0,05 ваг.%, не встановлено жодного значного впливу на стабільність параметрів форми для лиття. Якщо фракція фосфату перевищує 1,0 ваг.%, міцність у нагрітому стані форми для лиття сильно зменшується. Фракція фосфоровмісної сполуки переважно вибрана від 0,10 до 0,5 ваг.%. Фосфоровмісна сполука переважно містить 0,5 - 90 ваг.% фосфору, розрахованого як P_2O_5 . Якщо застосовують неорганічні фосфорні сполуки, вона переважно містить 40 - 90 ваг.%, зокрема переважно 50 - 80 ваг.% фосфору, розрахованого як P_2O_5 . Якщо застосовують органічні фосфорні сполуки, вона переважно містить 0,5 - 30 ваг.%, зокрема переважно 1 - 20 ваг.% фосфору, розрахованого як P_2O_5 .

60 Фосфоровмісну сполуку можна додати до суміші формувального матеріалу, по суті, у

твердій або розчиненій формі. Фосфоровмісну сполуку переважно додають до суміші формувального матеріалу як тверду речовину. Якщо фосфоровмісну сполуку додати у розчиненій формі, розчинником переважно є вода.

5 Суміш формувального матеріалу є інтенсивною сумішшю рідкого скла, формувального піску і, необов'язково, вищевказаних компонентів. У даному випадку, частини формувального піску переважно покрили шаром зв'язуючого агенту. Потім зчеплення плівки між частинами формувального піску можна досягти за допомогою випарювання води, що знаходиться у зв'язуючого агенті (прибл. 40-70 ваг.% відносно ваги зв'язуючого агенту).

10 Зв'язуючий агент, тобто, рідке скло, а також необов'язково твердий оксид металу, зокрема, синтетичний аморфний діоксид кремнію і/або органічна добавки переважно містились у суміші формувального матеріалу у фракції менше ніж 20 ваг.%, зокрема переважно у діапазоні 1 - 15 ваг.%. Фракція зв'язуючих агентів у даному випадку відноситься до твердої фракції зв'язуючого агенту.

15 Якщо застосовують чистий формувальний пісок, такий як, наприклад, кварцовий пісок, зв'язуючий агент переважно знаходиться у фракції менше ніж 10 ваг.%, переважно менше ніж 8 ваг.%, зокрема переважно менше ніж 5 ваг.%. Якщо формувальний пісок додатково містить вогнетривкі матеріали на основі форми, що має більш низьку щільність, таку як, наприклад, порожні мікросфери, процентне співвідношення у фракції зв'язуючого агента відповідно збільшується.

20 Твердий оксид металу, зокрема, синтетичний аморфний діоксид кремнію, відносно загальної ваги зв'язуючого агенту, переважно міститься у фракції 2 - 80 ваг.%, переважно 3 - 60 ваг.%, зокрема переважно 4 - 50 ваг.%.

25 Співвідношення рідкого скла до твердого оксиду металу, зокрема, синтетичного аморфного діоксиду кремнію, може змінюватись у межах додаткових діапазонів. Це пропонує перевагу у покращенні початкової міцності форми для лиття, тобто, міцності безпосередньо після видалення з гарячого інструменту, і вологостійкості, без значного впливу границь міцностей, тобто, міцності після охолодження форми для лиття, у порівнянні зі зв'язуючим агентом рідкого скла без аморфного діоксиду кремнію. Це, передусім, дуже цікаво для лиття легкого металу. З одного боку, бажаними є високі початкові сили, так що після виготовлення форми для лиття, її можна легко транспортувати або комбінувати з іншими формами для лиття. З іншого боку, границя міцності після вулканізації не повинна бути занадто високою, щоб уникнути складностей при ослабленні скріплення після лиття, тобто, формувальний пісок має бути здатним для легкого видалення з порожніх порожнин форма для лиття після лиття.

30 У одному варіанті здійснення винаходу формувальний пісок, що міститься у суміші формувального матеріалу, може містити, щонайменше, фракцію порожніх мікросфер. Діаметр мікросфер звичайно знаходиться в діапазоні 5 - 500 мкм, переважно в діапазоні 10 - 350 мкм, і товщина оболонки звичайно знаходиться у діапазоні 5 - 15% діаметру мікросфер. Ці мікросфери мають дуже низьку питому вагу, так що форми для лиття, отримані при застосуванні порожніх мікросфер, мають низьку вагу. Теплоізоляційна здатність порожніх мікросфер є зокрема переважною. Порожні мікросфери, таким чином, зокрема застосовують для виготовлення форм для лиття, коли вони призначені мати підвищену теплоізоляційну здатність. Такими формами для лиття, є, наприклад завантажники, що вже описані у введенні, що діють як коректуюча ємність, і містять рідкий метал, де метал повинен утримуватись у рідкому стані, доки метал, вилитий у порожню форму, не затвердне. Іншою областю застосування форм для лиття, що

45 містять порожні мікросфери, є, наприклад, відділи форми для лиття, що відповідають, зокрема, тонкостінним відділам готової форми для лиття. Теплоізоляційна здатність порожніх мікросфер забезпечує те, що метал у тонкостінному відділі не укріплюється передчасно і, тим самим, блокує шляхи всередині форми для лиття.

50 Якщо застосовують порожні мікросфери, через низьку щільність цих порожніх мікросфер зв'язуючий агент переважно застосовують у фракції в діапазоні, переважно, менше ніж 20 ваг.%, зокрема переважно в діапазоні 10 - 18 ваг.%. Значення відносяться до твердої фракції зв'язуючого агенту.

Порожні мікросфери переважно складаються з силікату алюмінію. Дані порожні мікросфери з силікату алюмінію переважно мають вміст оксиду алюмінію більше ніж 20 ваг.%, але можуть мати вміст більше ніж 40 ваг.%. Такі порожні мікросфери поставляються, наприклад, Omega Minerals Germany GmbH, Norderstedt, під назвами Omega-Spheres® SG з вмістом оксиду алюмінію приблизно 28-33%, Omega-Spheres® WSG з вмістом оксиду приблизно 35-39% і E-spheres® з вмістом оксиду алюмінію приблизно 435. Відповідні продукти доступні від PQ Corporation (USA) під назвою "Extendospheres®".

60 Згідно з додатковим варіантом здійснення, порожні мікросфери застосовують як

вогнетривкий матеріал на основі форми, який складається зі скла.

Згідно з окремо переважним варіантом здійснення, порожні мікросфери складаються з боросилікатного скла. Боросилікатне скло у даному випадку має борну фракцію, розраховану як B_2O_3 , більше ніж 3 ваг.%. Фракція порожніх мікросфер переважно вибрана менше ніж 20 ваг.%, відносно суміші формувального матеріалу. При застосування порожніх мікросфер боросилікатного скла, переважно вибирають невелику фракцію. Це переважно менше ніж 5 ваг.%, переважно менше ніж 3 ваг.% і, зокрема, переважно у діапазоні 0,01 - 2 ваг.%.
5

Як вже пояснювали, суміш формувального матеріалу у одному варіанті здійснення містить, щонайменше, фракцію скляних зерен і/або скляних крупинок як вогнетривкого матеріалу на основі форми. Також можливо сконфігурувати суміш формувального матеріалу як екзотермічну суміш формувального матеріалу, яка є прийнятною, наприклад, для отримання екзотермічних завантажників. З даною метою суміш формувального матеріалу містить окислювальний метал і прийнятний окислюючий агент. Відносно загальної маси суміші формувального матеріалу окислювальні метали переважно утворюють фракцію 15 - 35 ваг.%. Окислюючий агент переважно додають у фракцію 20 - 30 ваг.% відносно суміші формувального матеріалу. Прийнятними окислювальними металами є, наприклад, алюміній та магній. Прийнятними окислюючими агентами є, наприклад, оксид заліза або нітрат калію. Якщо застосовуваний формувальний пісок містить залишки екзотермічних завантажників, їх переважно видаляють перед термічною обробкою. Якщо екзотермічні завантажники повністю не згорають, виникає ризик заpalення протягом термічної обробки.
10
15
20

Зв'язуючі агенти, що містять воду, мають меншу сипкість у порівнянні з зв'язуючими агентами на основі органічних розчинників. Це означає, що прилади для формовання з вузькими проходами і безліччю відхилень більш складно заповнити. Як наслідок, форми для лиття мають відділи з недостатнім ущільненням, які в свою чергу можуть призвести до дефектів відливу протягом лиття. Згідно з переважним варіантом здійснення, суміш формувального матеріалу містить фракцію змащувачів, переважно пластинчатих змащувачів, зокрема, графіт, MoS_2 , тальк і/або пірофіліт. На додаток до пластинчатих змащувачів, однак, рідкі змащувачі також можна застосовувати, такі як мінеральні масла або силіконові масла. Показали, що коли додають змащувачі, зокрема, графіт, можна отримати складні форми з тонкостінними відділами, де форми для лиття мають рівномірно всюди високу щільність і міцність, так що, по суті, жодних дефектів відливу не спостерігались протягом лиття. Кількість доданого пластинчатого змащувача, зокрема, графіту переважно 0,05 ваг.% - 1 ваг.% відносно формувального піску.
25
30

На додаток до зазначених компонентів, суміш формувального матеріалу може включати додаткові добавки. Наприклад, можна додати внутрішні роздільні агенти, які полегшують вивільнення форм для лиття з приладу для формовання. Придатними внутрішніми роздільними агентами є, наприклад, стеарат кальцію, складний ефір жирної кислоти, віск, природні смоли або особливі алкідні смоли. Силани також можна додати до суміші формувального матеріалу за винаходом.
35

Згідно з додатковим переважним варіантом здійснення, суміш формувального матеріалу містить фракцію, щонайменше, одного силану. Придатними силанами є, наприклад, аміносилани, епоксисилани, меркаптосилани, гідроксисилани, метакрілсилани, уреїдосилани і полісилоксани. Прикладами придатних силанів є γ -амінопропілтриметоксисилан, γ -гідроксипропілтриметоксисилан, 3-уреїдопропілтриетоксисилан, γ -іеркаптопропілтриметоксисилан, γ -гліцидоксипропілтриметоксисилан, β -(3, 4-епоксициклогексил) триметоксисилан, 3-метакрилоксипропілтриметоксисилан і N- β (аміноетил)- γ -амінопропілтриметоксисилан.
40
45

Типово, приблизно 5-50% силану застосовували по відношенню до твердого оксиду металу, переважно приблизно 7-45%, зокрема переважно приблизно 10-40%.

Добавки, описані вище, можна додати, по суті, у будь-якій формі до суміші формувального матеріалу. Їх можна додати окремо або як суміш. Їх можна додати у формі твердої речовини, але також у формі розчинів, паст або дисперсій. Якщо додали к розчин, пасту або дисперсію, розчинником переважно є вода. Також можливо застосовувати рідке скло, застосовуване як зв'язуючий агент, як розчин або дисперсійне середовище для добавок.
50

Згідно з переважним варіантом здійснення, зв'язуючий агент забезпечили як двокомпонентну систему, де перший рідкий компонент містить рідке скло, а другий твердий компонент містить твердий оксид металу. Твердий компонент може додатково, наприклад, включати фосфат, а також необов'язково змащувач, такий як пластинчатий змащувач. Якщо вуглеводень додали у твердій формі до суміші формувального матеріалу, його також можна додати до твердого компоненту.
55
60

Розчинні у воді органічні добавки можна застосовувати у формі водного розчину. Якщо

органічні добавки розчинні у зв'язуючому агенті і стабільні при зберіганні без розпаду протягом декількох місяців там, їх можна розчинити у зв'язуючому агенті і, таким чином, додати разом з ним до формувального піску. Не розчинні у воді добавки можна застосовувати у формі дисперсії або пасти. Дисперсії і пасти переважно містять воду як диспергуюче середовище. Розчини або пасти органічних добавок, по суті, також можна отримати у органічних розчинниках. Однак, якщо розчинник застосовують для додавання органічної добавки, переважно застосовують воду. Додавання органічних добавок переважно зробили у вигляді порошку або як короткі волокна, середній розмір частини або довжина волокна переважно вибрали так, що він не перевищує розміру частин формувального піску. Органічні добавки переважно можна просіяти ситом, що має ширину меш приблизно 0,3 мм. Для зниження кількості компонентів, доданих до формувального піску, твердий оксид металу і органічну добавку або добавки переважно не додавали окремо до піску форми, але попередньо перемішали.

Якщо суміш формувального матеріалу містить силани або силоксани, її звичайно додають у формі, у якій вони попередньо були включені у зв'язуючий агент. Однак, силани або силоксани можуть також бути доданими до формувального піску як окремі компоненти. Однак, зокрема є переважним силанізувати твердий оксид металу, тобто змішати оксид металу з силаном або силоксаном, так що його поверхню забезпечили тонким шаром силану або силоксану. Якщо твердий оксид металу, отриманий таким чином, застосовували, побачили підвищені міцності у порівнянні з необробленим оксидом металу, а також покращену стійкість до високої вологості повітря. Якщо, як описано, органічну добавку додати до суміші формувального матеріалу або твердого оксиду металу, то це буде підходящим зробити перед силанізацією.

Перероблений формувальний пісок, отриманий способом за винаходом, приблизно досягає властивостей нового піску і може застосовуватись для отримання формовань, що мають порівняну щільність і міцність з формованнями, які були отримані з нового піску. Таки чином, винахід відноситься до переробленого формувального піску, такого, що отриманий способом, описаним вище. Даний спосіб складається з гранул піску, що оточені тонкою оболонкою скляного шару. Товщина шару переважно 0,1 - 2 мкм.

Винахід далі пояснюється більш детально з посиланнями на приклади.

Застосовувані способи вимірювання:

Кількість AFS (доступного для продажу): Кількість AFS визначали відповідно VDG Merkblatt P 27 (German Foundrymens' Association, Düsseldorf, October 1999).

Середній розмір гранул: Середній розмір гранул визначали відповідно VDG Merkblatt P 27 (German Foundrymens' Association, Düsseldorf, October 1999).

Витрата кислоти: Витрата кислоти визначалась за аналогією з інструкціями з VDG Merkblatt P 28 (German Foundrymens' Association, Düsseldorf, May 1979).

Реагенти і обладнання:

Соляна кислота 0,1 N

Розчин гідроксиду натрію 0,1 N

Метилоранж 0,1%

250 мл пластикові пляшки (поліетилен)

Калібровані цілі піпетки

Проведення визначення:

Якщо формувальний пісок все ще містить більші сукупності зв'язаного формувального піску, ці сукупності роздробили, наприклад, за допомогою молотка і формувальний пісок просіяли через сито, що має меш шириною 1 мм.

50 мл дистильованої води і 50 мл 0,1 N соляної кислоти накапали з піпетки у пластикову пляшку. Потім 50,0 г досліджуваного формувального піску потім додали до пляшки, застосовуючи воронку, і пляшку закрили. У перші 5 хвилин пляшку енергійно перемішували кожну хвилину протягом 5 хвилин, потім кожні 30 хвилин протягом 5 хвилин за один раз. Після кожного перемішування, пісок залишили осідати протягом декількох секунд і пісок, що прилип до стінки пляшки, промили зверху вниз короткими нахилами. Протягом періодів спокою пляшку залишали стояти при кімнатній температурі. Через 3 години, суміш відфільтрували через проміжний фільтр (Weissband, 12,5 см діаметр). Воронка і стакан, що застосовували для збирання, мають бути сухими. Перші декілька мілілітрів фільтрату відкинули. 50 мл фільтрату накапали з піпетки у 300 мл титрувальну колбу і змішали з 3 краплями метилоранжу як індикатора. Потім суміш титрували з червоного до жовтого 0,1 n розчином гідроксиду натрію.

Розрахунок:

(25,0 мл соляної кислоти 0,1 N – витрачені мл розчин гідроксиду натрію 0,1 N) x 2 = мл витрата кислоти/50 г формувальний пісок

Приклади

1. Отримання і вулканізація сумішей формувального матеріалу, зв'язаного з рідким склом

1.1 Суміш 1 формувального матеріалу

100 частин за вагою кварцового піску H 32 (Quartzwerke GmbH, Frechen) енергійно змішали з 2,0 частинами за вагою комерційно доступного лужного зв'язувача рідкого скла INOTEC® EP 3973 (Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH) і суміш формувального матеріалу вулканізували при температурі 200°C.

1.2 Суміш 2 формувального матеріалу

100 частин за вагою кварцового піску H 32 спочатку енергійно змішали з 0,5 частини за вагою аморфного діоксиду кремнію (Elkem Microsilica 971) і потім змішали з 2,0 частинами за вагою комерційно доступного лужного зв'язувача рідкого скла INOTEC® EP 3973 (Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH) і суміш формувального матеріалу вулканізували при температурі 200°C.

2. Регенерація вулканізованих сумішей формувального матеріалу, зв'язаного з рідким склом

2.1 Механічна регенерація (порівняння, не за винаходом)

15 Вулканізовані суміші формувального матеріалу, отриманого за 1.1 і 1.2, спочатку грубо роздробили і потім механічно регенерували у регенераційній системі з Neuhof Giesserei- und Fördertechnik GmbH, Freudenberg, що діє відповідно принципу зіткнення і забезпечили системою видалення пилу, і отримані фракції пилу видалили.

20 Дані аналізу, кількість AFS, середній розмір гранул і витрата кислоти двох регенератів викладено у таблиці 1. Для порівняння, отримали гранулометричні дані початкового матеріалу форми H32 і витрату кислоти двох вулканізованих сумішей формувального матеріалу перед регенерацією. Витрату кислоти вимірювали для лужності формувального піску.

Таблиця 1

	H32	Суміш 1 формувального матеріалу	Суміш 2 формувального матеріалу	Механічний регенерат 1 (a)	Механічний регенерат 2 (b)
Номер AFS	45	--	--	44	45
Середній розмір гранули (мм)	0,32	--	--	0,34	0,32
Витрата кислоти (мл/50 мг формувального матеріалу)	--	43,7	41,0	38,7	32,9

25 (a) Починаючи з суміші 1 формувального матеріалу

(b) Починаючи з суміші 2 формувального матеріалу

2.2 Термальна регенерація

Приблизно 6 кг кожного з механічних регенератів 1 і 2 піддали дії температур 350°C або 900°C у муфельній печі від Nabertherm GmbH, Lilienthal.

30 Вулканізовані суміші 1 і 2 формувального матеріалу термально обробили тим самим способом при 900°C після грубого дроблення без попередньої механічної регенерації.

Після охолодження, піски застосовували без просіювання протягом додаткових досліджень. Тому номер AFS і середній розмір гранул не визначали.

Витрату кислоти термальних регенератів визначали аналітично (див. Таблицю 2).

35

Таблиця 2

Термальний регенерат	Початковий матеріал	Час обробки (год)	Температура обробки (°C)	Витрата кислоти (мл/50 г)
1	Механічний регенерат 1	3	900	2,8
2	Механічний регенерат 1	3	350	18,2
3	Механічний регенерат 1	6	350	9,9
4	Вулканізована суміш формувального матеріалу* ¹	3	900	4,3
5	Механічний регенерат 2	3	900	2,0
6	Механічний регенерат 2	3	350	14,4
7	Механічний регенерат 2	6	350	7,8
8	Вулканізована суміш формувального матеріалу* ²	3	900	3,7

* Зразки роздробили, але не регенерували механічно.

5 3. Утворення ядра, застосовуючи регенеровані формувальні піски

3.1 Механічно регенеровані формувальні піски (порівняння)

Так названі “Georg Fischer” зразки для дослідів отримали для дослідження механічно регенерованих формувальних пісків. “Georg Fischer” зразки для дослідів розуміють як прямокутні зразки для дослідів, що мають розміри 150 мм x 22,26 мм x 22,36 мм.

10 Композиція сумішей формувального матеріалу дана у таблиці 3.

Наступна процедура слідувала для отримання зразків “Georg Fischer” для дослідів:

Компоненти, що визначені у таблиці 3, змішали у лабораторному лопаточному змішувачі (Vogel & Schemmann AG, Hagen). Для цього спочатку ввели регенерат. Потім, якщо встановлено, аморфний діоксид кремнію (Elkem Mikrosilica 971) додавали при змішуванні, і після змішування приблизно протягом хвилини, нарешті додали комерційно доступний зв'язувач рідкого скла INOTEC® EP 3973 (Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH). Суміш потім перемішували ще хвилину.

15 Наново отримані суміші формувального матеріалу перенесли до бункера для зберігання у Н 2.5 теплоізолювану камеру піскомітної стрижневої машини від Röperwerk – Giessereimaschinen GmbH, Viersen, прилад для формування нагрівали до 200°C.

20 Суміші формувального матеріалу ввели у прилад для формовання за допомогою стиснутого повітря (5 бар) і залишили у приладі для формовання на додаткові 35 сек. Щоб прискорити вулканізацію сумішей, гаряче повітря (2 бар, 120°C на вході до приладу) пропускали через прилад протягом останніх 20 секунд; Прилад для формовання відкрили і видалили зразки для дослідів.

25 Для дослідження часу обробки сумішей формувального матеріалу, процес повторили через три години після отримання суміші, суміш формувального матеріалу тримали у закритій ємності протягом часу витримки для попередження висихання суміші і від входу CO₂.

30 Для визначення міцностей на вигин, зразки для дослідів вставили у контрольний прилад міцності “Georg Fischer”, що відповідав приладу триточкового вигину (DISA Industrie AG, Schaffhausen, CH) і силу, що отримана у порушенні зразку для дослідів, вимірювали.

Міцності на вигині виміряли згідно з наступною системою:

- 10 секунд після видалення (міцності у нагрітому стані)
- прибл. 1 година після видалення (міцності на холоді)

35 Виміряні міцності підбили у таблиці 4.

Таблиця 3

Композиція сумішей формувального матеріалу (порівняльні приклади)

	Пісок	Аморфний діоксид кремнію (а)	Зв'язуючий агент (b)
Приклад 1	100 частин за вагою H32 (c)	--	2,0 частини за вагою
Приклад 2	100 частин за вагою H32 (c)	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 3	100 частин за вагою механічний регенерат 1	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 4	100 частин за вагою механічний регенерат 2	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою

(a) Elkem Microsilica 971

(b) INOTEC® EP 3973 (Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH)

(c) Quartzwerke GmbH, Frechen

- 5 Вагу зразків для дослідів визначали як додатковий критерій дослідження. Це також представлено у таблиці 4.

Таблиця 4

Міцності (N/cm²) і ваги ядра (г) (Порівняльний приклад)

	Міцність у нагрітому стані (свіжа суміш)	Міцність на холоді (свіжа суміш)	Вага ядра (свіжа суміш)	Міцність у нагрітому стані (3 год. старої суміші)	Міцність на холоді (3 год. старої суміші)	Вага ядра (3 год. старої суміші)
Приклад 1	60	350	127,0	50	300	126,2
Приклад 2	155	440	127,6	140	420	126,9
Приклад 3	125	420	120,3	40	200	117,2
Приклад 4	120	410	117,9	(n)	(n)	(n)

(n): не може бути більше викинуто

- 10 У механічно регенованому формувальному піску, застосовуваному у прикладі 3, який отримали з формувального піску, який зробили твердим за допомогою рідкого скла, що не містить жодного твердого аморфного діоксиду кремнію (механічний регенерат 1), 3 год. стара суміш все ще може бути викинуто. Однак, отримали зразки для дослідів, що проявляли меншу міцність у порівнянні з прикладом 1 і 2.

- 15 Якщо механічно регенований формувальний пісок містить зв'язуючий агент, що містить аморфний оксид кремнію (Приклад 4), 3 год. стару суміш вулканізували і вона не може більше бути викинуто. Це показує, що застосовувані формувальні піски, що містять рідке скло як зв'язуючий агент, змішаний з твердим оксидом металу, не придатні для механічної регенерації.

3.2 Термально регенований формувальний пісок

- 20 Для дослідження термально регенованих формувальних пісків, спосіб був подібний що і для механічно регенованих формувальних пісків.

Композиція сумішей формувального матеріалу представлена у таблиці 5, міцності і ваги ядра викладено у таблиці 6.

Таблиця 5

Композиція сумішей формувального матеріалу (згідно з винаходом)

	Пісок	Аморфний діоксид кремнію ^(a)	Зв'язуючий агент ^(b)
Приклад 5	100 частин за вагою термального регенерату 1	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 6	100 частин за вагою термального регенерату 2	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 7	100 частин за вагою термального регенерату 3	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 8	100 частин за вагою термального регенерату 4	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 9	100 частин за вагою термального регенерату 5	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 10	100 частин за вагою термального регенерату 6	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 11	100 частин за вагою термального регенерату 7	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою
Приклад 12	100 частин за вагою термального регенерату 8	0,5 частин за вагою	2,0 частини за вагою

(a) Elkem Microsilica 971

(b) INOTEC® EP 3973 (Ashland-Südchemie-Kernfest GmbH)

5

Таблиця 6

Міцності (N/cm²) і ваги ядра (г)

	Міцність у нагрітому стані (свіжа суміш)	Міцність на холоді (свіжа суміш)	Вага ядра (свіжа суміш)	Міцність у нагрітому стані (3 год. старої суміші)	Міцність на холоді (3 год. старої суміші)	Вага ядра (3 год. старої суміші)
Приклад 5	145	450	124,4	135	410	123,6
Приклад 6	135	425	123,3	125	385	121,9
Приклад 7	140	435	123,4	125	390	122,2
Приклад 8	130	415	123,1	130	400	122,4
Приклад 9	150	445	123,1	135	405	122,7
Приклад 10	140	420	122,9	130	395	122,3
Приклад 11	140	430	123,1	125	405	122,6
Приклад 12	135	425	123,2	130	390	122,5

Термальні регенерати, що виникли з суміші 1 формувального матеріалу, застосовували у прикладах 5 - 8. Дана суміш формувального матеріалу застосовувала рідке скло як зв'язуючий агент, що зовсім не містив аморфного діоксиду кремнію. Формування все ще може бути дуже добре виконано через 3 години. Зразки для дослідів показали дуже хорошу міцність.

Того ж результату досягли термальними регенератами 5 - 8, як показано у прикладах 9 - 12. Регенерати, що застосовували у даному прикладі, виникають з суміші 2 формувального матеріалу, що містить рідке скло як зв'язуючий агент, змішаний з аморфним діоксидом кремнію.

10

Навіть після часу стояння 3 години, суміш формувального матеріалу може бути дуже добре викинута. Отримані зразки для дослідів показали дуже хорошу міцність.

Результат:

Порівняння таблиць 1 і 2:

- 5 Можна побачити, що витрата кислоти формувальних матеріалів знижена значно більш суттєво поставленням тепла, ніж механічною регенерацією. Визначення витрати кислоти в той самий час є прости способом слідувати за прогресом термальної регенерації.

Порівняння таблиць 4 і 6:

- 10 Можна відмітити, що придатність до обробки сумішей формувального матеріалу при застосуванні термально регенованих формувальних пісків значно довша, ніж при застосуванні механічно регенованих формувальних пісків, і це незалежно від того чи була термічна обробка передумовлена механічною регенерацією або ні.

- 15 Також можна побачити, що вага зразків для дослідів, отриманих, застосовуючи термально регеновані формувальні піски, вище, ніж тих зразків для дослідів, які отримали, застосовуючи механічно регеновані формувальні піски, тобто, сипкість сумішей формувального матеріалу підвищилась через термальну регенерацію.

ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

- 20 1. Спосіб регенерації застосовуваного формувального піску з рідким склом, що прилипло до нього, що включає етапи, на яких:
- забезпечують застосовуваний формувальний пісок, змішаний зі зв'язуючим агентом на основі рідкого скла, до якого додають тверді частинки оксиду металу; і
 - піддають застосовуваний формувальний пісок термічній обробці, де застосовуваний
- 25 формувальний пісок нагрівають до температури щонайменше 200 °C, тим самим отримують регенований формувальний пісок, де тверді частинки оксиду металу вибрані з групи, що включає діоксид кремнію, оксид алюмінію, оксид титану, оксид цинку та їх суміші.
- 30 2. Спосіб за п. 1, де термічну обробку проводять доки витрата кислоти формувального піску, виміряна витратою 0,1 N HCl у кількості 50 г формувального піску, знизиться щонайменше до 10 %.
3. Спосіб за п. 1 або 2, де застосовуваний формувальний пісок знаходиться у вигляді форми для лиття.
- 35 4. Спосіб за п. 3, де застосовувана форма для лиття включає відливку.
5. Спосіб за п. 4, де форма для лиття відділена від відливка перед термічною обробкою.
6. Спосіб за будь-якими з пп. 3-5, де форму для лиття розбили щонайменше на великі частки перед термічною обробкою.
7. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, де перед або після термічної обробки проводять механічну обробку формувального піску для руйнування зернистої структури.
- 40 8. Спосіб за будь-якими з пп. 3-7, де форму для лиття переносять до пічки для термічної обробки.
9. Спосіб за будь-яким одним з попередніх пунктів, де застосовуваний формувальний пісок струшують протягом термічної обробки.
10. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, де термічну обробку проводять при подачі повітря.
- 45 11. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, де проводять суху регенерацію.
12. Спосіб за будь-яким з попередніх пунктів, де застосовуваний формувальний пісок отримують із застосовуваної форми для лиття на етапах, де:
- забезпечують формувальну суміш матеріалу, який включає щонайменше один формувальний пісок і щонайменше один зв'язуючий агент, що містить рідке скло, а також тверді частини оксиду
- 50 металу,
- обробляють формувальну суміш матеріалу у нову форму для лиття і вулканізують, і
 - проводять лиття металу з новою формою для лиття, так що отримують застосовувану форму для лиття з відливком,
- де тверді частинки оксиду металу вибрані з групи, що включає діоксид кремнію, оксид алюмінію, оксид титану, оксид цинку та їх суміші.
- 55 13. Спосіб за п. 12, де рідке скло має модулі $\text{SiO}_2/\text{M}_2\text{O}$ у діапазоні 1,6-4,0, зокрема 2,0-3,5, де M означає іони натрію і/або іони калію.
14. Спосіб за п. 12 або 13, де рідке скло має вміст твердих речовин SiO_2 і M_2O у діапазоні 30-60 мас. %.
- 60 15. Спосіб за будь-яким з пп. 12-14, де діоксид кремнію є аморфним діоксидом кремнію.

16. Спосіб за пп. 1 або 12, де тверді частини оксиду кремнію вибирають з групи осадженої кремнієвої кислоти і пірогенної кремнієвої кислоти.
17. Спосіб за будь-якими з пп. 12-16, де органічну добавку додають до суміші формувального матеріалу.
- 5 18. Спосіб за п. 17, де органічною добавкою є вуглеводень.
19. Спосіб за будь-якими з пп. 12-18, де фосфоровмісну добавку додають до суміші формувального матеріалу.
20. Спосіб за будь-яким з пп. 12-19, де щонайменше деяку кількість формувального піску утворюють з регенованого формувального піску.
- 10 21. Регенований формувальний пісок, отриманий способом за будь-яким з пп. 1-20.

Комп'ютерна верстка Д. Шеверун

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601