

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2005.12.02	(73) Titular(es): ASHLAND-SÜDCHEMIE-KERNFEST GMBH DIESELSTRASSE 35-41 42489 WÜLFRAH DE
(30) Prioridade(s): 2004.12.16 DE 102004060649	(72) Inventor(es): REINHARD STÖTZEL DE HERBERT PITAMITZ DE GERNOT LEDERER DE
(43) Data de publicação do pedido: 2007.10.10	
(45) Data e BPI da concessão: 2009.03.24 113/2009	(74) Mandatário: LUÍS MANUEL DE ALMADA DA SILVA CARVALHO RUA VÍCTOR CORDON, 14 1249-103 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **MATERIAL DE COBERTURA, MUITO BOM ISOLANTE E À PROVA DE FOGO, DESTINADO A MOLDES DE FUNDIÇÃO**

(57) Resumo:

RESUMO**"MATERIAL DE COBERTURA, MUITO BOM ISOLANTE E À PROVA DE
FOGO, DESTINADO A MOLDES DE FUNDIÇÃO"**

A presente invenção diz respeito a uma composição de revestimento, a qual é constituída por um elemento solvente e um elemento sólido. O elemento solvente consiste em água ou em um ou mais álcoois, como elemento principal; o elemento sólido apresenta, como componentes principais, uma mistura de metacaulinite e pirofilite. Esta composição de revestimento pode ser aplicada sobre moldes de fundição. A invenção também diz respeito aos próprios moldes de fundição, integrando a composição de revestimento, e à sua utilização, em particular na fundição por centrifugação e na fundição em grande escala.

DESCRIÇÃO

"MATERIAL DE COBERTURA, MUITO BOM ISOLANTE E À PROVA DE FOGO, DESTINADO A MOLDES DE FUNDIÇÃO"

A presente invenção diz respeito a materiais de revestimento ou composições de revestimento - constituídos por um elemento solvente e num elemento sólido, onde nos elementos sólidos se incluem a metacaulinite e a pirofilite - os quais podem servir para revestir moldes, sendo estas composições de revestimento destinadas a moldes de fundição, para utilização dos mesmos especialmente no processo de fundição por centrifugação e no processo de fundição semi-contínua em grande escala.

Através da fundição, os materiais fundidos em estado líquido são convertidos em objectos, com determinadas formas geométricas e com certas propriedades, para formar uma peça de fundição. A maioria dos produtos de ferro e de aço, bem como os produtos de fundição de metais não ferrosos da indústria, recorrem ao processo de fundição para obter a primeira moldagem. Um dos pré-requisitos para a produção de peças fundidas é, entre outros, a fabricação de moldes muito complicados para receber o material fundido. Os moldes serão divididos em: (i) formas perdidas, que geralmente consistem num material de base mineral, à prova de fogo, granulado, com um aglutinante, bem como,

muitas vezes, vários outros aditivos, por exemplo para obter uma boa superfície de fusão, e que são construídas e destruídas após cada fusão; e (ii) formas permanentes, com as quais pode ser produzido um grande número de peças. Para as formas perdidas são utilizadas, como substâncias de base refractárias, os granulados - principalmente os que são lavados - classificados em areias de quartzo e, em alguns casos, areias de cromite, de zircónio ou de olivina. Além disso, em fundição são utilizados outros materiais à base de chamota, bem como de magnesite, silimanite, corindo, etc. O aglutinante para as areias de fundição pode ser de natureza orgânica ou inorgânica. As formas perdidas são feitas principalmente com materiais de fundição ligados por bentonite para pequenos moldes, ou materiais de fundição ligados por resinas sintéticas para os moldes de maiores dimensões, os quais têm de possuir uma suficiente estabilidade mecânica de compactação para a extracção. Como materiais constitutivos das formas permanente foram testados aços com ou sem liga, em domínios de aplicação para além do ferro fundido, mas também cobre, alumínio, grafite, carboneto metálico e materiais cerâmicos. Entre os sistemas de formas permanentes, refiram-se os processos de fundição por gravidade, fundição sob pressão, fundição por centrifugação e os processos de fundição por centrifugação contínuos.

Um processo para a fabricação de moldes e núcleos de areia ligada por resina sintética inclui a criação de uma forma primária, respectivamente um núcleo primário, em

areia de fundição, e o seu revestimento com um elemento inorgânico à prova de fogo que constitui a cobertura do molde, a qual também é designada por camada, pelo menos sobre aquelas superfícies das formas primárias - ou dos núcleos primários - que entram em contacto com o metal fundido. As coberturas do molde têm, entre outras, as finalidades de exercer a sua acção sobre a superfície de fundição no sentido de melhorar o aspecto da peça, exercer uma acção metalúrgica sobre a peça de fundição para o processo de fundição por centrifugação, e/ou evitar falhas na fundição. Além disso, estas coberturas ou capas têm a função de isolar quimicamente o molde em relação ao metal líquido durante a fundição, vencendo assim a força de adesão e tornando possível a subsequente separação da peça fundida relativamente ao molde. Além disso, a cobertura garante uma separação térmica da peça fundida relativamente ao molde. Quando esta função não for cumprida, poderá acontecer que um molde de metal seja prematuramente destruído, no decurso dos sucessivos processos de fundição, tão elevado será o stress térmico a que fica submetido. A transferência de calor pode ser selectivamente utilizada para promover o arrefecimento da peça fundida. Para a produção de peças metálicas, tais como as de ferro fundido, ir-se-ão utilizar, entre outros, os processos de fundição por centrifugação e os processos de fundição em grande escala. Durante os processos de fundição em grande escala, são exercidas enormes pressões metaloestáticas sobre o molde e o sobre o núcleo, os quais ficam igualmente expostos a cargas térmicas durante um muito longo intervalo

de tempo. Nestas circunstâncias, a cobertura procura evitar que este procedimento em particular constitua uma função de protecção muito exposta, impedindo a penetração do metal na areia de formação (penetração), a fissura dos núcleos (nervura foliar), ou a reacção com a areia (mineralização). Quando são realizados processos de fundição por centrifugação, o metal fundido vai preencher um molde em forma de tubo ou de anel, rodando em torno do seu eixo, no qual são formados, sob a influência da força de centrifugação, por exemplo buchas, anéis e tubos. É imperativo que a peça de fundição fique completamente solidificada antes da remoção, pelo que é necessário um tempo relativamente longo de contacto entre a peça fundida e o molde. Neste caso, o molde é coberto com uma cobertura de isolamento, sob a forma de uma única camada ou de múltiplas camadas.

Os revestimentos normalmente utilizados contêm, como substância de base, por exemplo argilas, quartzo, diatomite ("kieselgur"), cristobalite, tridimite, silicato de alumínio, silicato de zircónio, mica, chamota, e também coque e grafite. Estas substâncias de base desempenham um papel principal no revestimento, formando a superfície de fundição e fechando os poros contra a intrusão de metais de fundição. Devido à sua grande capacidade de isolamento, são muitas vezes preferidos os produtos de dióxidos de silício e diatomite, uma vez que o seu baixo custo e a sua disponibilidade os tornam mais atractivos.

Actualmente, existem 3 diferentes procedimentos para produzir tubos de fundição por centrifugação. Um destes procedimentos utiliza um pó de revestimento baseado em substâncias inoculantes e grafite, às vezes com uma certa porção de alumínio. Este revestimento é produzido com a ajuda de um tubo rotativo cortado e cheio com pó de revestimento, através da projecção sobre o molde em rotação. Um outro procedimento usa um revestimento acabado, feito a partir de uma base aquosa com materiais à prova de fogo de silicato de zircónio, silicato de alumínio e/ou outros óxidos de alumínio. Este revestimento é pulverizado a partir de um recipiente pressurizado com uma lança de pulverização, apresentando um bico ou injector de pulverização, através de uma ou mais passagens, projectando-se sobre o molde rotativo quente. Ainda um outro procedimento utiliza um conjunto de revestimentos aquosos como meios de suporte, consistindo em diatomite calcinada (como por exemplo os produtos com as marcas comerciais Celite, Dicalite) com bentonite e água.

Os revestimentos para a fundição por centrifugação que são hoje em dia mais utilizadas são baseados em diatomite. O movimento rotativo do molde durante o processo de fundição por centrifugação e o tratamento posterior das peças fundidas levam contudo a que uma porção do revestimento seja muitas vezes suficiente para obter a superfície. Os pós de moldagem provenientes da diatomite, das terras de diatomite e de outros produtos que surgem quando se queima a diatomite - tais como, por

exemplo, os pós inaláveis contendo cristobalite - são entretanto considerados como provocadores da silicose e, também como substâncias cancerígenas. Isto cria um elevado potencial de risco para os trabalhadores no respectivo local de trabalho. É portanto sentida uma grande necessidade para a existência de materiais de revestimento que sejam simultaneamente bons isolantes e à prova de fogo, destinados à cobertura de moldes.

O documento EP-B-0 806 258 faz a divulgação de um procedimento para produzir um revestimento isolante destinado a moldes de fundição de metais ferrosos, em que sobre a área superficial do molde é aplicada pelo menos uma cobertura primária, sendo aplicada uma cobertura de topo sobre a cobertura primária, em que a cobertura de topo contém metacaulinite e é completa ou parcialmente renovada em cada processo de fundição. O simples facto de se usar metacaulinite, durante o processo de fundição por centrifugação, leva a que as extremidades dos tubos e os próprios tubos não se deixem puxar de uma forma satisfatória.

O documento FR-A-2 829 048 faz a divulgação de uma composição de revestimento compreendendo água, metacaulinite, bentonite de sódio ou de cálcio activados, ácido gordo de cobre neutralizado, um álcool gordo etoxilado e nonilfenol etoxilado. Puxar o tubo para fora do molde, com uma composição destas, é frequentemente considerado como sendo muito difícil.

Constitui portanto um dos objectivos subjacente à presente invenção proporcionar uma composição de revestimento, a qual não contenha essencialmente nenhuma diatomite mas com a qual se consigam obter bons resultados, especialmente em processos de fundição por centrifugação e em processos de fundição em grande escala.

Uma vertente da presente invenção diz respeito a composições de revestimento (revestimento em massa) para moldes, incluindo um elemento solvente e um elemento sólido, em que o elemento sólido apresenta como elemento principal uma mistura de metacaulinite e pirofilite. Preferencialmente, esta composição de revestimento irá apresentar uma percentagem de diatomite inferior a 5% (em peso), com maior preferência inferior a 3% (em peso), e ainda com maior grau de preferência inferior a 1% (em peso) - percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição de revestimento - e, em particular, não irá de preferência apresentar qualquer percentagem de diatomite. Numa outra configuração preferida, o elemento sólido da composição de revestimento da invenção irá incluir uma mistura de metacaulinite e pirofilite numa proporção que vai de 1:3 até 20:1, preferencialmente de 1:1 até 14:1, mais preferencialmente de 1:1 até 10:1, com maior grau de preferência de 2:1 até 6:1, e, com o grau de preferência máximo, numa proporção que vai de 2:1 até 5:1.

Numa outra configuração preferida da invenção para a composição de revestimento, nela também se inclui

pelo menos um elemento adicional, o qual é seleccionado entre a bentonite e a hectorite. Sempre que necessário, o revestimento em conformidade com a invenção poderá igualmente incluir soluções aglutinantes, agentes de humedecimento, agentes anti-espuma, pigmentos, corantes e biocidas.

Uma outra vertente da presente invenção diz respeito aos moldes, onde se inclui uma cobertura de topo cobrindo pelo menos uma parte da área superficial do molde - a que entra em contacto com o metal de fundição - e que foi produzida através da aplicação e secagem de uma composição de revestimento em conformidade com a invenção. De acordo com uma outra configuração para um molde, a cobertura de topo, em conformidade com a invenção, é aplicada sobre uma cobertura primária e eventualmente sobre outras partes da área superficial do molde que não tenham sido cobertas pela cobertura primária, em que, de acordo com uma configuração preferida, a cobertura primária também terá sido fabricada a partir de uma composição de revestimento em conformidade com a invenção.

Uma outra vertente da presente invenção diz respeito a processos de fundição por centrifugação e processos de fundição em grande escala, onde sejam utilizados moldes que apresentem pelo menos uma cobertura de topo que tenha sido obtida a partir de uma composição de revestimento em conformidade com a invenção.

Ainda uma outra vertente da presente invenção diz respeito a um procedimento para produzir um molde. Numa determinada forma de execução destinada à produção de uma cobertura de topo, é aplicada e deixada secar - uma ou várias vezes - uma camada de composição de revestimento, feita em conformidade com a invenção, sobre pelo menos uma parte da área superficial, ou sobre toda a área superficial do molde de fundição, que entra em contacto com o metal de fundição. Segundo uma outra forma de execução, é aplicada pelo menos uma primeira camada de cobertura primária sobre a área superficial do molde de fundição, ou sobre partes dessa área superficial, e é depois aplicada sobre esta cobertura primária e deixada secar uma composição de revestimento destinada à fabricação da cobertura de topo e, quando aplicável, sobre outras partes da área superficial do molde de fundição. Segundo uma outra forma de execução, para a produção da cobertura primária é igualmente utilizada uma composição de revestimento, em conformidade com a invenção, em que a constituição da composição de revestimento para a fabricação da cobertura primária poderá ser igual ou diferente, relativamente à composição de revestimento para a fabricação da cobertura de topo. Muitas vezes são utilizados revestimentos contendo silicato de zircónio para a cobertura primária, os quais, sempre que necessário e através de uma mais profunda penetração no substrato, constroem uma protecção adicional para o molde.

Nas configurações preferidas, os moldes em conformidade com a invenção são utilizados para a produção

de tubos, camisas de cilindros, motores e componentes de motores, apoios de máquinas e de turbinas.

A presente invenção baseia-se na surpreendente descoberta de que as composições de revestimento em conformidade com a invenção - que compreendem um elemento sólido integrando como componente principal uma mistura de pirofilite e metacaulinite - conduzem a resultados do mesmo nível e até melhores, para as composições de revestimento, comparativamente com as composições que apresentam como elemento sólido um componente principal contendo diatomite. As vantagens do revestimento em conformidade com a invenção, em comparação com os revestimentos de fundição contendo diatomite, residem em particular nas questões relativas à saúde, segurança e rotulagem. O elevado risco potencial, que foi descrito relativamente à diatomite, é desconhecido no que se refere à metacaulinite e pirofilite. Deve-se referir que as substâncias que contêm diatomite devem ser identificadas como podendo ser perigosas para a saúde, e que a diatomite que seja por exemplo escovada ou emitida a partir de peças de fundição, só poderá de futuro ser eliminada sob a forma de resíduo tóxico. A mistura de acordo com invenção tem como vantagem adicional o facto de, graças à sua composição química, ser inerte e à prova de fogo. Na fundição em grande escala, uma mistura de metacaulinite/pirofilite é projectada contra um revestimento de zircónio, sendo também limpo o revestimento de pirofilite através da reactividade da metacaulinite com a pirofilite e graças à resistência ao fogo e à fina

granulometria (impregnação dos vazios na areia) da metacaulinite, obtendo-se excelentes características. Em particular, a elevada capacidade de isolamento da mistura de metacaulinite/pirofilite proporciona resultados de muito boa protecção contra a chamada nervura foliar, a qual é muitas vezes observada na areia de quartzo aquando da expansão térmica das areias de quartzo (efeito de dilatação do quartzo) e da resistência térmica inadequada, particularmente em núcleos de poliuretano frio.

A caulinite é um mineral triclínico de argila com duas camadas, e constitui o principal elemento do caulino. A desidratação da caulinite conduz à metacaulinite, em função do tamanho de partícula, grau de ordenamento, duração do aquecimento, e da pressão parcial do vapor de água. A caulinite cinde-se a cerca de 450 °C, separando-se a água relativamente aos seus grupos hidroxilos. O termo "metacaulinite", consoante é utilizado na presente invenção, diz respeito a um material como aquele que é obtido a partir do caulino natural de onde foram removidas praticamente todas as impurezas, em conformidade com uma forma de execução preferida, e que foi depois aquecido até uma temperatura na faixa dos 750 °C a 950 °C para remover quase integralmente a água da sua constituição, e de preferência para a remover completamente. Existem adequados materiais de metacaulinite disponíveis no mercado, por exemplo sob a designação comercial Satintone da empresa Engelhard Cooperation, Iseli, E.U.A.

De preferência, na presente invenção será utilizada metacaulinite com uma área superficial específica feita de BET com pelo menos $10\text{m}^2/\text{g}$, mais preferencialmente com pelo menos $25\text{m}^2/\text{g}$, medida segundo a norma DIN 66131. A metacaulinite deverá apresentar uma perda de peso por aquecimento inferior a 3% (em peso), de preferência menor do que 1% (em peso), medida de acordo com a norma DIN 38414. Os materiais de metacaulinite seleccionados apresentam uma massa volúmica não compactada de 100g/l a 300g/l , de preferência entre 150g/l e 200g/l , medida de acordo com a norma DIN 53194. Numa outra configuração preferida, a metacaulinite apresenta uma elevada área superficial específica, expressa em termos de absorção de óleo e situada entre 50% e 120%, de preferência entre 85% e 120%, medida segundo a norma DIN 53109. O pó de metacaulinite irá preferencialmente apresentar uma granulometria de $0,05\mu\text{m}$ a $20\mu\text{m}$, de preferência situada entre $0,1\mu\text{m}$ e $10\mu\text{m}$, e tendo de preferência uma granulometria média na faixa de $1\mu\text{m}$ a $5\mu\text{m}$.

Na descrição que se vai seguir, o termo "pirofilite", que na presente invenção é utilizado na mistura com a metacaulinite, diz respeito a um material, obtido a partir de minérios naturais contendo pirofilite e provenientes de diferentes zonas mineiras. O material de pirofilite utilizado terá um teor de pirofilite de pelo menos 40%, de preferência com pelo menos 50%, e com maior grau de preferência com pelo menos 60%. Poderão também ser utilizados "Roseki", Agalmatolite e um minério designado

por "wonderstone", por possuírem mais de 90% de pirofilite. Muitos dos materiais de pirofilite comercialmente disponíveis poderão ser utilizados na presente invenção. Os materiais de pirofilite utilizados poderão, se desejável, ser antecipadamente limpos pelos procedimentos normais de limpeza, para remoção de minerais concomitantes e de impurezas. Preferencialmente, o material de pirofilite em bruto deverá ser preparado antes da utilização. Um tratamento preferido consiste na moagem das matérias-primas, em moinhos especiais, com o intuito de estruturar a pirofilite sob a forma de uma lamela. Outro processo de preparação consiste em "desbastar" lamelas de pirofilite a partir de material de pirofilite em bruto. Por intermédio dos habituais procedimentos de separação - tais como a passagem ao crivo, a separação por ar, etc. - podem os materiais reciclados de pirofilite ser escolhidos, sempre que necessário. Também poderão, sempre que tal se justifique, ser removidos os indesejáveis minerais que os acompanham. As lamelas de pirofilite tratada deverão apresentar, de preferência, um apropriado comprimento microscópico de 10 μm a 100 μm e uma espessura de 1 μm a 10 μm . A título de exemplo, uma forma de pirofilite utilizável na invenção é o Pyrax da série RG - por exemplo, Pyrax RG 140 e Pyrax RG 200 - fabricado pela empresa R.T. Vanderbilt Company Inc., de Norwalk, E.U.A., que se encontra comercialmente disponível. Uma forma de pirofilite particularmente preferida apresenta uma dureza entre 1 e 2 na escala de Mohs, uma massa volúmica situada entre 2,8 g/cm³ e 2,9 g/cm³, e um PCE (ASTM C-24) que vai de 27 a

28. No caso da utilização de agregados grosseiros, poderão as porções sob a forma de componentes menores de pirofilite tornarem-se muito pequenas, o que conduzirá a efeitos indesejáveis. Por exemplo, através desta acção, poderão ficar minimizadas as porções sob a forma de componentes menores, tais como o quartzo e a mica, levando a uma menor resistência ao fogo por parte dos materiais.

Numa preferida forma de execução a ser utilizada, a pirofilite apresenta um formato (proporção entre o comprimento e a espessura) de pelo menos 5 e de preferência situado entre 10 e 30. De preferência, será utilizada uma pirofilite não compactada com uma massa volúmica de 300 g/l a 600 g/l - situada preferencialmente entre 300 g/l e 400 g/l - medida de acordo com a norma DIN 53194. O material de pirofilite preferido terá uma massa volúmica compactada de 800 kg/m³ a 1800 kg/m³, e que se irá situar de preferência entre 900 kg/m³ e 1550 kg/m³ (DIN 55943). O material de pirofilite preferido irá apresentar uma granulometria de 5 µm a 600 µm, situada preferencialmente entre 10 µm e 300 µm, e com um maior grau de preferência entre 10 µm e 200 µm. Além disso, o material de pirofilite preferido deverá apresentar uma retracção que, no máximo, não ultrapasse 2%, situando-se de preferência abaixo de 1%. Na presente invenção, é utilizada pirofilite sob a forma hidratada, ou seja, a água que a hidrata e que nela existe naturalmente não será removida antes da utilização, por aquecimento ou recozimento, dos materiais de pirofilite. Contudo, também será possível a utilização de materiais de

pirofilite que já estiverem parcial ou totalmente desidratados, antes de serem usados.

A composição de revestimento da presente invenção inclui um elemento sólido cujo principal componente consiste numa mistura de metacaulinite com pirofilite. Nesta mistura existem metacaulinite e pirofilite, numa proporção que vai de 1:3 até 20:1, preferencialmente de 1:1 até 14:1, mais preferencialmente de 1:1 até 10:1, com maior grau de preferência de 2:1 até 6:1 e, com o grau de preferência máximo, numa proporção que vai de 2:1 até 5:1. Preferencialmente, esta composição de revestimento irá apresentar uma percentagem de diatomite inferior a 5% (em peso), com maior preferência inferior a 3% (em peso), e ainda com maior grau de preferência inferior a 1% (em peso) - percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição de revestimento - e, em particular, não irá de preferência apresentar qualquer percentagem de diatomite.

Numa configuração preferida da composição de revestimento, em conformidade com a invenção, o elemento sólido inclui ainda bentonite, hectorite, ou uma mistura destes produtos. A presença de bentonite, hectorite ou de uma mistura destes produtos situa-se normalmente entre 0,1% e 10% (em peso), preferencialmente de 0,1% a 5% (em peso), e com maior grau de preferência de 0,5% a 3% (em peso), percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição.

A composição de revestimento, em conformidade com a presente invenção, também pode conter adicionalmente, se for caso disso, outros silicatos de duas camadas ou silicatos de três camadas vulgarmente utilizados, como por exemplo atapulgita, serpentina, caulino, esmectite, bem como saponite, montemorilonite, beidelite e nontronite, vermiculite, ilite e mica, em quantidades menores, por exemplo de 0,5% a 4,0% (em peso), situando-se de preferência entre 1,0% a 2,0% (em peso).

A composição de revestimento em conformidade com a invenção pode, se for caso disso, conter um ou mais elementos adicionais, como por exemplo soluções aglutinantes, agentes de humedecimento, agentes anti-espuma, pigmentos, corantes e biocidas.

A função de uma solução aglutinante consiste principalmente em permitir uma ligação do material contido na composição de revestimento, onde se incluem a metacaulinite e a pirofilite, após secagem de uma camada sua que tenha sido aplicada sobre um molde de fundição. Preferencialmente, o aglutinante irá endurecer de forma irreversível e, portanto, irá constituir uma cobertura resistente à abrasão aplicada sobre o molde. A resistência à abrasão como acabamento da cobertura é de grande importância porque, se a cobertura manifestar falta de resistência à abrasão, ela poderá vir a ser danificada. Em particular, não deverá o aglutinante dar origem à criação de humidade atmosférica. Em formas preferidas de execução,

o endurecimento do aglutinante será implementado segundo processos já conhecidos. Por exemplo, poderá ser executado um endurecimento utilizando um sistema de acrilato com formadores de radicais, por exemplo formação de radicais sob a irradiação de luz ultra-violeta. De acordo com a invenção, todos os aglutinantes podem ser utilizados, encontrando-se aplicações para os convencionais - em solução aquosa - e/ou para os sistemas de água e álcool. A título de exemplo, podem ser utilizados aglutinante tais como o amido, dextrina, peptídeos, álcool polivinílico, copolímero de acetato polivinílico, ácido poliacrílico, poliestireno, dispersões de acetato polivinílico poliacrilato, e de combinações dos mesmos. Numa configuração preferida da invenção, o aglutinante consiste numa dispersão de uma resina alquídica, que tanto é solúvel em água como em álcoois fracos, como o etanol, propanol e isopropanol. Como exemplos de resinas alquídicas refiram-se as resinas alquídicas inalteradas dispersas em água, baseadas num óleo natural ou em ácidos gordos com poliálcoois, tais como as que se encontram por exemplo descritas no documento US 3 442 835, ou as resinas alquídicas de isocianato modificado, tais como as que se encontram por exemplo descritas no documento US 3 639 315 e que são as preferidas, ou as resinas alquídicas de epóxido-uretano modificado, de acordo com o documento DE 43 08 188. A título de exemplo, podem ser utilizados os produtos da empresa Necowelreihe von ASK GmbH, 40721 Hilden, Alemanha. Outras soluções aglutinantes preferidas são o álcool polivinílico e o copolímero de acetato polivinílico. Os

aglutinantes serão utilizados de preferência, numa quantidade situada entre 0,1% e 5% (em peso) e situando-se de preferência entre 0,5% e 2% (em peso), sendo estas percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição de revestimento.

Como agentes de humedecimento poderão ser utilizadas, de preferência, as substâncias tensioactivas aniónicas e não-aniónicas de média e alta polaridade (valores para o HSB de 7 e mais elevados), já conhecidas pelas pessoas especializadas nesta tecnologia. Um exemplo para um agente de humedecimento, que pode ser utilizado na presente invenção, consiste no sulfosuccinato de dioctilo dissódico. Os agentes de humedecimento serão utilizados, de preferência, numa quantidade situada entre 0,01% e 1% (em peso) e situando-se de preferência entre 0,05% e 0,3% (em peso), sendo estas percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição de revestimento.

Os agentes anti-espuma, ou meios anti-espuma, são utilizados para auxiliar a fabricação da composição de revestimento, em conformidade com a invenção, e na aplicação da mesma de modo a evitar a formação de espuma. A formação de espuma durante a aplicação da composição de revestimento pode levar ao aparecimento de uma espessura irregular e de furos no revestimento. Como agente anti-espuma pode ser utilizado, por exemplo, a silicone ou um óleo mineral. Na presente invenção, são utilizados agentes anti-espuma numa quantidade situada entre 0,01% e 1% (em

peso) e que se irá de preferência situar entre 0,05% e 0,3% (em peso). Na composição de revestimento, em conformidade com a invenção, podem ser normalmente utilizados, quando for caso disso, pigmentos e corantes. Estes serão adicionados, sempre que necessário, por exemplo para se conseguir um certo contraste entre as diferentes camadas, ou para obter um significativo efeito de separação entre a camada e o metal fundido. Como exemplos para pigmentos, refiram-se os que são feitos à base de óxido de ferro vermelho e amarelo tal como a grafite. Como exemplos de corantes, refiram-se as substâncias corantes que se encontram comercialmente disponíveis, como a colecção de cores Luconyl da empresa BASF. Os corantes e pigmentos são geralmente utilizados numa quantidade situada entre 0,01% e 10% (em peso), situando-se de preferência entre 0,1% e 5% (em peso).

As composições de revestimento cujos elementos solventes consistem principalmente em água, designados por revestimentos de água, têm normalmente adicionadas substâncias biocidas para prevenir a infecção bacteriana e consequentemente evitar uma influência negativa sobre a reologia e a capacidade de ligação do meio aglutinador. Como exemplos de biocidas que podem ser utilizados, refiram-se o formaldeído, 2-metilo-4-isotiazolino-3-on (MIT), 5-cloro-2-metil-4-isotiazolino-3-on (CIT) e 1,2-benzoisotiazolino-3-on (BIT). Numa configuração preferida, serão utilizados o MIT, BIT, ou uma combinação destes produtos. Os biocidas são geralmente utilizados numa

quantidade situada entre 0,01% e 0,5% (em peso), ou de 10 ppm a 1000 ppm, situando-se de preferência entre 50 ppm e 500 ppm.

O elemento solvente da composição de revestimento, em conformidade com a invenção, inclui água ou um ou mais álcoois voláteis, preferencialmente alifáticos, ou misturas de álcool - ou de álcoois - com água e, quando apropriado, inclui como outros elementos um ou mais solventes voláteis orgânicos, os quais diferem dos álcoois atrás referidos. As composições de revestimento, cujos solventes consistem principalmente de água, são geralmente designadas por revestimentos de água; as composições de revestimento, cujos solventes consistem principalmente em álcool ou em misturas de álcool são designadas por revestimentos de álcool. Numa determinada configuração da presente invenção, o elemento solvente compreende de 0% a 100% (em peso), de preferência entre 20% e 80% (em peso) e com maior grau de preferência entre 60% e 40% (em peso) de água, e, como outro elemento, de 0% a 100% (em peso), de preferência entre 40% e 60% (em peso) de um ou mais dos álcoois voláteis, sendo estas percentagens estabelecidas em relação a todos os componentes do elemento solvente. A invenção é apropriada para ser utilizada como revestimento somente de água, mas também como revestimento apenas de álcool, e igualmente como revestimento de água/álcool e como revestimento de água que pode ser diluído com álcool. Como exemplos de álcoois preferidos, referem-se os álcoois alifáticos C₁-C₅. Como exemplos de

álcoois alifáticos C₁-C₅ preferidos referem-se o metanol, etanol, n-propanol e isopropanol. Preferencialmente, serão utilizados como álcoois voláteis o etanol, o isopropanol e as respectivas combinações. Além disso, podem ser utilizados, se for caso disso, outros solventes orgânicos voláteis, de preferência em pequenas quantidades. Como exemplos destes, referem-se os ésteres alquil de ácido acético - como o éster etil de ácido acético e o éster butil de ácido acético - e as cetonas, como a acetona e a cetona de metiletil.

Outra forma preferida de execução, em conformidade com a presente invenção, consiste numa composição de revestimento com 10% a 40% (em peso) de metacaulinite, 5% a 20% (em peso) de pirofilite e 10% a 85% (em peso) de água, sendo estas percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição. Uma outra forma preferida de execução da composição de revestimento, em conformidade com a presente invenção, inclui os seguintes elementos: 15% a 40% (em peso) de metacaulinite, 7% a 20% (em peso) de pirofilite, 0,1% a 5% (em peso) de bentonite, hectorite ou de uma combinação destes produtos, 0,1% a 2% (em peso) de aglutinante, 0,01% a 0,5% (em peso) de biocidas e 10% a 78% (em peso) de água. Também é possível produzir composições de revestimento cujo elemento solvente seja inicialmente constituído apenas por água. Por intermédio da sua diluição com um álcool, ou com uma mistura de álcoois, podem estes revestimentos ser transformados em revestimentos de álcool. Preferencialmente

serão aqui utilizados o etanol, propanol, isopropanol e as respectivas combinações.

As composições de revestimento, em conformidade com a invenção, serão produzidas segundo os procedimentos normais. Por exemplo, uma composição de revestimento de acordo com invenção será produzida a partir de uma grande parte da quantidade total do elemento solvente, de preferência a partir da totalidade desse elemento solvente, por exemplo, a totalidade do quantitativo de água atrás mencionado é disponibilizada e são dissolvidos no seu seio os minerais de argila como a bentonite e a hectorite, por intermédio da aplicação de um agitador com elevada capacidade de corte (por exemplo, com uma velocidade de rotação entre 400 rpm e 2000 rpm). Em seguida, são misturados os elementos à prova de fogo - por exemplo, a metacaulinite em primeiro lugar e depois a pirofilite -, os pigmentos e os corantes até se produzir uma mistura homogênea. A ordem segundo a qual a adição é feita não é importante, ou tem apenas uma importância secundária, a qual pode então ser facilmente percebida por uma pessoa especializada nesta tecnologia. Por último, são misturados os agentes de humedecimento, os agentes anti-espuma, os biocidas e as soluções aglutinantes. As composições de revestimento serão preferencialmente produzidas a uma temperatura situada entre 5 °C e 50 °C e com maior grau de preferência entre 10 °C e 30 °C, fazendo rodar os agitadores a uma velocidade preferencialmente situada entre 400 rpm e 2000 rpm e com maior grau de preferência entre 1000 rpm e

1500 rpm, e sendo preferencialmente a cremalheira do agitador fabricada com uma relação de diâmetros $d/D = 0,3$ a $0,7$ e com maior grau de preferência será $d/D = 0,4$ a $0,6$.

Em termos de produção comercial, uma composição de revestimento em conformidade com a invenção pode ser produzida e comercializada sob a forma de uma massa de revestimento formulada e pronta a usar, por exemplo pronta para ser utilizada como um revestimento. Além disso, pode o revestimento em conformidade com a invenção ser produzido e distribuído sob forma concentrada. Nesta última situação, tem de ser adicionado ao material disponibilizado um revestimento já preparado, destinado a proporcionar a quantidade adequada do elemento solvente que é necessária para obter as indispensáveis propriedades de viscosidade e de densidade do revestimento. Além disso, é igualmente concebível fazer a distribuição da composição de revestimento, em conformidade com a invenção, sob a forma de um kit (pacote com diversos elementos, com dois ou mais recipientes para os diferentes elementos) onde, por exemplo, estejam disponíveis, lado a lado, o elemento sólido e o elemento solvente em recipientes separados. O elemento sólido pode ser disponibilizado sob a forma de uma mistura de sólidos pulverizados, num recipiente separado. Se for necessário utilizar outros elementos líquidos - tais como soluções aglutinantes, agentes de humedecimento, agentes anti-espuma, pigmentos, corantes e biocidas -, estes poderão estar disponíveis neste kit, em um ou mais recipientes separados. Os elementos solventes podem incluir

tanto os elementos passíveis de serem usados, por exemplo, num recipiente comum, como aqueles que têm de estar separados dos outros elementos opcionais, num recipiente à parte. Para se produzir um revestimento pronto a ser usado, têm de se misturar quantidades adequadas de elementos sólidos, de outros elementos opcionais e do elemento solvente. Um revestimento, em conformidade com a invenção, quando está pronto para ser comercializado, irá preferencialmente incluir um conteúdo sólido de 20% a 80% (em peso) e de preferência situado entre 30% e 70% (em peso), sendo estas percentagens definidas em relação a todos os elementos do revestimento. Também é possível fornecer uma composição de revestimento, em conformidade com a invenção, cujo elemento solvente consista inicialmente apenas em água. Ao adicionar um álcool ou uma combinação de álcoois voláteis - de preferência etanol, propanol, isopropanol e respectivas misturas -, em quantidades que preferencialmente se situarão entre 40% e 200% (em peso) relativamente ao revestimento de água, poder-se-á obter um revestimento de álcool pronto a ser usado, a partir daquele revestimento de água. O conteúdo sólido de um revestimento de álcool, em conformidade com a invenção, irá preferencialmente totalizar de 20% a 60% (em peso) e com maior grau de preferência de 30% a 40% (em peso).

Dependendo da utilização pretendida para a composição de revestimento - por exemplo, como cobertura primária ou como uma cobertura de topo - e da espessura

desejada para a composição do revestimento, poderão ser definidos ainda outros parâmetros característicos para a composição de revestimento. Nestas circunstâncias, as composições de revestimento, em conformidade com a invenção, que são utilizadas na cobertura de moldes e de núcleos na tecnologia de fundição, e segundo uma forma preferida de execução, apresentam uma viscosidade de 12 s a 25 s e com maior grau de preferência de 14 s a 16 s (determinada segundo a norma DIN 53211; viscosímetro de 4 milímetros, Ford-Cup). Preferencialmente, as densidades seleccionadas para uma composição de revestimento pronta a usar estarão situadas no intervalo de 20 °Bé a 50 °Bé e, com maior grau preferência, de 25 °Bé a 35 °Bé (determinadas pelo procedimento de Baumé, DIN 12791).

A composição de revestimento, em conformidade com a invenção pode ser utilizada para a cobertura de moldes de fundição. Tal como é utilizada neste documento, a expressão "molde de fundição" diz respeito a qualquer tipo de corpos que são necessários para produzir uma peça fundida por centrifugação, tais como núcleos, formas e coquilhas. A utilização das composições de revestimento, em conformidade com a invenção, inclui uma cobertura parcial dos moldes de fundição. Preferencialmente, será revestida a área superficial de um molde de fundição que irá entrar em contacto com o metal de fundição. As composições de revestimento são adequadas para todas as aplicações em que seja necessário uma cobertura do molde de fundição com um revestimento. Como exemplos de moldes de fundição - ou seja

de núcleos e formas utilizados em fundição - podem ser referidos os núcleos de areia, associados ao PUR Coldbox, silicato alcalino de CO₂, resol de MF, resol de CO₂, resina furânica, resina fenólica, ou silicato alcalino/éster. Outros exemplos de moldes de fundição preferidos, os quais poderão ser cobertos pelas composições de revestimento em conformidade com a invenção, encontram-se descritos por exemplo na publicação "Formstoffe und Formverfahren", da autoria de Eckart Flemming e Werner Tilch, Wiley VCH, 1993, ISBN 3-527-30920-9.

Um procedimento para a cobertura de um molde de fundição com uma composição de revestimento, em conformidade com a invenção, compreende as etapas seguintes:

- (a) disponibilização de uma forma de base de um molde de fundição (forma básica de fundição não recoberta);
- (b) disponibilização de uma composição de revestimento em conformidade com a invenção;
- (c) se for necessário, aplicação e secagem de, pelo menos, uma camada de uma composição de cobertura primária sobre pelo menos uma parte da área superficial da forma de base do molde de fundição;
- (d) aplicação de pelo menos uma camada da composição de revestimento, em conformidade com a invenção, sobre pelo menos uma parte da área superficial da forma de base do molde de fundição, ou sobre aquela

composição de cobertura primária aplicada no molde de fundição;

(e) secagem da composição de revestimento; e

(f) se for caso disso, endurecimento do revestimento depois de seco;

assim se fabricando uma cobertura de topo.

Na formação de moldes de fundição para processos de fundição por centrifugação, o revestimento é normalmente aplicado em várias passagens, ou seja camadas, em que normalmente uma camada aplicada é deixada secar, parcial ou completamente, antes da aplicação da camada seguinte. São aplicadas normalmente 2 a 5 camadas. Para fundição em grande escala [fundição pesada superior a 10 toneladas(t)], a composição de revestimento é normalmente aplicada apenas uma vez, porém em pontos críticos pode ser antecipadamente aplicada uma cobertura primária. Para fundições ligeiras (fundição até 2 t) e fundições de peso médio (entre 2 e 10 t) não é geralmente aplicada uma cobertura primária.

Sempre que desejável, a aplicação de uma cobertura primária sobre a forma de base do molde de fundição pode usar todas as convencionais tecnologias dos processos de aplicação. As coberturas primárias podem conter matérias-primas de base tais como a argila, talco, quartzo, mica, zircônio, magnésio, silicato de alumínio, e chamota. Estas substâncias de base constituem a parte determinante, em termos da finalidade da cobertura

primária. Elas cobrem as superfícies dos moldes de fundição, tapam os poros de areia contra a intrusão de metais de fundição e, para além disso, servem como isolamento térmico protegendo o molde de fundição. Habitualmente, os processos de aplicação utilizados consistem em imersão, alagamento, pulverização e pincelagem. Numa forma de execução preferida, também poderá ser usado como cobertura primária uma composição de revestimento da presente invenção. A cobertura primária apresenta uma espessura depois de seca com, pelo menos, 0,1 mm; de preferência com, pelo menos, 0,2 mm; com maior grau de preferência com, pelo menos, 0,45 mm; e, para um grau de preferência máximo, essa espessura ir-se-á situar no intervalo entre 0,3 mm e 1,5 mm. Como cobertura primária, tanto podem ser utilizados os revestimentos de água como os revestimentos de álcool.

A aplicação de uma composição de revestimento, em conformidade com a invenção, para produzir uma cobertura de topo pode recorrer a todas as convencionais tecnologias dos processos de aplicação. Como exemplos de processos de aplicação preferidos referem-se a imersão, alagamento, pulverização e pincelagem. A título de exemplo, encontram-se descritos processos de aplicação convencionais na publicação "Formstoffe und Formverfahren", da autoria de Eckart Flemming e Werner Tilch, Wiley VCH, 1993, ISBN 3-527-30920-9.

Na utilização da imersão como processo de aplicação, um molde de fundição - dispondo de uma cobertura primária, se for caso disso - é submerso num recipiente onde existe uma já preparada composição de revestimento, em conformidade com a invenção, durante um período entre cerca de 2 segundos e cerca de 2 minutos. O tempo que é requerido para a drenagem do excesso de composição de revestimento, após a imersão, vai depender das características de drenagem da composição de revestimento que for aplicada. Depois de um tempo suficiente, o molde de fundição é submetido a um processo de secagem.

Na utilização da pulverização como processo de aplicação, será utilizado um aparelho de pulverização com recipiente pressurizado comercialmente disponível. Neste aparelho o revestimento no estado diluído vai encher um recipiente sob pressão. Mediante o estabelecimento de uma determinada pressão, pode o revestimento ser conduzido através de uma pistola de pulverização, onde é pulverizado com a ajuda de ar atomizado que é separadamente controlado. Durante a pulverização, é importante garantir que a pressão para a composição de revestimento e o ar atomizado sejam fornecidos à pistola de tal maneira que a camada pulverizada ainda esteja húmida quando é projectada sobre o molde ou sobre o núcleo, embora daí resulte uma aplicação uniforme. A aplicação da composição de revestimento, em conformidade com a invenção, pode ser realizada com uma ou mais camadas. Ao aplicar várias camadas, poder-se-á deixar

secar total ou parcialmente cada uma das diversas camadas após a aplicação.

Como processos de secagem poderão ser aplicados todos os processos de secagem das tecnologias convencionais, tais como a secagem ao ar, secagem com ar desumidificado, secagem com microondas ou com radiação infravermelha, secagem em forno de convecção, e outras tecnologias semelhantes. Numa configuração preferida da invenção, poderá o molde ser seco num intervalo de temperaturas situado entre 100 °C e 250 °C, com maior grau de preferência entre 120 °C e 180 °C, num forno de convecção. Se for usado o revestimento de álcool, será preferível secar a composição de revestimento, em conformidade com a invenção, através da queima do álcool ou da mistura de álcoois. Nestas circunstâncias, será o molde de fundição adicionalmente aquecido pelo calor resultante da combustão. Numa outra configuração preferida, o molde de fundição será secado sem recorrer a qualquer outro tratamento do ar.

Após a secagem, poderá o molde de fundição já seco, ser endurecido em caso de necessidade. Todos os processos de endurecimento já conhecidos poderão ser usados. O endurecimento poderá ser activado por intermédio de calor ou de radiação electromagnética. Os revestimentos de água ou de álcool poderão ser secos, por exemplo, a temperaturas inferiores a 100 °C. Para o endurecimento de determinados aglutinantes, como por exemplo as resinas

fenólicas, serão necessárias temperaturas de cerca de 140 °C a 160 °C. Dependendo da temperatura utilizada, a secagem e o endurecimento do revestimento podem ser realizados numa única etapa, ou em etapas distintas. Também serão concebíveis processos de endurecimento por radicais e iónicos.

A espessura da camada seca da cobertura de topo, que foi obtida a partir da composição de revestimento em conformidade com a invenção, será de pelo menos 0,1 mm; de preferência terá pelo menos 0,2 mm; mais preferencialmente terá pelo menos 0,3 mm; com um ainda maior grau de preferência terá pelo menos 0,45 mm; ainda mais preferencialmente terá pelo menos 0,55 mm; e, para um grau de preferência máximo, essa espessura ir-se-á situar no intervalo entre 0,3 mm e 1,5 mm. Concretamente, a espessura da camada seca consiste na espessura de camada já depois de ter secado, a qual terá sido obtida através da secagem da composição de revestimento essencialmente por intermédio da completa remoção do elemento solvente que, se for esse o caso, será seguida pelo endurecimento. A espessura de camada seca da cobertura primária e da cobertura de topo será preferencialmente determinada por medição com o pente ("Kamm") de espessura da camada húmida. Pode-se, por exemplo, determinar a espessura da camada com o pente, colocando a camada na marca terminal do pente ao mesmo tempo que se vai raspando até que o substrato se torne visível. Pela marcação dos dentes, poder-se-á medir a espessura da camada. Em vez disso, também se pode medir a

espessura da camada húmida numa situação em que esta se encontre "com um acabamento superficial mate" ("abgemattete"), em que a espessura da camada seca terá atingido 70 a 80% da espessura da camada "com acabamento mate". (Uma camada "com acabamento mate" é uma camada que deixa de ter capacidade de fluidez, na medida em que o solvente se encontra muito reduzido, de modo a que a área superficial perde o seu brilho.)

Os moldes de fundição com um revestimento já seco - em conformidade com a invenção e que passará, daqui em diante, também a ser designado como cobertura de topo - são utilizado de preferência em processos de fundição por centrifugação e em processos de fundição em grande escala. Os princípios básicos desta fundição são descritos, por exemplo, por Stefan Hasse na publicação "Gießereilexikon", Schiele & Schön, Berlin, 1997. Na fundição em grande escala, é feito o enchimento de um molde permanente - por exemplo de areia, aço, ou ferro fundido - com o metal de fundição líquido, geralmente sob a acção da gravidade. O formato da peça de fundição ficará completamente definido por intermédio do molde. Em processos de fundição por centrifugação, o metal fundido vai preencher um molde em forma de tubo ou de anel, rodando em torno do seu eixo, no qual são formados, sob a influência da força de centrifugação, por exemplo buchas, anéis e tubos (por exemplo, tubos de pressão feitos em ferro fundido, tubos feitos em cobre e em ligas de cobre, êmbolos, camisas de cilindros, cilindros com nervuras). A cavidade rotacional

simétrica é formada graças à força de centrifugação, a qual é mantida até ser atingida a solidificação da peça de fundição. A espessura da parede é determinada pela quantidade de metal injectado. Nos processos de fundição de grande escala, a composição de revestimento em conformidade com a invenção será de preferência aplicada por imersão ou alagamento da forma de base do molde de fundição, num reservatório de imersão ou de alagamento. De preferência, durante os processos de fundição em grande escala, a cobertura de topo, feita com uma composição de revestimento em conformidade com a invenção, é produzida de modo a apresentar uma espessura de revestimento depois de seca situada entre 0,3mm e 1,5mm. De preferência, durante os processos de fundição por centrifugação, a cobertura de topo, feita com uma composição de revestimento em conformidade com a invenção, é produzida de modo a apresentar uma espessura de revestimento depois de seca situada entre 0,3mm e 1,2mm.

Os moldes de fundição, que disponham de numa cobertura de topo que tenha sido feita a partir da composição de revestimento em conformidade com a invenção, são utilizados designadamente para a produção de tubos, camisas de cilindros, motores e componentes de motores, apoios de máquinas e de turbinas, e componentes de máquinas em geral.

A presente invenção é ainda explicada pelos seguintes exemplos.

ExemplosRevestimento para fundição por centrifugação

Nos exemplos seguintes, o revestimento no processo de fundição por centrifugação contém os seguintes elementos (valores indicados em % de peso):

Satintone Plus	25,00
Pyrax RG 140	25,00
Bentonite	00,60
Hectorite	00,20
Biocidas	00,20
Água	49,00

Satintone Plus: Metacaulinite, tamanho de partícula 2,0 μm ; fabricada pela empresa Engelhard Cooperation, Iseli, E.U.A.

Pyrax RG 140: Pirofilite com um tamanho de partícula de cerca de 80 μm ; fabricada pela empresa R.T. Vanderbilt Company Inc., Norwalk, E.U.A.

Bentonite: Greenbond; fabricada pela empresa Südchemie AG, 80333 Munique, Alemanha

Hectorite: Bentone EW, fabricada pela empresa Elementis Specialties Inc., NJ 08520 Hightstown, E.U.A.

Biocidas: Acticide MBS (BIT, MIT); fabricado pela empresa Thor Ltd, Margate Kent CT9 4JY, Reino Unido

O revestimento para o processo de fundição por centrifugação foi preparado da seguinte forma: A quantidade total de água é disponibilizada e são dissolvidas no seu

seio a bentonite e a hectorite, por intermédio da aplicação de um agitador Ekato com elevada capacidade de corte (1000 rpm; cremalheira com $d/D=0,5$), durante pelo menos 15 minutos. Em seguida, os elementos à prova de fogo metacaulinite e pirofilite são admitidos e misturados pelo menos durante 15 minutos, até se obter uma mistura homogénea. Por último, é misturada com biocidas. A viscosidade apresentada foi de 9,6 segundos segundo a norma DIN viscosímetro 6, ou 33 segundos segundo a norma DIN viscosímetro 4.

Revestimento de molde de fundição solúvel em água

Nos exemplos seguintes, o revestimento solúvel em água do molde de fundição é composto pelos seguintes elementos (valores indicados em % de peso):

Satintone W	25,00
Pyrax RG 140	25,00
Bentonite	02,00
Agente de humedecimento	00,05
Agente anti-espuma	00,20
Solução aglutinante	02,00
Biocidas	00,20
Água	45,55

Satintone W: Metacaulinite, com massa volúmica (não compactada) de cerca de 300 g/l e tamanho de partícula de cerca de 1,5 μm ; fabricada pela empresa Engelhard Cooperation, Iseli, E.U.A.

Pyrax RG 140: Pirofilite com um tamanho de partícula de cerca de 80 μm ; fabricada pela empresa R.T. Vanderbilt Company Inc., Norwalk, E.U.A.

Bentonite: Greenbond; fabricada pela empresa Südchemie AG, 80333 Munique, Alemanha

Agente de humedecimento: agente de humedecimento vulgar fabricado pela empresa Fa. Henkel AG, 40589 Düsseldorf, Alemanha

Agente anti-espuma: agente anti-espuma vulgar fabricado pela empresa Fa. Henkel AG, 40589 Düsseldorf, Alemanha

Solução aglutinante: Polyviol, fabricado pela empresa Wacker-Chemie GmbH, 81737 Munique, Alemanha

Biocidas: Acticide MBS (BIT, MIT); fabricado pela empresa Thor Ltd, Margate Kent CT9 4JY, Reino Unido

O revestimento do molde de fundição foi produzido segundo o procedimento anteriormente descrito para o processo de fundição por centrifugação. A massa volúmica do revestimento produzido foi de 1,3 g/cm³ a 1,4 g/cm³ com uma viscosidade de 2 Pa·s a 5 Pa·s, de acordo com Brookfield.

Revestimento de molde de fundição solúvel em álcool

Nos exemplos seguintes, o revestimento solúvel em álcool do molde de fundição é composto pelos seguintes elementos (valores indicados em % de peso):

Satintone W

25,80

Pyrax RG 140	25,80
Bentonite	02,06
Grafite	05,16
Óxido de ferro	03,10
Agente de humedecimento	00,05
Agente anti-espuma	00,20
Solução aglutinante	01,91
Biocidas	00,05
Água	36,12

Satintone W: Metacaulinite; fabricada pela empresa Engelhard Cooperation, Iseli, com uma massa volúmica (não compactada) de cerca de 300 g/l e um tamanho de partícula com cerca de 1,5 µm

Pyrax RG 140: Pirofilite com um tamanho de partícula de cerca de 80 µm; fabricada pela empresa R.T. Vanderbilt Company Inc., Norwalk, E.U.A.

Bentonite: Greenbond; fabricada pela empresa Südchemie AG, 80333 Munique, Alemanha

Agente de humedecimento: agente de humedecimento vulgar fabricado pela empresa Fa. Henkel AG, 40589 Düsseldorf, Alemanha

Grafite: fabricada pela empresa Fa Georg H. Luh GmbH, 65396 Walluf, Alemanha

Óxido de ferro: óxido de ferro amarelo, fabricado pela empresa Bayer AG, 51368 Leverkusen, Alemanha

Solução aglutinante: Necowel, fabricada pela empresa ASK GmbH, 40721 Hilden, Alemanha

Biocidas: Acticide MBS (BIT, MIT); fabricado pela empresa Thor Ltd, Margate

O revestimento do molde de fundição foi produzido segundo o procedimento anteriormente descrito para o processo de fundição por centrifugação. O revestimento acabado apresenta uma densidade de eixo ("Spindeldichte") de 80 °Bé.

Exemplo 1

(Processo de fundição por centrifugação, mediante utilização do precedente revestimento para fundição por centrifugação)

O revestimento para fundição por centrifugação atrás mencionado apresenta os seguintes dados de revestimento:

Densidade: 50 °Bé

Viscosidade: 9,6 segundos conforme a norma DIN viscosímetro 6, ou 33 segundos conforme a norma DIN viscosímetro 4

Para dar consistência ao tratamento, é feita a diluição de 15 l (20 kg) de revestimento com mais 5 l de água, obtendo-se uma densidade de 37 °Bé e uma viscosidade de 13,2 segundos (conforme a norma DIN viscosímetro 4).

No processo de fundição por centrifugação é fabricado um tubo. O molde utilizado (diâmetro interno com

cerca de 90 mm) foi pré-aquecido até cerca de 200 °C e recoberto, tendo sido aplicada a composição de revestimento em conformidade com a invenção com uma pressão de revestimento de 0,9 bar, obtida com uma lança de pulverização em sifão invertido ("Düker") com uma velocidade de alimentação de 500 mm/s. Obteve-se um valor de 0,65 milímetros para a espessura de camada já seca. O revestimento foi secado por intermédio do auto-aquecimento do molde, durante o processo de pulverização. Conseguiu-se assim obter uma cobertura de topo com uma área superficial utilizável. Na fundição por centrifugação, foi detectado um bom comportamento dos tubos. Os exames metalúrgicos evidenciaram a necessária formação de grafite no ferro fundido (Fe, C, Si), e uma dureza correcta para o ferro fundido, o que indica um isolamento suficiente do revestimento.

Exemplo 2

(Procedimento de fundição por centrifugação, mediante utilização do precedente revestimento de fundição por centrifugação)

Tal como no Exemplo 1, foi fabricado um tubo com o recurso a um processo de fundição por centrifugação. Em contraste com o Exemplo 1, a espessura de camada já seca atingiu contudo os 0,85 mm na cobertura de topo. A cobertura de topo resultante apresentava uma superfície utilizável. O comportamento do tubo foi bom. Os exames metalúrgicos evidenciaram a necessária de formação grafite

e uma boa dureza para o ferro fundido, o que indica um isolamento suficiente do revestimento.

Exemplo 3:

Núcleo PUCB para um motor em V

Foi tratado um núcleo PUCB ("Poliuretân Cold Box") para um motor em V com o supracitado revestimento de molde de fundição solúvel em água. Para o núcleo foi utilizada uma areia usada regenerada 100% "No-Bake" ["No-Bake" refere-se a um processo de auto-endurecimento, segundo o qual é, por exemplo, endurecida uma resina furânica com ácido sulfônico de "paratoluol". A areia destes núcleos ou moldes é regenerada, ou seja, pode voltar a ser utilizada através de um processo de raspagem. Neste exemplo, foi esta areia utilizada para o procedimento PUCB de endurecimento com gás (Amin)]. Para a consistência do tratamento, foram diluídas 100 partes (em peso) do revestimento de molde de fundição com 5 partes (em peso) de água.

Características do revestimento

Densidade: 44 °Bé

Viscosidade: superior a 25 s (conforme a norma DIN viscosímetro 4).

O revestimento foi aplicado por intermédio de alagamento do núcleo. O comportamento fluido do revestimento foi bom, e a espessura de camada húmida

atingiu os 250 μm . O núcleo foi seco em forno de câmara com circulação de ar, a uma temperatura situada entre 160 °C e 180 °C. O topo do revestimento já seco, para este núcleo, estava no limite inferior. O resultado da fundição não apresentava defeitos.

Exemplo 4:

Núcleo de cambota, resina furânica

Tal como no Exemplo 3, foi feita a aplicação de um revestimento de molde de fundição solúvel em água num núcleo de cambota não tratado de resina furânica. Para a consistência do tratamento, foram diluídas 100 partes (em peso) do revestimento de molde de fundição com 20 partes (em peso) de água.

Características do revestimento

Densidade: 40 °Bé

Viscosidade: 18,4 s (conforme a norma DIN viscosímetro 4).

O comportamento fluido do revestimento foi bom e a espessura de camada húmida atingiu os 300 μm . O topo do revestimento já seco encontrava-se em bom estado. O resultado da fundição não apresentava defeitos.

Exemplo 5

Foram tratados moldes "No-Bake" com o revestimento de molde de fundição solúvel em álcool

anteriormente mencionado. O revestimento de molde de fundição, como atrás descrito, mostrava no seu estado final, para entrega a clientes, uma densidade de eixo de 80 °Bé, e foi diluído com uma taxa de diluição - em que a percentagem toma como base o peso total do revestimento - de cerca de 80% (60% de isopropanol, 40% de etanol), até uma densidade de eixo de 9 °Bé, uma viscosidade de 13,0 s, e um peso por litro de 1000 g/l. Os moldes "No-Bake" foram alagados com esta preparação. A intensidade do odor no local do alagamento foi significativamente menor, em comparação com o sistema convencional de revestimento com pirofilite/isopropanol. A espessura de camada húmida atingiu os 250 µm a 300 µm. Os moldes conseguem ainda, através da queima do álcool, um aprofundamento de cerca de 30 cm, com as bolsas a ficarem completamente secas, e manifestam uma boa resistência à abrasão. Não foram observadas quaisquer fissuras secas ou bolhas. A fundição por centrifugação não evidenciou alterações em comparação com o revestimento de pirofilite/ isopropanol.

Lisboa, 5 de Junho de 2009

REIVINDICAÇÕES

1. Composição de revestimento para moldes de fundição, incluindo um elemento solvente e um elemento sólido, **caracterizada por** o elemento sólido consistir numa mistura de metacaulinite e pirofilite como elemento principal.

2. Composição de revestimento de acordo com a reivindicação 1, segundo a qual essa composição de revestimento apresenta uma percentagem (em peso) de diatomite inferior a 5%, de preferência menor do que 3% (em peso), e com maior grau de preferência menor do que 1% (em peso), sendo as percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição de revestimento.

3. Composição de revestimento de acordo com a reivindicação 1, segundo a qual o elemento sólido consiste numa mistura de metacaulinite e pirofilite numa proporção que vai desde 1:3 até 20:1.

4. Composição de revestimento de acordo com a reivindicação 1, segundo a qual o elemento sólido consiste numa mistura de metacaulinite e pirofilite numa proporção que vai desde 1:1 até 14:1, preferencialmente desde 1:1 até 10:1, com maior grau de preferência desde 2:1 até 6:1, e em que, num grau máximo de preferência, a proporção ficará situada entre 2:1 e 5:1.

5. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 4, segundo a qual a metacaulinite apresenta uma área superficial específica de BET com pelo menos $10 \text{ m}^2/\text{g}$, e de preferência com pelo menos $25 \text{ m}^2/\text{g}$, medida de acordo com a Norma DIN 66 131.

6. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 5, segundo a qual a metacaulinite apresenta uma perda devida à combustão de pelo menos 3% (em peso), e de preferência menos de 1% (em peso), medida de acordo com a Norma DIN 38 414.

7. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 6, segundo a qual a metacaulinite apresenta uma massa volúmica não compactada de 100 g/l a 300 g/l , e de preferência situada entre 150 g/l e 200 g/l , medida de acordo com a Norma DIN 53 194.

8. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 7, segundo a qual a metacaulinite apresenta uma elevada área superficial específica, expressa em absorção de óleo, situada entre 50% e 120%, e de preferência entre 85% e 120%, medida de acordo com a Norma DIN 53 109.

9. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 8, segundo a qual a pirofilite apresenta um formato (proporção entre comprimento e espessura) de pelo menos 5, e preferencialmente situado entre 10 e 30.

10. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 9, segundo a qual a pirofilite apresenta uma massa volúmica não compactada de 300 g/l a 600 g/l, e de preferência situada entre 300 g/l e 400 g/l, medida de acordo com a Norma DIN 53 194.

11. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 10, segundo a qual a metacaulinite apresenta uma granulometria que vai desde 0,1 µm até 10 µm.

12. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 11, segundo a qual a pirofilite apresenta uma granulometria que vai desde 20 µm até 200 µm.

13. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 12, onde também se incluem bentonite e/ou hectorite com 0,1% a 10% (em peso), preferivelmente 0,1% a 5% (em peso) e, com maior grau de preferência, situando-se esta percentagem entre 0,5% a 3% (em peso) em relação a todos os elementos da composição.

14. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 13, compreendendo pelo menos um elemento adicional seleccionado entre os seguintes: soluções aglutinantes, agentes humidificantes, agentes anti-espuma, pigmentos, corantes e biocidas.

15. Composição de revestimento de acordo com a reivindicação 14, segundo a qual a solução aglutinante

consiste numa dispersão de um alquídico, que é solúvel tanto em água como em etanol ou isopropanol.

16. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 15, em que o elemento solvente inclui 20% a 80 % (em peso) de água e, quando apropriado, terá como outros elementos de 0 a 60% (em peso) de um ou mais solventes orgânicos voláteis, sendo estas percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição.

17. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 15, em que o elemento solvente consiste apenas em água.

18. Composição de revestimento de acordo com a reivindicação 16, segundo a qual o solvente orgânico volátil consiste num álcool ou numa mistura de álcoois, de preferência seleccionados entre os seguintes: etanol, propanol, isopropanol e combinações dos mesmos.

19. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 18, segundo a qual a composição de revestimento inclui:

10% a 40% (em peso) de metacaulinite,

5% a 20% (em peso) de pirofilite, e

10% a 85% (em peso) de água,

sendo estas percentagens definidas em relação a todos os elementos da composição.

20. Composição de revestimento de acordo com as reivindicações 1 a 18, segundo a qual a composição de revestimento é constituída pelos seguintes elementos:

15% a 40% (em peso) de metacaulinite,
7% a 20% (em peso) de pirofilite,
0,1% a 5% (em peso) de bentonite e/ou hectorite,
0,0% a 2% (em peso) de solução aglutinante,
0,01% a 0,5% (em peso) de biocidas e
10% a 78% (em peso) de água.

21. Molde de fundição, incluindo uma cobertura de topo sobre a face que recebe a fundição no molde de fundição, a qual foi produzida por intermédio da aplicação e da secagem de uma composição de revestimento em conformidade com uma das reivindicações 1 a 20.

22. Molde de fundição de acordo com a reivindicação 21, segundo o qual a cobertura de topo apresenta uma espessura de revestimento - depois de seco - com pelo menos 0,1 mm, de preferência com pelo menos 0,2 mm, e com maior grau de preferência situada entre 0,3 mm e 1,5 mm.

23. Molde de fundição de acordo com a reivindicação 21 ou 22, em que pelo menos uma parte da cobertura de topo é aplicada sobre uma cobertura primária.

24. Fundição por centrifugação incluindo a utilização de um molde de fundição de acordo com as reivindicações 21 a 23.

25. Fundição em grande escala incluindo a utilização de um molde de fundição de acordo com as reivindicações 21 a 23.

26. Procedimento para fabricação de um molde de fundição, em que está incluída a fabricação de uma cobertura de topo através da aplicação e secagem de pelo menos uma camada, feita de uma composição de revestimento, sobre pelo menos uma parte da área superficial do molde de fundição, onde é utilizada uma composição de revestimento obtida em conformidade com uma das reivindicações 1 a 20.

27. Procedimento de acordo com a reivindicação 26, em que, pelo menos sobre uma parte da área superficial do molde de fundição, é aplicada em primeiro lugar pelo menos uma camada de cobertura primária, e em que a composição de revestimento é aplicada sobre esse cobertura primária e, eventualmente, sobre outras partes da área superficial do molde de fundição.

28. Procedimento de acordo com a reivindicação 27, segundo o qual na fabricação da cobertura primária também é utilizada uma composição de revestimento de acordo com uma das reivindicações 1 a 20.

29. Procedimento de acordo com uma das reivindicações 26 a 28, segundo o qual a cobertura de topo apresenta uma espessura de camada depois de seca com pelo menos 0,1 mm, de preferência com pelo menos 0,2 mm e, com maior grau de preferência situada entre 0,3 mm e 1,5 mm.

30. Procedimento de acordo com uma das reivindicações 26 a 29, segundo o qual a cobertura primária apresenta uma espessura de camada depois de seca com pelo menos 0,1 mm, de preferência com pelo menos 0,2 mm e, com maior grau de preferência situada entre 0,3 mm e 1,5 mm.

31. Utilização de um molde de fundição de acordo com uma das reivindicações 21 a 23 para o fabrico de tubos, camisas de cilindros, motores e componentes de motor, apoios de máquinas e de turbinas.

Lisboa, 5 de Junho de 2009

DOCUMENTOS CITADOS NA DESCRIÇÃO

Esta lista de documentos citados pelo requerente foi estabelecida exclusivamente para informação do leitor e não é parte integrante do documento de patente europeia. Foi organizada com o maior cuidado; o EPA não assume contudo qualquer responsabilidade por eventuais erros ou omissões.

Documentos de patente citados na descrição

EP0806258B	US3639315A
FR2829048	DE4308188
US3442835A	

Bibliografias citadas na descrição

"Formstoffe und Formverfahren", da autoria de Eckart Flemming e Werner Tilch, Wiley VCH, 1993	Stefan Hasse na publicação "Gießereilexikon", Schiele & Schön, Berlin, 1997
--	--