



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) PI 0908459-2 A2



(22) Data do Depósito: 27/02/2009

(43) Data da Publicação Nacional: 25/08/2020

(54) Título: SISTEMA DE PAINEL BLINDADO À BASE DE CIMENTO

(51) Int. Cl.: F41H 5/04; F41H 5/02; C04B 28/28.

(30) Prioridade Unionista: 03/03/2008 US 61/033,258.

(71) Depositante(es): UNITED STATES GYPSUM COMPANY; UNITED STATES GOVERNMENT AS REPRESENTED BY THE SECRETARY OF THE ARMY.

(72) Inventor(es): TIMOTHY D. TONYAN; WILLIAM A. FRANK; ASHISH DUBEY; KUMAR NATESAIYER; BARTLEY P. DURST; PAMELA G. KINNEBREW; TONEY K. CUMMINS; NICHOLAS BOONE; WILLIAM F. HEARD; MICHAEL J. ROTH; THOMAS SLAWSON; JAMES L. DAVIS; RYAN STINSON; CAROL F. JOHNSON.

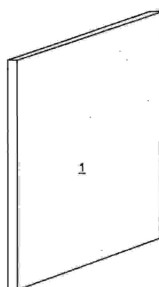
(86) Pedido PCT: PCT US2009035446 de 27/02/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/111302 de 11/09/2009

(85) Data da Fase Nacional: 31/08/2010

(57) Resumo: SISTEMA DE PAINEL BLINDADO À BASE DE CIMENTO. Uma montagem de painel blindado comentício que inclui um painel blindado comentício com propriedades de resistência balística e à explosão fixado a uma estrutura de moldura para produzir uma estrutura protetora. Os painéis blindados comentícios têm uma fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa de um ligante de cimento inorgânico, um enchimento de mineral inorgânico que tem um tamanho de partícula de cerca de 150-450 micrômetros, um enchimento mineral pozolânico, um agente de auto-nivelamento superplastificante à base de policarboxilato e água. A mistura também pode conter alcanolamina e ácido ou sal ácido. Antes da cura, a fase contínua é reforçada com fibra uniformemente distribuída na fase contínua antes da mesma ser curada para formar o painel. O painel pode ser reforçado com um revestimento fixado a pelo menos uma superfície do painel.

FIG. 1



"SISTEMA DE PAINEL BLINDADO À BASE DE CIMENTO"

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

Este pedido reivindica o benefício do Pedido Provisório dos Estados Unidos N° 61/033,258, intitulado SISTEMA DE PAINEL BLINDADO À BASE DE CIMENTO, depositado em 3 de Março de 2008, aqui dado como incorporado por citação e está relacionado com:

Pedido Provisório de Patente dos Estados Unidos N° 61/033,240, intitulado PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PAINÉIS BLINDADOS À BASE DE CIMENTO, depositado em 3 de Março de 2008;

Pedido Provisório de Patente dos Estados Unidos N° 61/033,212, intitulado UMA COMPOSIÇÃO CIMENTÍCIA AUTO-NIVELADORA COM RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO ULTRA-ALTA MEDIANTE SOLIDIFICAÇÃO E ARTIGOS FEITOS DA MESMA, depositado em 3 de Março de 2008; e

Pedido Provisório de Patente dos Estados Unidos N° 61/033,264, intitulado PAINÉIS BLINDADOS LAMINADOS À BASE DE CIMENTO, depositado em 3 de Março de 2008;

Pedido de Patente Provisório dos Estados Unidos N° 61/033,061, intitulado SISTEMA MODULAR TRANSPORTÁVEL DE COMPONENTES PARA PROTEÇÃO FÍSICA, depositado em 3 de Março de 2008; e

Pedido Provisório de Patente dos Estados Unidos N° 61/033,059, intitulado ESTRUTURA MODULAR TRANSPORTÁVEL PARA PRENDER PAINÉIS PARA PROTEÇÃO FÍSICA, depositado em 3 de Março de 2008;

DECLARAÇÃO DE PESQUISA COM PATROCÍNIO FEDERAL

O trabalho de pesquisa aqui descrito foi apoiado pelo Acordo Cooperativo de Pesquisa e Desenvolvimento N° CRADA-

05-GSL-04 entre o Geotechnical and Structures Laboratory, Engineer Research & Development Center, U.S. Army Corps of Engineers e United States Gypsum Company.

todos aqui dados como integralmente incorporados por
5 citação.

CAMPO DA INVENÇÃO

Esta invenção se refere, de um modo genérico, a um sistema de painel blindado, melhorado, de alto desempenho, à base de cimento de uma composição de núcleo cimentício reforçado de fibra específica com desenvolvimento de
10 resistência controlado e um reforço de cobertura de alto desempenho unido a pelo menos uma superfície do painel de núcleo cimentício combinado com armação ou armado com estruturas de suporte de enchimento a fim de proporcionar
15 segurança e desempenho de resistência à explosão para suportar a combinação de forças impostas sobre o mesmo quando exposto a cargas criadas por ondas de pressão de alta energia (ondas de choque); forças de impacto de cargas explosivas de alta velocidade e perfurações e punções
20 através de forças de dispersão de fragmentos e balas. O núcleo cimentício não inclui farinha de sílica, mas inclui material pozolânico tal como sílica de fumo.

O núcleo cimentício é feito de um ligante cimentício inorgânico, tipicamente cimento hidráulico tal como cimento
25 Portland; um enchimento mineral inorgânico, preferencialmente areia siliciosa de tamanho de partícula mediano de 150-450 micrômetros e relação de peso de 0,80-1,50:1 ao ligante cimentício; um micro enchimento pozolânico, preferencialmente sílica de fumo de tamanho
30 médio de partícula de cerca de 0,1 micrômetro; um agente

químico auto-nivelador com base orgânica, à base de química de policarboxilato, preferencialmente poliéter policarboxilado a 0,75-2,5% do peso do produto total em base seca, trietanolamina e aditivos de ácido tartárico para ampliar o tempo de solidificação da cura final, fibras de reforço tais como fibras de vidro e água.

A composição de núcleo cimentício é utilizada em combinação com um material de cobertura reforçado com fibra usado para laminar pelo menos uma superfície do núcleo cimentício do painel. Uma variedade de coberturas podem ser usadas para laminar o núcleo do painel blindado cimentício. No entanto, são preferidos os laminados de polímero reforçado com fibra (FRP) como coberturas. A resina reforçada com fibra de vidro é o FRP especialmente preferido. A cobertura (S) é colocada sobre o núcleo (C) como um laminado de desenho estrutural de SC ou SCS ou SCSCS.

Os painéis feitos com a composição cimentícia melhorada têm resistência suficiente para resistir a explosões e impactos balísticos com ou sem fibras de aço ou reforço de aço.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

As composições cimentícias reforçadas com fibra que contêm cimento hidráulico, enchimentos de minerais inorgânicos e pozolanas, bem como aditivos químicos tais como plastificantes e dispersantes de água têm sido utilizadas na indústria da construção civil para formar as paredes interiores e exteriores de estruturas residenciais e/ou comerciais. No entanto, uma desvantagem de tais painéis convencionais é que os mesmos não têm resistência à

compressão suficiente para proporcionar um alto grau de resistência a balística e cargas explosivas.

A prática corrente para produzir composições cimentícias de resistência ultra-alta depende do empacotamento eficiente de partículas e dosagem de água extremamente baixa para obter uma resistência ultra-alta do material. Como uma consequência das matérias primas usadas para obter um empacotamento de partículas denso e a utilização de água extremamente baixa nessas composições, as misturas cimentícias têm um comportamento reológico extremamente rígido com consistência como uma pasta no estado recém-misturado. A consistência rígida torna estas misturas altamente impraticáveis e extremamente difíceis de processar em processos de fabricação convencionais para produzir produtos e compósitos finos à base de cimento.

A Patente dos Estados Unidos N° 4158082 A, de Belousofsky revela uma estrutura laminada à base de cimento com uma cobertura de fibra de vidro que é resistente ao impacto e pode usar cimentos à base de Portland.

A Patente dos Estados Unidos N° 4793892, de Miller revela um aparelho que fabrica um painel de concreto com núcleo de cimento e revestimento de fibra de vidro que utiliza cimento Portland.

A Patente dos Estados Unidos N° 4948429 A, de Arfaei revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia, sílica pirogenada e um poliéter.

A Patente dos Estados Unidos N° 5724783, de Mandish revela um painel de construção e um sistema de montagem composto de camadas de painéis de cimento Portland unidas a uma estrutura de painel com camadas múltiplas.

A Patente dos Estados Unidos N° 6119422 B1, de Clear revela um painel de construção cimentício de estrutura forte, resistente a impacto com revestimento externo de tela de reforço de fibra de vidro onde o compósito
5 cimentício tem um núcleo agregado com faces internas e externas de tela de fibra de vidro.

A Patente dos Estados Unidos N° 6176920, de Murphy revela um método para construir um painel cimentício de camadas múltiplas que utiliza uma cabeça de nivelamento,
10 aparador e processo de sarrafeamento.

A Patente dos Estados Unidos N° 6309457 B1, de Guerinet et al. revela uma composição cimentícia auto-niveladora que inclui cimento Portland, areia siliciosa de tamanho máximo de 10 mm ou de tamanho 0-5 mm, ou uma
15 mistura de tamanho 0-0,4 mm e tamanho 0-5 mm; agregados minerais finos tais como cinza volante ou farinha de sílica com dimensões inferiores a 200 micrômetros, preferencialmente inferiores a 100 micrômetros; um primeiro plastificante que é um composto orgânico solúvel em água ou
20 dispersável em água que contém pelo menos um grupo aminodi(alcenofosfônico); e um segundo plastificante solúvel em água ou dispersável em água que é do tipo ácido policarboxílico e contém cadeias de poliéter. O Exemplo 1 indica uma resistência à compressão em 28 dias de 32 MPa
25 (cerca de 4600 psi).

A Patente dos Estados Unidos N° 6437027 B1, de Isomura et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia siliciosa de tamanho inferior a 5 mm; e policarboxilato de 0,01-2,5% em peso.

A Patente dos Estados Unidos N° 6849118 B2, de Kerkar et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia siliciosa de tamanho 0 a 6 mm; e policarboxilato (plastificante ADVA).

5 A Patente dos Estados Unidos N° 6858074 B2, de Anderson et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia siliciosa, sílica pirogenada, acelerador, retardador e dispersante redutor de água de grande alcance de policarboxilato.

10 A Patente dos Estados Unidos N° 6875801 B2, de Shendy et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areias, sílica pirogenada e policarboxilato de 0-2% em peso.

15 A Patente dos Estados Unidos N° 6942727 B2, de Daczko et al. revela um elemento cimentício de alta resistência precoce que inclui cimento Portland; agregado fino tal como areia siliciosa, os agregados fino são materiais que passam quase totalmente através de uma peneira Número 4, agregado grosso tal como areia, os agregados grossos são materiais
20 predominantemente retidos em uma peneira Número 4; sílica de fumo pozolana; 0,025-0,7% de dispersante tipo policarboxilato com base no peso em seco do cimento; e fibras sintéticas estruturais. O elemento cimentício pode ser usado para fazer painéis de paredes. O elemento
25 cimentício pode exibir 24 horas de resistência a compressão superior a 10.000 psi; no entanto, estas composições não contêm uma pozolana.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2002/0004559, de Hirata et al. revela uma composição
30 cimentícia que contém cimento Portland, areias, sílica

pirogenada e poliéteres de mais de 0,5% em peso, por exemplo, 2% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2004/0149174, de Farrington et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areias, sílica pirogenada e policarboxilato de 0,01-0,2% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2004/0198873, de Bury et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia siliciosa, sílica pirogenada e policarboxilato de 0,02- 2% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2004/0211342, de Sprouts et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia siliciosa, sílica pirogenada e policarboxilato de 0,1-2% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2004/0231567, de Dulzer et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areia, sílica pirogenada e policarboxilato de 0,1-10% em peso do ligante cimentício seco total.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2005/0139308, de Aldea revela um sistema e método que usa um material cimentício ou compósito reforçado com FRP que pode incluir cimento Portland, cinza volante, sílica de fumo, resinas, areia, fibras de vidro, resinas, água, aceleradores, enchimentos, retardadores de solidificação, agentes dispersantes; envolve camadas múltiplas e enxugadas para alisar entre camadas; e pode ser usado para reforçar estruturas contra terremotos e explosões. Em Aldea, as camadas são aplicadas *in situ* por secagem e não são aplicadas para formar um painel sem apoio que pode ser

unido a uma moldura. A estrutura feita em Aldea tem duas camadas de concreto unidos a uma manta de fibra de vidro.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2005/0239924, de Lettkeman et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areias finas, sílica pirogenada e policarboxilato de 0,05 - 2,5% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2005/0274294, de Brower et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areias finas, sílica pirogenada e policarboxilato de 1-4% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2006/0281836, de Kerns et al. revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areias finas, sílica pirogenada e policarboxilato.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2007/0125273, de Pinto revela uma composição cimentícia que contém cimento Portland, areias finas, sílica pirogenada e policarboxilato tal como 1-2% em peso.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2007/0175126, de Tonyan et al., aqui dada com integralmente incorporada por citação, revela um painel cimentício estrutural.

A Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2007/0228612 A, de Durst et al., aqui dada como incorporada por citação, revela concreto resistente a explosão também adequado para limitar a penetração de fragmentos balísticos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção utilizou uma combinação única de materiais inorgânicos e orgânicos com propriedades de

tamanho específicas que quando misturados com água levam a excelentes propriedades de fluxo e comportamento de auto-nivelamento na etapa recém-misturada e resistência à compressão ultra-alta de pelo menos 10.000, 15.000 ou 20.000 psi depois da cura da composição cimentícia com desenvolvimento de resistência controlado depois de 28 dias de cura em comparação com a faixa típica de 3000-5000 psi obtida com concreto típico de resistência normal de densidade total.

10 O presente produto supera as deficiências acima descritas dos materiais cimentícios atuais utilizados para produzir materiais cimentícios de resistência ultra-alta e proporciona um material ligante cimentício que é auto-nivelador no seu estado recém-misturado e extremamente forte depois da solidificação.

O comportamento auto-nivelador do material cimentício recém-misturado é aqui definido como a propriedade característica que permite que o material flua e busque o nível horizontal sem o auxílio de vibração ou energia externa. As tentativas do estado da técnica anterior de conseguir auto-nivelação exigiram o uso de água em excesso nas misturas, o que produziu um material composto inaceitável com um desempenho muito baixo de resistência compressiva.

25 A presente invenção se refere a um painel que compreende um núcleo que tem uma fase contínua de uma composição cimentícia. Os ingredientes primários do material do núcleo são: 25-45% em peso de ligante cimentício inorgânico (por exemplo, cimento Portland), 35-65% em peso de enchimento mineral inorgânico (por exemplo,

areia siliciosa) com um tamanho de partícula de cerca de 150-450 micrômetros, 5-15% em peso de micro enchimento pozolânico (por exemplo, sílica de fumo), 0,75-2,5% em peso de agente químico auto-nivelador (por exemplo poliéter carboxilado) e 6-12% em peso de água e uma ausência de farinha de sílica. A composição também pode ter alcanolamina e aditivos de fluidez ácidos (ou sal ácido) para ampliar o tempo de solidificação para a cura final.

O reforço de fibra pode ser disperso pela fase contínua. O painel blindado cimentício reforçado com fibra tem resistência à compressão ultra-alta para suportar balística e cargas explosivas que podem alcançar até pelo menos cerca de 10.000 psi. Estes painéis cimentícios podem ter outras utilizações além de painéis resistentes a explosões devido à sua alta resistência. As fibras de reforço típicas são fibras de vidro resistentes a álcali. Os painéis podem ser concebidos com menos resistência e menos peso para uso, por exemplo, em construções em zonas de terremotos.

O painel pode ter uma superfície de revestimento laminada em um ou ambos os lados do núcleo cimentício. O material de revestimento de polímero reforçado com fibra (FRP) é tipicamente laminado em um ou ambos os lados do núcleo cimentício. Pode ser usada uma variedade de revestimentos para laminar o núcleo do painel blindado cimentício. No entanto, são preferidos como revestimentos os laminados de polímero reforçado com fibra (FRP). Resinas reforçadas com fibra de vidro tais como poliéster reforçado com fibras de vidro tecidas, polietileno, polipropileno são FRP especialmente preferidos. O revestimento (S) é colocado

sobre o núcleo (C) como um laminado de desenho estrutural de SC ou SCS ou SCSCS.

O revestimento pode ser aplicado a um ou mais lados do painel ou cobrir completamente o painel, por exemplo, um
5 painel retangular poderia ser coberto em ambos os lados e em todas as quatro bordas. Além disso, o material elástico para cobrir os painéis pode ser do tipo descrito na Publicação de Pedido de Patente dos Estados Unidos N° US 2009-0004430 A1, Pedido de Patente N° 11/819,340 *Reinforced*
10 *Elastomeric Configuration Tailored to Meet a User's Requirements for Protecting a Structure and a Structure Comprised Thereof*, depositado em 27 de Junho de 2007, aqui dado como incorporado por citação. Métodos para aplicar o material elastomérico ao painel são também proporcionados
15 na Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° US 2009-0004430 A1, Pedido de Patente N° 11/819,340. Outros FRPs são também adequados para uso com as estruturas da presente invenção.

O painel blindado cimentício pode ser unido a pelo
20 menos um lado de uma estrutura de moldura, tal como uma moldura de metal.

Em uma modalidade da invenção, um ou mais painéis cimentícios são montados à moldura por meio do uso de prendedores tais como grampos em foram de "Z" ou grampos em
25 forma de "H" em que os painéis cimentícios são colocados dentro de um canal formado pelos prendedores que são unidos em um lado à moldura de metal. Os painéis cimentícios são montados em pelo menos uma superfície da moldura de metal.

Em outra modalidade do sistema de painel blindado
30 cimentício, os painéis cimentícios são presos de forma

mecânica e/ou adesiva à estrutura de moldura utilizando prendedores mecânicos que passam através de orifícios pré-perfurados nos painéis ou que são unidos de forma adesiva à moldura por meio de adesivos tais como um epóxi.

5 Em uma outra modalidade do sistema de painel blindado cimentício da invenção, um material de enchimento, por exemplo, concreto, areia, concreto celular com uma densidade de cerca de 10-50 libras por pés cúbicos (pcf) e agregado leve (por exemplo, xisto expandido ou argila
10 expandida), é colocado na cavidade entre a moldura para proporcionar proteção adicional contra explosão e impacto balístico.

O processo dessa invenção também permite propriedades de auto-nivelamento da composição cimentícia para uma fácil
15 formação de painéis sem a necessidade de mais água que teria de ser removida.

Conforme discutido anteriormente, há uma necessidade de construir painéis que sejam capazes de substituir os painéis atualmente disponíveis que sofrem das seguintes
20 deficiências: fracas propriedades de fluxo, uma necessidade de quantidades significativas de água para não ser auto-nivelador e quando feitos na forma de painéis cimentícios, têm resistência à compressão insuficiente para resistir a balística e cargas explosivas, desempenho inferior de
25 tenacidade e pouca maneabilidade durante a instalação.

Todas as percentagens e proporções são em peso, salvo indicado em contrário.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A FIG. 1 é uma vista em perspectiva dos painéis
30 blindados cimentícios desta invenção com um núcleo

cimentício reforçado com fibra e revestimento de FRP laminado unido a pelo menos uma superfície do núcleo cimentício.

A FIG. 1A é uma vista em corte transversal do painel blindado cimentício desta invenção com um núcleo cimentício reforçado com fibra e revestimento laminado de polímero reforçado com fibra (FRP) unido a ambas as superfícies do núcleo cimentício, em que tipicamente a camada de revestimento de FRP é unida de forma adesiva a ambas as superfícies do núcleo cimentício.

A FIG. 2 é um diagrama esquemático de um aparelho apropriado para realizar o presente processo para a produção do painel blindado cimentício da invenção.

A FIG. 3 é um gráfico da elevação da temperatura para misturas do Exemplo 8 contendo quantidades variadas de ácido tartárico.

A FIG. 4 é um gráfico do ganho de resistência à compressão para misturas do Exemplo 8 contendo quantidades variadas de ácido tartárico.

A FIG. 5 é um gráfico de perda de abatimento para misturas do Exemplo 9 contendo quantidades variadas de ácido tartárico e quantidades constantes de superplastificante e trietanolamina.

A FIG. 6 é um gráfico do comportamento da elevação da temperatura para misturas do Exemplo 9 contendo quantidades variadas de ácido tartárico e quantidades constantes de superplastificante e trietanolamina.

A FIG. 7 é um gráfico do ganho da resistência à compressão para misturas do Exemplo 9 contendo quantidades

variadas de ácido tartárico e quantidades constantes de superplastificante e trietanolamina.

A FIG. 8 é um gráfico de perda de abatimento para misturas do Exemplo 10 contendo quantidades variadas superplastificante a quantidades constantes de TEA e ácido tartárico.

A FIG. 9 é um gráfico do comportamento da elevação da temperatura para misturas do Exemplo 10 contendo quantidades variadas de superplastificante a quantidades constantes de TEA e ácido tartárico.

A FIG. 10 é um gráfico do ganho da resistência à compressão para misturas do Exemplo 10 contendo quantidades variadas de superplastificante a quantidades constantes de TEA e ácido tartárico.

A FIG. 11 é um gráfico de perda de abatimento para misturas do Exemplo 11 contendo quantidades variadas de ácido tartárico e quantidades constantes de superplastificante e TEA.

A FIG. 12 é um gráfico do comportamento da elevação da temperatura para misturas do Exemplo 11 contendo quantidades variadas de ácido tartárico e quantidades constantes de superplastificante e TEA.

A FIG. 13 é um gráfico do ganho da resistência à compressão para misturas do Exemplo 11 contendo quantidades variadas de ácido tartárico e quantidades constantes de superplastificante e TEA.

A FIG. 14 é um gráfico da atenuação da velocidade balística versus densidade do painel cimentício para painéis blindados cimentícios padrão reforçados com aço em

comparação com painéis blindados cimentícios da invenção sem uma camada de revestimento reforçada com fibra de FRP.

A FIG. 15 é um gráfico da atenuação da velocidade balística versus densidade do painel cimentício para dois, 5 três e quatro painéis que têm uma face de camada de revestimento laminada de polímero reforçado com fibra em comparação com um painel sem uma face de camada de revestimento laminada de polímero reforçado com fibra.

A FIG. 16 é um gráfico que apresenta o abatimento das 10 misturas do Exemplo 13.

A FIG. 17 apresenta a perda de abatimento para a Mistura 1 do Exemplo 13.

A FIG. 18 apresenta os tempos de solidificação (inicial e final) medidos para estas misturas do Exemplo 13 15 usando agulhas de Gillmore.

A FIG. 19 é um gráfico da atenuação da velocidade balística versus densidade superficial para um painel blindado cimentício da presente invenção (sem laminado) em comparação com a de um painel cimentício estrutural.

20 A FIG. 20 é uma vista em perspectiva de um prendedor do tipo "grampo em forma de Z" que pode ser usado para montar painéis blindados cimentícios a uma estrutura de moldura para formar uma montagem da invenção.

A FIG. 21 é uma outra vista do prendedor do tipo 25 "grampo em forma de Z" usado para montar painéis cimentícios em uma modalidade desta invenção.

A FIG. 22 de uma variação do prendedor do tipo "grampo em forma de Z" usado para painéis cimentícios em uma modalidade desta invenção.

A FIG. 23 é um diagrama de camadas múltiplas de painéis blindados cimentícios "flutuante" em um sistema de pista sobre uma estrutura de moldura em forma de "A" usando grampos "Z".

5 A FIG. 24 é uma vista em corte transversal de uma estrutura de moldura da invenção configurada como uma montagem de parede vertical com painéis unidos a uma moldura vertical usando prendedores mecânicos.

10 A FIG. 25 é uma vista lateral de um sistema com painéis blindados cimentícios presos a uma estrutura de moldura de metal.

A FIG. 26 é outra vista lateral de uma moldura de metal com painéis cimentícios unidos a cada lado da moldura de metal.

15 A FIG. 27 é uma vista lateral de um sistema de painel da invenção com painéis blindados cimentícios presos às laterais externas de uma moldura de metal com material de enchimento colocado no interior da cavidade entre os elementos da moldura de metal.

20 A FIG. 28 é uma vista de topo de um sistema de painel da invenção com painéis blindados cimentícios com um revestimento reforçado laminado sobre a superfície exterior do painel cimentício e painéis cimentícios presos a ambos os lados de uma estrutura de moldura de metal com material
25 de enchimento colocado no interior da cavidade entre os elementos da moldura de metal.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES

A. O PAINEL

A presente invenção se refere a um painel de placa
30 cimentícia, reforçado com fibra, dimensionalmente estável.

A FIG. 1 apresenta uma vista em perspectiva de um painel 1 da invenção.

A FIG. 1A apresenta uma vista lateral do painel 1 da FIG. 1 proporcionado adicionalmente com folhas de material de reforço 2 sobre superfícies externas opostas do painel cimentício 1. Assim, o painel 1 da FIG. 1 forma o núcleo cimentício reforçado com fibra e as folhas 2 de material de reforço formam um revestimento sobre os lados opostos do núcleo. Materiais típicos de folha de reforço incluem polímero reforçado com fibra (FRP) ou outro material tal como descrito pelo Pedido Provisório de Patente dos Estados Unidos N° 61/033,264, intitulado PAINÉIS BLINDADOS LAMINADOS À BASE DE CIMENTO, depositado em 3 de Março de 2008, e aqui dado como integralmente incorporado por citação.

Tipicamente, a camada de revestimento de FRP é unida de forma adesiva a ambas as superfícies do núcleo cimentício. Por exemplo, o revestimento reforçado com fibra pode ser laminado à superfície do núcleo com um adesivo epóxi.

O painel inclui um núcleo 11 de fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa de composição cimentícia e fibras de reforço, tais como fibras de vidro, cujo painel compreende, 25-45% em peso de ligante cimentício orgânico, 35-65% em peso de enchimento mineral inorgânico de 150-450 micrômetros, 5-15% em peso de enchimento pozolânico e 0,75-2,5% em peso de agente auto-nivelador superplastificante tal como superplastificante à base de policarboxilato, cerca de 0,005 a cerca de 0,500% em peso do ligante cimentício de uma alcanolamina tal como

trietanolamina e cerca de 0,10 a cerca de 1,80% em peso dos componentes cimentícios de um ácido ou sal ácido tal como ácido tartárico, fibras de reforço tais como fibra de vidro dispersas pela composição cimentícia e 6-12% de água.

5 Os materiais de partida principais usados para produzir os painéis da invenção são ligante cimentício inorgânico, por exemplo, cimento hidráulico, tal como cimento Portland; enchimento mineral inorgânico tal como a preferida areia siliciosa, micro enchimento pozolânico tal
10 como sílica pirogenada, um agente auto-nivelador selecionado de composto à base de policarboxilato particularmente poliéteres e água e fibras de reforço, tais como fibras de vidro e aditivos opcionais que podem ser adicionados à suspensão de material cimentício antes da
15 suspensão ser formada como uma manta.

Os painéis da invenção incluem uma fase contínua de material cimentício no qual as fibras de reforço são distribuídas de modo substancialmente uniforme. No painel da FIG. 1, a fase contínua resulta da cura de uma mistura
20 aquosa do material cimentício e fibras de reforço.

B. FORMULAÇÃO

Os componentes usados para fazer os painéis da invenção estão descritos em mais detalhes adiante.

As proporções de peso típicas dos ingredientes de uma
25 modalidade das composições cimentícias auto-niveladoras, de resistência à compressão ultra-alta da invenção estão apresentadas na TABELA 1. O ligante cimentício inorgânico (cimento hidráulico) e o micro enchimento pozolânico juntos são conhecidos como pó reativo seco.

Classe de Ingrediente	Ingrediente Preferido	Faixa mín típica, (% em peso da composição total incluindo água)	Faixa máx típica, (% em peso da composição total incluindo água)	Formulação típica (% em peso da composição total incluindo água)
Ligante cimentício inorgânico	Cimento Portland	25,0	45,0	37,0
Enchimento mineral inorgânico tamanho de partícula mediano 150-450 micrômetros	Areia siliciosa	35,0	65,0	45,7
Micro enchimento pozolânico	Sílica de fumo tamanho médio de partícula cerca de 0,1 micrômetros	5,0	15,0	6,5
Agente químico auto-nivelador com base orgânica (Super- plastificante)	Aditivo químico à base de poli- carboxilato	0,75	4,5	1,3
Água		6,0	12,0	9,6

As proporções dos ingredientes da composição seca que incluem o ligante cimentício inorgânico e o micro enchimento pozolânico, daqui por diante também referido
5 como o pó reativo seco e o enchimento mineral inorgânico estão apresentados na TABELA 1A.

TABELA 1A - Formulação em peso seco

Ingredientes	Ingrediente	% em peso mínima	% em peso	% em peso da
--------------	-------------	------------------	-----------	--------------

	preferido	típica (peso seco)	máxima típica (peso seco)	formulação típica (peso seco)
Cimento hidráulico inorgânico (ligante)	Cimento Portland	25,0	55,0	41,5
Enchimento mineral inorgânico (tamanho de partícula mediano 150-450 micrômetros)	Areia siliciosa	30,0	60,0	51,2
Micro enchimento pozolânico	Sílica de fumo	2,0	15,0	7,3
Obs: Cimento hidráulico inorgânico e micro enchimento pozolânico combinados são chamados Pó Reativo Seco.				

Micro Enchimento Pozolânico

Os materiais pozolânicos são definidos em ASTM C618-97 como "materiais siliciosos ou siliciosos e aluminosos que neles próprios possuem pouco ou nenhum valor cimentício, mas, na forma finamente dividida e na presença de umidade, reagirão quimicamente com hidróxido de cálcio em temperaturas normais para formar compostos que possuem propriedades cimentícias". Um material pozolânico freqüentemente usado é a sílica de fumo, sílica amorfa finamente dividida que é o produto da fabricação da liga de silício-metal e ferro-silício. Caracteristicamente, tem alto teor de sílica e baixo teor de alumina.

Tipicamente, o material pozolânico tem o tamanho mediano de partícula listado na TABELA 2.

TABELA 2

Enchimento pozolânico

Por exemplo, Sílica de Fumo, Metacaulino, Cinza

Vulcânica, Púmice

Tamanho de Partículas mediano (micrômetros)	Tipo de faixa
≤ 50	Largo
≤ 10	Preferido
$\leq 1,0$	Mais Preferido
$\leq 0,1$	O Mais Preferido

Em uma modalidade da invenção, sílica de fumo, sílica amorfa finamente dividida que é o produto da reação da fabricação da liga de silício-metal e ferro-silício, é o micro enchimento pozolânico preferido. O tamanho médio de partícula das partículas de sílica de fumo é extremamente pequeno, isto é, cerca de 0,1 micrômetros, ou quase cem vezes menor do que o tamanho médio de partícula dos grãos de cimento Portland. Na modalidade mais ampla, o tamanho médio de partícula do material pozolânico deve ser inferior a cerca de 50 micrômetros, com um tamanho de partícula típico de 10 micrômetros ou menos e, mais tipicamente, um tamanho médio de partícula de 1,0 micrômetros ou menos. Em uma modalidade preferida, o tamanho médio de partícula do material pozolânico é de 0,1 micrômetros ou menos, que se constatou proporciona o empacotamento de partícula, reação pozolânica e desenvolvimento de resistência à compressão mais adequados. A adição de micro enchimento pozolânico inorgânico na composição satisfaz duas funções críticas na composição.

O tamanho fino de partícula dos micro enchimentos pozolânicos desempenham um papel crítico no enchimento de espaços vazios de tamanhos variados entre as partículas maiores presentes na mistura. Sem estas partículas de enchimento, estes espaços vazios ficariam sem encher, formando cavidades de ar ou ficando cheios de água. As

cavidades, em última instância, levarão a uma redução tanto na densidade como na resistência à compressão do material final. Os micro enchimentos que enchem estes espaços levam a uma microestrutura significativamente mais densa e aumentam o desempenho de resistência à compressão do material.

O enchimento pozolânico de sílica de fumo também reage com o hidróxido de cálcio produzido como resultado da hidratação do cimento Portland. A reação resulta na formação de silicato de cálcio hidratado, que é um material de ligação durável e extremamente forte que aumenta a resistência e a durabilidade da composição à base de cimento solidificado.

Vários materiais naturais e artificiais foram referidos como tendo propriedades prozolânicas, incluindo púmice, perlite, terra diatomácea, tufo, terra de trass, metacaulino, microsílica, escória de alto-forno granulada moída e cinza volante. Embora a sílica de fumo seja uma pozolana particularmente conveniente para uso nos painéis da invenção, outros materiais pozolânicos podem ser usados. Em contraste com a sílica de fumo, o metacaulino, a escória de alto-forno granulada moída e a cinza volante pulverizada têm um teor de sílica muito menor e grandes quantidades de alumina, mas podem ser materiais pozolânicos eficazes. Quando é utilizada a sílica de fumo, a mesma substituirá cerca de 5 a 20% em peso, preferencialmente 10 a 15% em peso dos pós reativos (exemplo de pós reativos: só cimento hidráulico; misturas de cimento hidráulico e pozolana; ou misturas de cimento hidráulico, sulfato de cálcio alfa hemi-hidratado, pozolana e cal). Se outras pozolanas forem

substituídas, as quantidades utilizadas serão selecionadas para proporcionar um desempenho químico similar à sílica de fumo.

A sílica de fumo é muito distinta de outros enchimentos minerais inorgânicos de partículas finas tais como farinha de sílica definida no Número CAS 87347-84-0 como dióxido de silício feito pela moagem da areia siliciosa até obter um pó muito fino. A farinha de sílica é geralmente usada como um enchimento barato em composições de concreto e plástico.

A sílica de fumo definida pelo Número CAS 67256-35-3, é feita por um método muito diferente por meio da reação de tetracloreto de silício em uma chama de oxí-hidrogênio que tem um excesso de oxigênio. O sólido resultante é um material pozolânico que pode ser vertido, muito leve, macio que tem sido usado em composições cimentícias para melhorar a resistência à compressão, resistência de ligação e resistência a abrasão.

Constatou-se que a proporção do micro enchimento pozolânico para o ligante cimentício inorgânico é amplamente útil na faixa de 0,05 a 0,30, por exemplo, 5 partes a 30 partes em peso de enchimento pozolânico para 95 a 70 partes em peso de ligante cimentício. Constatou-se que uma proporção mais preferida é de 0,10 a 0,25 e constatou-se que a proporção mais preferida é de 0,15 a 0,20 para dar o melhor desempenho de auto-nivelamento, eficiência de empacotamento, reação pozolânica e desenvolvimento de resistência à compressão controlada na composição curada final. A TABELA 2C proporciona uma lista de variações de Proporções de Enchimento Pozolânico/Cimento Hidráulico

Inorgânico.

TABELA 2A

Proporção de Peso de Enchimento Pozolânico/Cimento Hidráulico Inorgânico	
Proporção	Tipo preferido
0,05 a 0,30	Preferido
0,10 a 0,25	Mais Preferido
0,15 a 0,20	O Mais Preferido

Ligantes Cimentícios Inorgânicos (Cimento Hidráulico Inorgânico)

- 5 Os ligantes cimentícios inorgânicos preferidos são selecionados das várias classes de cimentos Portland, com aqueles disponíveis comercialmente com tamanho de partícula mais grosso sendo os mais preferidos na presente composição. A finura Blaine do cimento Portland usada nas
- 10 composições cimentícias desta invenção tipicamente oscilam entre 2000 a 6000 cm^2/grama .

Constatou-se que a necessidade de água relativamente mais baixa dos cimentos Portland com tamanhos de partícula mais grossas resulta em misturas com densidade de material

15 mais alta e desempenho aumentado da resistência à compressão de material.

Enchimento Mineral Inorgânico

O enchimento mineral inorgânico preferido são areias siliciosas que têm distribuições de tamanho de partícula

20 particulares, conforme descrito mais adiante. Estes enchimentos têm várias funções extremamente importantes na composição da invenção.

A estabilidade dimensional do produto final feito com

a composição cimentícia desta invenção é significativamente aumentada com o uso do enchimento mineral inorgânico. As composições de cimento Portland puro tendem a ser dimensionalmente altamente instáveis em condições hidrotérmicas variadas. Os enchimentos minerais tais como areias siliciosas ajudam a melhorar a estabilidade dimensional do material sem sacrificar o desempenho mecânico dos materiais.

As composições de cimento Portland puro são extremamente inclinadas à retração e desenvolvimento associado de fissuras devido à retração plástica restringida do material à medida que passa à solidificação. O efeito da retração plástica restringida se torna mais grave para composições que contêm um teor de água muito baixo, particularmente na presença de materiais pozzolânicos como fumo de sílica. Constatou-se que a areia siliciosa desempenha um importante papel no controle e, em alguns casos, na eliminação, do desenvolvimento de fissuras devido à retração plástica restringida.

Constatou-se que a seleção apropriada da faixa de tamanho de partícula do enchimento mineral inorgânico é providencial em proporcionar um empacotamento de partículas mais denso para a mistura cimentícia dessa invenção. Um empacotamento mais denso leva a menos falhas intrínsecas no material final e isto, por sua vez, em última instância, aumenta o desempenho mecânico e a resistência à compressão do material compósito.

Constatou-se que o tamanho de partícula do enchimento mineral e a quantidade total do enchimento usado na mistura cimentícia contribui, de forma significativa para as

propriedades auto-niveladoras da mistura. Constatou-se que se o enchimento mineral inorgânico tiver um tamanho médio de partícula que é muito fino, o material terá fracas propriedades de fluxo sem comportamento auto-nivelador.

5 Além disso, constatou-se que se a quantidade do enchimento mineral inorgânico for muito alta, isto é, alcançar um limite crítico, o mineral também terá fracas propriedades de fluxo e sem comportamento auto-nivelador.

10 Uma distribuição do tamanho de partícula do enchimento inorgânico que se constatou leva a propriedades de auto-nivelção e desempenho de resistência de compressão ultra-alta está apresentada na TABELA 2B.

TABELA 2B

Tamanho de partícula do enchimento inorgânico em micrômetros	% Mais fino
1000	100
600	90-100
300	40-90
150	10-40
50	Inferior a 10

15 O enchimento mineral inorgânico da composição que se constatou proporciona comportamento auto-nivelador à composição final está descrito pela proporção de peso de enchimento inorgânico para material cimentício na faixa de 0,80 a 1,50:1,0 em peso seco.

20 O tamanho mediano de partícula do enchimento de material orgânico na composição da invenção deve ser na faixa de 150 a 450 micrômetros, mais tipicamente na faixa

de 200 a 400 micrômetros e, preferencialmente, na faixa de 250 a 350 micrômetros. Quando é usado um tamanho mediano de partícula na faixa de cerca de 250 a cerca de 350 micrômetros, constatou-se que a composição exibe melhor comportamento de auto-nivelamento, controle de fissuramento por retração plástica, empacotamento de partícula eficaz e melhor desenvolvimento de resistência à compressão. O enchimento mineral inorgânico típico tem o tamanho mediano de partícula listado na TABELA 2C.

10

TABELA 2C

Enchimento Mineral Inorgânico Por exemplo, Areia Siliciosa, Areia de Zircônio, Areia de Alumina	
Tamanho Mediano de Partícula	Tipo de faixa
150 - 450 micrômetros	Preferido
200 - 400 micrômetros	Mais Preferido
250 - 350 micrômetros	O Mais preferido

15

20

Outro parâmetro que se constatou proporciona melhores resultados é a proporção do enchimento do mineral inorgânico, por exemplo, areia siliciosa, para o pó reativo seco (o peso combinado do ligante cimentício inorgânico e os pós reativos de micro enchimento pozolânico). Bons resultados são obtidos a proporções de cerca de 0,75 a 1,50:1,0 com resultados mais preferidos sendo nas proporções de 0,80 a 1,20:1,0 e melhor auto-nivelamento, empacotamento de partícula eficaz e desenvolvimento de resistência de compressão sendo obtidos nas proporções de 0,90 a 1,10:1,0, por exemplo, 90 a 110 partes em peso de enchimento mineral inorgânico tal como areia siliciosa para 100 partes de ligante cimentício e enchimento pozolânico

combinados. A TABELA 2D proporciona uma lista de variações para Proporções de Enchimento Mineral Inorgânico/Pós Reativos Secos.

TABELA 2D

Proporção de Peso do Enchimento Mineral Inorgânico/Pó Reativo Seco	
Proporção	Tipo Preferido
0,75 a 1,50	Preferido
0,80 a 1,20	Mais Preferido
0,90 a 1,10	O Mais Preferidos
Obs: Cimento hidráulico inorgânico e micro enchimento pozzolânico combinados são chamados Pó Reativo Seco.	

5 Água

Tipicamente a proporção de peso de água para o ligante cimentício inorgânico e pó reativo seco de enchimento pozzolânico é mantida em 0,35 ou menos, com uma proporção típica sendo inferior a cerca de 0,25 a 0,30:1,0 e melhor empacotamento de partícula e resistência à compressão sendo conseguidos em proporções de água para pó reativo de 0,20:1,0 ou menos. A TABELA 2E proporciona uma lista de variações para Proporção de Água/Pó Reativo Seco.

TABELA 2E

Proporção de peso de Água/Pós Reativos Secos	
Proporção preferida	Tipo de Faixa
$\leq 0,35$	Proporção máximo de água/ pós reativos secos
$\leq 0,30$	Preferido
$\leq 0,25$	Mais Preferido
$\leq 0,20$	O Mais Preferido

Obs: Cimento hidráulico inorgânico e micro enchimento pozolânico combinados são chamados Pó Reativo Seco.

Agente Auto-Nivelador - Superplastificante

Constatou-se que aditivos orgânicos à base de química de policarboxilato são agentes de auto-nivelamento exclusivamente eficazes na composição da invenção e proporcionam a fluidez necessária e propriedades de fluxo para o desenvolvimento de resistência à compressão a longo prazo do painel blindado cimentício curado.

Constatou-se que as composições à base de policarboxilato são eficazes quando usadas em uma quantidade de cerca de 0,25 a 5,00% em peso e, mais tipicamente, 0,50 a 3,0% em peso do material cimentício em peso seco. As quantidades em níveis inferiores a cerca de 0,25% não proporcionam qualquer melhora significativa em fluidez e propriedades de fluxo do material cimentício. O uso de níveis do Superplastificante à base de policarboxilato acima de cerca de 5,0% em peso, provoca um impacto adverso significativo sobre o desenvolvimento a longo prazo da resistência à compressão. A TABELA 2F proporciona uma lista de variações de superplastificantes.

TABELA 2F

Superplastificante	
Policarboxilato de poliéteres	
Faixa de Dosagem	Tipo de Faixa
0,25 a 5,00% em peso de pós reativos secos	Faixa Ampla
0,50 a 3,00% em peso de pós reativos secos	Faixa Preferida
0,75 a 1,50% em peso de pós reativos secos	Faixa Mais Preferida
1,00 a 1,25% em peso de pós reativos secos	A Faixa Mais Preferida
Obs: Cimento hidráulico inorgânico e micro enchimento pozolânico	

combinados são chamados Pó Reativo Seco.

Quando o superplastificante de policarboxilato é usado nas dosagens especificadas em mistura com os outros componentes da composição cimentícia da invenção, são obtidas composições cimentícias auto-niveladoras.

5 Tipicamente, o superplastificante de policarboxilato pode ser reduzido a cerca de 0,75 a 1,50% em peso de pós reativos secos e até cerca de 1,0 a 1,25% em peso de pós reativos secos enquanto ao mesmo tempo ainda dá o período de fluidez desejado e o desenvolvimento de resistência à
10 compressão a longo prazo quando alcanolaminas, por exemplo, TEA e aditivos ácidos, por exemplo, ácido tartárico, são usados nas quantidades específicas na presente invenção.

O termo agente auto-nivelador à base de policarboxilato usado por toda esta memória descritiva se
15 refere a polímeros com um esqueleto de carbono com cadeias laterais pendentes, em que pelo menos uma porção das cadeias laterais são ligadas ao esqueleto através de um grupo carboxila ou um grupo éter. Exemplos dessas composições de policarboxilato podem ser encontrados na Patente dos
20 Estados Unidos 6.942.727 B2 na Col. 4, linhas 16-32, que é aqui dada como incorporada por citação. Dispersantes de policarboxilato são muito eficazes na dispersão e redução do teor de água em cimentos hidráulicos. Estes dispersantes ou Superplastificantes funcionam circundando uma partícula
25 a ser dispersa e depois forças de repulsa entre cada cadeia do polímero mantêm as partículas separadas e mais fluidas.

O agente policarboxilato usado na composição cimentícia pode incluir, mas não é limitado a dispersantes ou redutores de água comercializados com as marcas

registradas GLENIUM 3030NS, GLENIUM 3200 HES, GLENIUM 3000NS (Master Builders Inc., Cleveland, Ohio), ADVA (W. R. Grace Inc., Columbia, Md.), VISCOCRETE (Sika, Estocolmo, Suécia) e SUPERFLUX (Axim Concrete Technologies Inc., Middlebranch, Ohio). Dois exemplos de composições de poliéter policarboxilado disponíveis comercialmente que proporcionaram bons resultados nesta invenção são Adva® Cast e Adva® Cast 500, disponíveis comercialmente da W. R. Grace, Columbia, MD.

10 Alcanolamina e Ácido/Sal Ácido

Conforme mencionado acima, a alcanolamina, por exemplo, trietanolamina (TEA) e ácido ou sal ácido, por exemplo, o ácido tartárico, podem ser adicionados para controlar a fluidez da composição cimentícia. A adição de cerca de 0,005% a cerca de 0,500% de TEA em peso do material cimentício, mais tipicamente, 0,010% a cerca de 0,250% em peso, mais preferencialmente 0,020% a 0,100% em peso e mais preferencialmente cerca de 0,025 a 0,075% em peso de pó reativo seco permite o uso de uma quantidade menor do agente nivelador Superplastificante. Por exemplo, a adição de alcanolamina e ácido/sal ácido permite usar somente cerca de um terço da quantidade que, caso contrário é usada, enquanto se obtém a taxa desejada de desenvolvimento de resistência à compressão do painel.

25 Além disso, a adição de alcanolamina e ácido/sal ácido atrasa o período de cura para permitir a manipulação e acabamento do painel blindado cimentício. Isto também permite que a composição cimentícia tenha um período mais prolongado para manipulação do painel entre o tempo que o painel solidifica o suficiente para ser manuseado e ser

30

lixado para o acabamento final antes que a composição cimentícia atinja a sua forma de painel final totalmente solidificada. Em quantidades inferiores a cerca de 0,005%, o tempo de cura é rápido demais e não há melhora no desenvolvimento da resistência à compressão a longo prazo do painel.

Quando são usados mais de 0,500% de TEA, a cura é rápida demais para melhorar o período de manipulação e a resistência à compressão não desenvolve durante um período suficiente de tempo para dar níveis de resistência de compressão superiores a cerca de 10.000 psi, por exemplo, de 15.000 psi ou 20.000 psi a 25.000 a 30.000 psi para uma resistência a explosão e balística eficaz.

A TABELA 2G proporciona uma lista de variações para alcanolaminas. Exemplos de alcanolaminas adequadas para uso nas modalidades da presente invenção incluem uma ou mais monoetanolamina, dietanolamina e trietanolamina.

TABELA 2G

Alcanolaminas	
Por exemplo, Trietanolamina, Dietanolamina, Monoetanolamina	
Faixa de Dosagem	Tipo de Faixa
0,005 a 0,500% em peso de pó reativo seco	Faixa Ampla
0,010 a 0,250% em peso de pó reativo seco	Faixa Preferida
0,020 a 0,100% em peso de pó reativo seco	Faixa Mais Preferida
0,025 a 0,075% em peso de pó reativo seco	A Faixa Mais Preferida
Obs: Cimento hidráulico inorgânico e micro enchimento pozolânico combinados são chamados Pó Reativo Seco.	

Constatou-se que o uso de ácidos, por exemplo, ácido tartárico ou sais ácidos, em combinação com as alcanolaminas acima discutidas, é eficaz na redução da

quantidade de Superplastificante necessário para fluidez e propriedades de fluxo. Melhora também o desenvolvimento do ganho da resistência à compressão ao longo do tempo em níveis de cerca de 0,10 a cerca de 1,80% em peso do material cimentício, com o uso típico sendo na faixa de cerca de 0,20 a 1,20 % e faixas preferidas sendo de cerca de 0,30% a 0,80% em peso e a quantidade mais preferida sendo de cerca de 0,40% a 0,60 % em peso. Quando é usado o ácido tartárico em menos de cerca de 0,10%, não há melhora no desenvolvimento da resistência à compressão ou qualquer redução na quantidade de Superplastificante necessária para dar a fluidez necessária e propriedades de fluxo do material cimentício. Em níveis superiores a 1,8% em peso, o desenvolvimento a longo prazo da resistência à compressão é degradada a níveis abaixo da resistência à compressão necessária para uso como um painel blindado cimentício eficaz.

Outros exemplos de aditivos ácido/sal ácido adequados para melhorar a fluidez incluem, mas não são limitados a ácido cítrico, tartarato de potássio, tartarato de sódio, tartarato de sódio-potássio e citrato de sódio.

A TABELA 2H proporciona uma lista de variações para ácidos e sais ácidos que podem ser usados nas modalidades da presente invenção.

TABELA 2H

Ácidos e Sais Ácidos:	
Ácido Tartárico, Tartarato de Potássio, Tartarato de Sódio, Tartarato de Sódio-Potássio, Ácido Cítrico, Citrato de Sódio	
Faixa de Dosagem	Tipo de Faixa
0,10 to 1,80% em peso de pó reativo seco	Faixa Ampla

0,20 to 1,20% em peso de pó reativo seco	Faixa Preferida
0,30 to 0,80% em peso de pó reativo seco	Faixa Mais Preferida
0,40 to 0,60% em peso de pó reativo seco	A Faixa Mais Preferida
Obs: Cimento hidráulico inorgânico e micro enchimento pozolânico combinados são chamados Pó Reativo Seco.	

Fibras de Reforço

Os painéis blindados cimentícios da invenção, tipicamente, incluem fibras de reforço, por exemplo, fibras de vidro ou fibras de aço. No entanto, produtos sem fibras de reforço também entram na presente invenção.

O painel blindado cimentício é tipicamente reforçado com uma ou mais camadas de fibras de vidro cortadas livremente incrustadas nas camadas cimentícias uma vez que o painel é feito de suspensão cimentícia depositada na linha de formação, conforme descrito em detalhe adiante. As fibras de vidro são cortadas em um comprimento de cerca de 0,5 polegadas (1,3 cm) a cerca de 1,5 polegadas (3,8 cm). As fibras de vidro são monofilamentos que têm um diâmetro de cerca de 5 a 25 microns (micrômetros), tipicamente cerca de 10-15 microns (micrômetros).

Os painéis blindados cimentícios são uniformemente reforçados com fibras de vidro em uma quantidade de cerca de 0,5% a cerca de 6% em volume da composição de material compósito como um todo, mais tipicamente cerca de 3% a cerca de 3,5% em volume, antes de serem curados para formar um painel blindado cimentício. A composição cimentícia total significa o ligante inorgânico total, o enchimento mineral inorgânico, o enchimento pozolânico, o agente de auto-nivelamento e aditivos como retardadores e aceleradores. Deste modo, para 100 pés cúbicos de

composição total, há 0,5 a 6 pés cúbicos de fibras. Os painéis blindados cimentícios são também 0,5-6% em volume da composição úmida total usada para fazer um artigo compósito bem como o próprio artigo compósito.

5 As fibras de vidro resistentes a álcali (Fibras de vidro AR), tais como Nippon Electric Glass (NEG) 350Y podem ser usadas quando é importante a resistência a álcali. Constatou-se que estas fibras proporcionam resistência de ligação superior à matriz e, deste modo, são preferidas
10 para os painéis da invenção. As fibras de vidro são monofilamentos que têm um diâmetro de cerca de 5 a 25 microns (micrômetros) e, tipicamente, cerca de 10 a 15 microns (micrômetros). De um modo geral, os filamentos são combinados em cordões de 100 filamentos, que podem ser
15 unidos em mechas contendo cerca de 50 cordões. Os cordões ou mechas, de um modo geral, serão cortados em filamentos e feixes de filamentos adequados de, por exemplo, cerca de 0,25 a 3 polegadas (6,3 a 76 mm) de comprimento, preferencialmente 0,5 a 1,5 polegadas (13 a 38 mm), mais
20 preferencialmente, 1 a 1,5 polegadas (25 a 38 mm).

 É também possível incluir outras fibras nos painéis blindados cimentícios da invenção em lugar de alguma ou toda a fibra de vidro preferida. Estas outras fibras podem ser um ou mais elementos do grupo que consiste em fibras
25 celulósicas, tais como fibras de papel; fibras poliméricas, por exemplo, álcool polivinílico, polipropileno, polietileno, polietileno de alta densidade, poliacrilonitrila, poliamida, poliimida e/ou fibras de aramida. Fibras de carbono e fibras de metal tais como
30 fibras de aço também podem ser usadas para reforçar os

painéis blindados cimentícios, embora as fibras de vidro tenham proporcionado painéis blindados cimentícios com excelente resistência a explosão e propriedades de impacto balístico.

5 Aditivos Opcionais Adicionais

Outros aditivos conhecidos para uso em composições cimentícias, como por exemplo, aditivo introdutor de ar, tensoativos, aceleradores, retardadores e plastificantes adicionais também podem ser usados. Em particular, agentes redutores de água, tais como sulfonatos de polinaftaleno, ligno-sulfonatos e sulfonatos de melamina podem ser adicionados à fase contínua e funcionarão como plastificantes secundários em combinação com o Superplastificante à base de policarboxilato.

15 Revestimento de Reforço de Alto Desempenho

O núcleo cimentício, reforçado com fibras dos painéis blindados é reforçado por meio de um revestimento de reforço de alto desempenho unido a uma ou ambas as superfícies do núcleo cimentício. O revestimento de reforço pode ser feito de uma variedade de materiais de reforço de alto desempenho tais como laminados de polímero reforçado com fibra (FRP), laminados de metal fino, laminados de compósito FRP-metal, tela em ponto aberto, tela em ponto fechado, etc. O revestimento de reforço é unido ao núcleo cimentício por meio de um agente de ligação. Por exemplo, os adesivos podem ser utilizados para unir o revestimento ao núcleo. Os adesivos típicos adequados são uretânos (termoplástico e temperatura ambiente), epóxis e outros adesivos poliméricos. O revestimento pode ser aplicado a um ou mais lados do painel ou cobrir completamente o painel,

por exemplo, um painel retangular poderia ser coberto em ambos os lados e todas as quatro bordas.

Alternativamente, o revestimento de reforço pode ser incrustado no núcleo cimentício, deste modo evitando a
5 necessidade de um agente de ligação.

O material elástico para cobrir os painéis pode ser do tipo descrito na Publicação de Pedido de Patente dos Estados Unidos N° US 2009-0004430 A1, Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 11/819,340 *Reinforced Elastomeric*
10 *Configuration Tailored to Meet a User's Requirements for Protecting a Structure and a Structure Comprised Thereof*, depositado em 27 de Junho de 2007, aqui dado como incorporado por citação. Métodos para aplicar o material elastomérico ao painel são também proporcionados na
15 Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° US 2009-0004430 A1, Pedido de Patente N° 11/819,340. Outros FRPs são também adequados para uso com as estruturas da presente invenção.

Os laminados de polímero reforçados com fibra tais
20 como resina de poliéster reforçada com fibra de vidro, polietileno reforçado com fibra de vidro e resinas de polipropileno reforçadas com fibra de vidro são tipicamente usados com um laminado de resina de poliéster reforçado com fibra de vidro tecido Kemlite ArmorTuf® disponível da Crane
25 Composites, Inc., sendo preferido. Os laminados de FRP podem compreender fibras de reforço incrustadas em uma resina polimérica seja na forma contínua, na forma descontínua ou uma combinação de ambas.

Podem ser usadas uma variedade de fibras como reforço
30 no laminado de FRP. Incluindo fibras preferias tais como

fibras de vidro, fibras de aramida, fibras de fluoropolímero Kevlar® e fibras de metal, tais como fibras de aço.

Depois do endurecimento final na forma de um painel cimentício reforçado com fibra com um revestimento de reforço de alto desempenho unido a pelo menos uma superfície do núcleo cimentício, conforme descrito adiante, o painel exibe a resistência a explosão e estabilidade dimensional desejáveis do material compósito cimentício.

BREVE DESCRIÇÃO DA PRODUÇÃO DE UM PAINEL DA PRESENTE INVENÇÃO

FORMAÇÃO

O painel cimentício é formado em uma linha de formação, em primeiro lugar depositando uma camada de fibra cortada, como por exemplo, fibras de vidro AR sobre um transportador em uma esteira rolante seguido pelo depósito de uma camada da suspensão cimentícia sobre a camada de fibra cortada e, depois, pelo depósito de uma segunda camada de fibra cortada e, em seguida, passando as camadas através de um dispositivo de embutimento para embutir as fibras de vidro de forma aleatória na camada de suspensão cimentícia. As etapas são então repetidas uma segunda vez para acumular uma segunda camada para produzir um painel cimentício de aproximadamente 0,50 polegadas de espessura. Uma terceira camada só de suspensão cimentícia é depositada sobre a superfície superior do painel e imediatamente nivelada por uma placa de sarrafeamento para proporcionar uma superfície superior relativamente lisa do painel produzido.

CURA

Os painéis resultantes são então armazenados sobre uma superfície plana e curados à temperatura e condições de umidade ambientais durante um período inicial de entre 8 e 72 horas depois da formação em úmido (moldagem). Os painéis são então umedecidos e acondicionados em plástico para evitar a perda de umidade. Os painéis acondicionados são curados a 140 °F (60 °C) durante 7 dias.

ACABAMENTO (Acabamento da superfície)

Maquinaria de acabamento de superfície é usada para calibrar os painéis a uma espessura de cerca de 0,50 polegadas (1,3 cm), por exemplo, 53 polegadas e proporcionar uma superfície lisa nas superfícies superior e inferior do painel.

CORTE

Os painéis são cortados no tamanho desejado por meio do uso de métodos de corte convencionais, como por exemplo, por serração a seco ou corte sob jato de água.

As propriedades de fluxo e comportamento de auto-nivelamento das composições cimentícias desta invenção foram caracterizadas usando o teste de abatimento. O teste de abatimento usado nos ensaios a seguir usa um cilindro oco de 5,08 cm (2 polegadas) de diâmetro e 10,16 cm (4 polegadas) de comprimento mantido verticalmente sobre uma superfície plástica. O cilindro é cheio até o topo com a mistura cimentícia seguida por nivelamento da superfície superior para remover o excesso de mistura de suspensão. O cilindro é então suavemente levantado verticalmente para permitir que a suspensão saia pelo fundo e se espalhe sobre a superfície do plástico para formar uma massa circular. O diâmetro da massa é então medido e registrado como o

abatimento do material. As composições com bom comportamento de fluxo produzem um valor de abatimento mais elevado.

Para fazer uso de métodos de fabricação convencionais de alta eficiência para produzir artigos à base de cimento é desejável que as suspensões cimentícias tenham um valor de abatimento inferior a cerca de 5 polegadas (12,7 cm). As suspensões com um valor de abatimento superior a 5 polegadas (12,7 cm) são difíceis de manipular e processar usando os métodos de fabricação convencionais.

A influência de várias variáveis das matérias primas sobre as propriedades de fluxo e comportamento de auto-nivelamento foi determinada usando o teste de abatimento nos exemplos descritos adiante.

15 DESCRIÇÃO DETALHADA DE UM PROCESSO DE LINHA DE PRODUÇÃO PARA PRODUZIR UMA COMPOSIÇÃO DE NÚCLEO DO PAINEL CIMENTÍCIO DA INVENÇÃO

Com referência agora à FIG. 2, uma linha de produção do painel blindado cimentício está ilustrada de forma diagramática e é genericamente indicada pelo numeral 10. A linha de produção 10 inclui uma moldura de suporte ou mesa de formação 12 que tem uma pluralidade de pernas 13 ou outros suportes. Incluído sobre a moldura de suporte 12 está um transportador móvel 14, como por exemplo uma esteira rolante sem fim, similar a borracha, com uma superfície lisa impermeável à água, embora superfícies porosas sejam contempladas. Conforme é conhecido na técnica, a moldura de suporte 12 pode ser feita de pelo menos um segmento similar a uma mesa, que pode incluir pernas designadas 13 ou outra estrutura de suporte. A

moldura de suporte 12 também inclui um rolo de tração 16 principal em uma extremidade distal 18 da moldura e um rolo compensador 20 em uma extremidade proximal 22 da moldura. Além disso, pelo menos um sistema de correção da correia e/ou dispositivo de tensionamento 24 é tipicamente proporcionado para manter uma tensão e posicionamento desejados do transportador 14 sobre os rolos 16, 20. Nesta modalidade, os painéis são produzidos continuamente à medida que o transportador móvel prossegue em uma direção "T" desde a extremidade proximal 22 até a extremidade distal 18.

Nesta modalidade, uma folha contínua 26 de papel Kraft, papel de libertação ou um transportador plástico, para suportar uma suspensão antes da solidificação, pode ser proporcionada e colocada sobre o transportador 14 para proteger o mesmo e/ou mantê-lo limpo.

No entanto, é também contemplado que, em vez da folha contínua 26, folhas individuais (não ilustradas) de um material relativamente rígido, por exemplo, folhas de plástico polimérico, podem ser colocadas sobre o transportador 14.

É também levado em consideração que os painéis blindados cimentícios produzidos pela presente linha sejam formados diretamente sobre o transportador 14. Nessa situação, é proporcionada pelo menos uma unidade 28 de lavagem da correia. O transportador 14 é movido ao longo da moldura de suporte 12 por uma combinação de motores, roldanas, correias ou correntes que acionam o rolo de tração 16 principal como é conhecido na técnica. É contemplado que a velocidade do transportador 14 também

varia para se adaptar ao produto que está sendo fabricado.

CORTADOR

Nesta modalidade da presente invenção, a produção do painel blindado cimentício é iniciada depositando uma
5 camada de fibra de vidro 30 cortada, solta, de cerca de 0,5 polegadas a cerca de 1,5 polegadas (1,3 a 3,8 cm) de comprimento e cerca de 5 a cerca de 25 micrômetros de diâmetro e, tipicamente, 10-15 micrômetros de diâmetro, em cima de um transportador de plástico sobre a folha 26. Uma
10 variedade de dispositivos de corte e deposição são contemplados pela presente linha 10. Por exemplo, um sistema típico emprega uma armação 31 que sustenta várias bobinas 32 de corda de fibra de vidro, de cada uma das quais uma extensão ou fio 34 de fibra é alimentado a uma
15 estação ou aparelho de corte, também referido como um cortador 36. Tipicamente, vários cordões de fibra de vidro são alimentados em cada uma das estações de corte.

O cortador 36 inclui um rolo de lâminas rotativo 38 do qual se projetam radialmente lâminas estendidas 40 que se
20 estendem transversalmente pela largura do transportador 14 e que é disposto em estreita relação de contacto, rotativa com um rolo de bigorna 42. Na modalidade preferida, o rolo de lâminas 38 e o rolo de bigorna 42 são dispostos em relação relativamente estreita tal que a rotação do rolo de
25 lâminas 38 também gira o rolo de bigorna 42, no entanto o inverso é também levado em consideração. Além disso, o rolo de bigorna 42 é preferencialmente coberto com um material de suporte resistente contra o qual as lâminas 40 cortam as cordas 34 em segmentos. O espaçamento das lâminas 40 sobre
30 o rolo 38 determina o comprimento das fibras cortadas.

Conforme observado na FIG. 2, o cortador 36 é disposto acima do transportador 14 próximo à extremidade proximal 22 para maximizar o uso produtivo do comprimento da linha de produção 10. À medida que as cordas de fibra 34 são cortadas, as fibras caem de forma livre sobre a folha do transportador 26.

MISTURADOR DE SUSPENSÃO

A presente linha de produção 10 inclui uma estação de alimentação de suspensão ou alimentador de suspensão ou caixa de entrada, genericamente designada pelo numeral 44 e uma fonte de suspensão que nesta modalidade é um misturador para composição úmida 47. O alimentador de suspensão 44 recebe um fornecimento de suspensão 46 do misturador 47 para depositar a suspensão 46 sobre as fibras cortadas sobre a folha do transportador 26.

APARELHO DE ALIMENTAÇÃO DE SUSPENSÃO

Com referência agora à FIG. 2, conforme mencionado acima, o presente aparelho de alimentação de suspensão, também referido como estação de alimentação de suspensão, alimentador de suspensão ou caixa de entrada de suspensão, genericamente designado pelo numeral 44 recebe um fornecimento de suspensão 46 do misturador para composição úmida 47.

O alimentador de suspensão 44 preferido inclui um rolo de medição principal 48 disposto transversalmente na direção do trajeto "T" do transportador 14. Um rolo companheiro ou de suporte 50 é disposto em relação estreita, paralela, rotativa ao rolo de medição 48. A suspensão 46 é depositada em um ponto de contato 52 entre os dois rolos 48, 50.

O alimentador de suspensão 44 também tem uma porta 132 montada nas paredes laterais 54 do aparelho de alimentação de suspensão 44 para ser montada adjacente à superfície do rolo de medição 48 para formar um ponto de contato entre os mesmos. A porta 132 fica acima do rolo de medição 48 de modo que o ponto de contato fica situado entre a porta 132 e uma porção superior do rolo 48. Os rolos 48, 50 e a porta 132 ficam dispostos em relação suficientemente estreita para que o ponto de contato entre o rolo 48 e a porta 132 retenha um fornecimento da suspensão 46, ao mesmo tempo os rolos 48, 50 giram em relação um ao outro. A porta 132 é proporcionada com um vibrador (não ilustrado). O rolo de medição 48 gira do ponto de contato 52 para o ponto de contato entre o rolo 48 e a porta 132.

A porta 132 pode ser centrada acima do rolo de medição 48 ou ligeiramente a montante da posição centrada acima do rolo de medição 48.

Embora sejam levados em consideração outros tamanhos, tipicamente, o rolo de medição 48 tem um diâmetro maior do que o rolo companheiro 50.

Além disso, tipicamente, um dos rolos 48, 50 tem um exterior liso de aço inoxidável e o outro, preferencialmente o rolo companheiro 50, tem um material elástico, não adesivo que cobre o seu exterior.

A porta vibratória 132 auxilia a evitar o acúmulo significativo de suspensão 46 na porta 132 e controla a espessura da suspensão 46 depositada sobre o rolo de medição 48. A porta vibratória 132 pode ser facilmente removida da montagem da parede para limpeza e manutenção.

Uma descrição mais detalhada da porta vibratória pode ser

encontrada na Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos 2008/0101150, Pedido N° 11/555,655 de 1° de Novembro de 2006, aqui dado como integralmente incorporado por citação.

5 Tipicamente, o alimentador de suspensão 44 tem um par de paredes laterais 54 relativamente rígidas (uma ilustrada), preferencialmente feitas ou revestidas com material não-adesivo, tal como TEFLON® ou semelhante. As paredes laterais 54 evitam que a suspensão 46 vertida no
10 ponto de contato 52 escape para fora dos lados do alimentador de suspensão 44. As paredes laterais 54, preferencialmente presas à armação de suporte 12 (FIG. 2) estão dispostas em estreita relação às extremidades dos rolos 48, 50 para reter a suspensão 46. No entanto, as
15 paredes laterais 54 não estão excessivamente próximas das extremidades dos rolos para interferir com a rotação do rolo.

Uma característica importante da presente invenção é que o alimentador de suspensão 44 deposita uma camada
20 uniforme da suspensão 46 de espessura relativamente controlada sobre a folha 26 do transportador móvel. As espessuras adequadas da camada oscilam de cerca de 0,16 polegadas ou 0,25 polegadas. No entanto, com duas camadas preferidas no painel blindado cimentício produzido pela
25 linha de produção 10, e um painel adequado tendo aproximadamente 0,5 polegadas, uma espessura de camada de suspensão especialmente preferida está na faixa de 0,25 polegadas. No entanto, para um painel alvo a espessura de formação é de cerca de 0,53 polegadas, a espessura da
30 camada padrão é tipicamente mais próxima a cerca de 0,265

polegadas em cada uma das duas estações de formação.

Deste modo, a distância relativa entre a porta vibratória 132 e o rolo de medição principal 48 pode ser ajustada para variar a espessura da suspensão 46 depositada.

A fim de assegurar uma disposição uniforme da suspensão 46 por toda a folha 26, a suspensão 46 é fornecida ao alimentador de suspensão 44 através de uma mangueira 56 ou conduta similar que tem uma primeira extremidade em comunicação fluida com a saída do misturador de suspensão ou reservatório 47. Uma segunda extremidade da mangueira 56 é conectada a um dispensador alimentado a fluido, dirigido por cabo, lateralmente correspondente, do tipo bem conhecido na técnica. A suspensão que flui da mangueira 56 é, deste modo, vertida dentro do alimentador 44 em um movimento lateralmente correspondente para encher um reservatório definido pelos rolos 48, 50 e as paredes laterais 54 do alimentador de suspensão 44.

A rotação do rolo de medição 48 arrasta uma camada de suspensão 46 a partir do reservatório definido pelos rolos 48, 50 e as paredes laterais 54 do alimentador de suspensão 44.

Outra característica do presente aparelho alimentador 44 é que o rolo de medição principal 48 e o rolo companheiro 50 são ambos dirigidos na mesma direção, o que minimiza as oportunidades para a solidificação prematura da suspensão sobre as respectivas superfícies externas móveis. Um sistema de transmissão (não ilustrado), que inclui um motor alimentado a fluido, elétrico ou outro motor adequado é conectado ao rolo de medição principal 48 ou o rolo

companheiro 50 para dirigir o(s) rolo(s) na mesma direção, que é no sentido horário quando visto na FIG. 2. Conforme é sabido na técnica, qualquer um dos rolos 48, 50 pode ser dirigido e o outro rolo pode ser conectado por meio de roldanas, correias, correntes ou rodas dentadas, engrenagens ou outra tecnologia de transmissão de potência conhecida para manter uma relação rotativa positiva e comum.

À medida que a suspensão 46 sobre a superfície externa do rolo 48 se move na direção da folha do transportador móvel 26, é importante que toda a suspensão fique depositada sobre a folha e não se desloque de volta para cima na direção do ponto de contato 52. Este deslocamento para cima facilitaria a solidificação prematura da suspensão 46 sobre os rolos 48, 50 e interferiria com o movimento suave da suspensão desde o reservatório 57 até a folha do transportador 26.

Com a finalidade de auxiliar a evitar este deslocamento para cima, o alimentador de suspensão 44 tem uma lâmina dosadora 134 localizada entre o rolo de medição principal 48 e a folha do transportador 26. A lâmina dosadora 134 assegura que a suspensão 46 cubra de modo uniforme a camada de fibra de vidro sobre a folha do transportador 26 e não prossiga para cima na direção do ponto de contato 52 e o reservatório do alimentador 57. A lâmina dosadora 134 auxilia a manter o rolo de medição principal 50 livre da suspensão 46 que solidifica prematuramente.

A lâmina dosadora 134 remove a suspensão da superfície do rolo de medição 48 como o arame usado no processo da

Patente dos Estados Unidos N° 6,986,812, de Dubey et al. A lâmina dosadora 134 também serve para recolher a suspensão 46 em uma camada uniforme ou cortina e dirigir a suspensão 46 para baixo na direção do movimento da folha até um ponto
5 cerca de 1,0 a 1,5 polegadas (2,54 a 3,81 cm) acima da camada de fibra de vidro sobre a folha para cobrir, de modo uniforme, a camada de fibra de vidro com a suspensão 46. Isto é particularmente importante quando são usadas suspensões mais finas que têm uma tendência a pingar sobre
10 os arames.

PROCESSAMENTO A JUSANTE DO APARELHO DE ALIMENTAÇÃO DE SUSPENSÃO

Com referência uma vez mais à FIG. 2, os outros componentes operacionais da linha de produção do painel
15 blindado cimentício serão descritos resumidamente, mas os mesmos estão descritos em mais detalhes nos seguintes documentos:

Patente dos Estados Unidos N° 6,986,812, de Dubey et al., intitulada APARELHO DE ALIMENTAÇÃO DE SUSPENSÃO PARA
20 PRODUÇÃO DE PAINEL CIMENTÍCIO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA, aqui dada como integralmente incorporada por citação; e

os seguintes pedidos de patentes dos Estados Unidos, co-pendentes, do mesmo requerente, todos aqui dados como
25 integralmente incorporados por citação;

Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2005/0064164 A1, de Dubey et al., pedido n° 10/666,294, intitulado PROCESSO MULTICAMADA E APARELHO PARA A PRODUÇÃO DE PAINÉIS CIMENTÍCIOS ESTRUTURAIS REFORÇADOS COM FIBRA DE
30 ALTA RESISTÊNCIA;

Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2005/0064055 A1, de Porter, application no. 10/665,541, intitulado DISPOSITIVO DE INCRUSTAÇÃO PARA SUSPENSÃO INTENSIFICADA POR FIBRA;

5 Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 11/555,655, intitulada MÉTODO PARA MISTURA EM ÚMIDO DE SUSPENSÃO CIMENTÍCIA PARA PAINÉIS DE CIMENTO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA, depositado em 1° de Novembro de 2006;

10 Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 11/555,658, intitulado APARELHO E MÉTODO PARA MISTURA EM ÚMIDO DE SUSPENSÃO CIMENTÍCIA PARA PAINÉIS DE CIMENTO ESTRUTURAL REFORÇADOS COM FIBRA, depositado em 1° de Novembro de 2006;

15 Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 11/555,661, intitulado PROCESSO PARA ALISAR PAINEL E APARELHO PARA FORMAR UMA SUPERFÍCIE CONTÍNUA LISA EM PAINÉIS DE CIMENTO ESTRUTURAL REFORÇADO COM FIBRA, depositado em 1° de Novembro de 2006;

20 Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 11/555,665 intitulado CALIBRAÇÃO DA ESPESSURA DE SUSPENSÃO ÚMIDA E MÉTODO PARA USO DA MESMA, depositado em 1° de Novembro de 2006;

25 Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2007/0110970 A1, de Dubey, pedido n°. 11/591,793, intitulado PROCESSO MULTICAMADA E APARELHO PARA A PRODUÇÃO DE PAINÉIS CIMENTÍCIOS ESTRUTURAIS REFORÇADOS COM FIBRA DE ALTA RESISTÊNCIA COM TEOR AUMENTADO DE FIBRA, depositado em 1° de Novembro de 2006;

Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2007/0110838 A1, de Porter et al., pedido n° 11/591,957,

intitulado DISPOSITIVO DE ROLO DE INCRUSTAÇÃO, depositado em 1º de Novembro de 2006.

DISPOSITIVO DE INCRUSTAÇÃO

São levados em consideração uma variedade de dispositivos de incrustação, que incluem, mas não são limitados a rolos pé de carneiro e outros semelhantes. No entanto, na presente modalidade o dispositivo de incrustação 70 inclui pelo menos um par de hastes 76 geralmente paralelas montadas transversalmente na direção do deslocamento da folha do transportador 14 sobre a moldura 12. Cada haste 76 é proporcionada com uma pluralidade de discos 74 de diâmetro relativamente grande que são axialmente separados uns dos outros por uma distância de cerca de 0,1 a cerca de 0,25 polegadas (0,25 a 0,63 cm), por exemplo, 0,15 polegadas (0,38 cm) sobre a haste por discos de pequeno diâmetro (não ilustrados), em que os discos maiores e menores são situados no mesmo eixo.

Durante a produção de um painel blindado cimentício, as hastes 76 e os discos 74 giram juntos à volta do eixo longitudinal da haste 76. Conforme é bem conhecido na técnica, uma ou ambas as hastes 76 podem ser motorizadas. Se apenas uma haste 76 for motorizada, a outra pode ser acionada por correias, correntes, engrenagem de transmissão ou outras tecnologias de transmissão de potência conhecida para manter uma direção e velocidade correspondente à haste motorizada. Os respectivos discos 74 das hastes 76 adjacentes, preferencialmente paralelas, se sobrepõem e são entrelaçados uns com os outros para criar uma ação de "amassar" ou "massagear" na suspensão, que incrusta as fibras 68 previamente depositadas. Além disso, a relação

estreita, entrelaçada e giratória dos discos 74 evita o acúmulo de suspensão 46 sobre os discos e, na realidade, criam uma ação de "auto-limpeza" que reduz, de forma significativa, a produção de tempo de inatividade devido à solidificação prematura de aglomerados de suspensão.

A relação entrelaçada dos discos 74 sobre as hastes 76 inclui uma disposição estreitamente adjacente de periferias opostas dos discos espaçadores de pequeno diâmetro (não ilustrado) e dos discos principais de diâmetro relativamente grande 74, o que também facilita a ação de auto-limpeza. Como os discos 74 rodam próximos em relação um ao outro (mas preferencialmente na mesma direção), é difícil para as partículas de suspensão serem apanhadas pelo dispositivo e serem prematuramente aglomeradas. Ao proporcionar dois conjuntos de discos 74 que são lateralmente deslocados em relação um ao outro, a suspensão 46 é submetida a atos múltiplos de ruptura, criando uma ação de "amassar" que adicionalmente incrusta as fibras 68 na suspensão 46.

Uma modalidade do dispositivo de incrustação 70 adequado para uso na linha de produção 10 é revelada em maior detalhe no Pedido de Patente dos Estados Unidos, co-pendente, N° 10/665,541, depositado em 18 de Setembro de 2003, publicado como US 2005/0064055 e intitulado DISPOSITIVO DE INCRUSTAÇÃO PARA SUSPENSÃO REFORÇADA POR FIBRA e aqui dado como integralmente incorporado por citação.

APLICAÇÃO DE CAMADAS ADICIONAIS

Uma vez que a fibra 68 tenha sido incrustada, uma primeira camada 77 do painel 92 está completa. Em uma

modalidade preferida, a altura ou espessura da primeira camada 77 é na faixa aproximada de 0,25 a 0,27 polegadas. Constatou-se que esta faixa proporciona a resistência e a rigidez desejadas quando combinadas com camadas iguais em um painel blindado cimentício.

Para construir um painel cimentício estrutural de espessura desejada, tipicamente são acrescentadas camadas adicionais. Para esse fim, é proporcionado um segundo alimentador de suspensão 78, substancialmente idêntico ao alimentador 44 em relação operacional ao transportador móvel 14 e fica disposto para deposição de uma camada adicional 80 da suspensão 46 sobre a camada existente 77.

Em seguida, é proporcionado um cortador adicional 82, substancialmente idêntico aos cortadores 36 e 66, em relação operacional à moldura 12 para depositar uma terceira camada de fibras 68 proporcionada de uma armação (não ilustrada) construída e disposta relativa à moldura 12 de modo similar à armação 31. As fibras 68 são depositadas sobre a camada de suspensão 80 e são incrustadas usando um segundo dispositivo de incrustação 86. Similar em construção e disposição ao dispositivo de incrustação 70, o segundo dispositivo de incrustação 86 é montado em uma posição ligeiramente mais alta em relação à folha do transportador móvel 14 de modo que a primeira camada 77 não seja perturbada. Deste modo, é criada a segunda camada 80 de suspensão e fibras incrustadas.

Com referência à FIG. 2, com cada camada sucessiva de suspensão assentável e fibras, é proporcionada na linha de produção 10 uma estação alimentadora de suspensão 78 seguida por um cortador de fibra 82 e um dispositivo de

incrustação 86. Na modalidade preferida, são proporcionadas duas camadas totais cobertas por uma camada de suspensão final para formar o painel blindado cimentício.

Uma camada final de suspensão é depositada sobre a
5 camada 80 em uma terceira estação alimentadora de suspensão 78 para produzir a camada adicional final 88 que é passada por uma barra de sarrafeamento 146 para alisar a superfície superior da suspensão para produzir uma camada uniforme 98 com uma espessura nominal de cerca de 0,5 polegadas, antes
10 da suspensão ser cortada em comprimento (tipicamente comprimentos de 8 pés) usando uma lâmina de corte 98.

Uma característica importante da presente invenção é que o painel tem camadas múltiplas que, depois da solidificação, formarão uma massa integral, reforçada com
15 fibra. Desde que a presença e a disposição das fibras em cada camada sejam controladas e mantidas dentro de certos parâmetros desejados conforme é aqui revelado e descrito, será virtualmente impossível delaminar o painel 92 produzido pelo presente processo.

20 **FORMAÇÃO E ALISAMENTO E CORTE**

Depois da disposição das duas camadas de suspensão assentável incrustada com fibras conforme descrito acima, um dispositivo de formação tal como uma barra de sarrafeamento, conforme mencionado acima, é proporcionado à
25 moldura 12 para dar forma a uma superfície superior 96 do painel 92.

No entanto, os dispositivos de formação que raspam o excesso da espessura do material do painel blindado cimentício não são desejados. Exemplos de dispositivos de
30 formação que não são utilizados incluem aqueles como placas

acionadas por mola ou vibratórias ou sarrafeamento de nivelamento vibratório concebidos para configurar o painel para satisfazer características dimensionais desejadas não são usados com material de painel blindado cimentício uma vez que os mesmos raspam o excesso de material do painel blindado cimentício. Estes dispositivos não raspariam ou alisariam a superfície do painel. Os mesmos fariam com que a fibra de vidro começasse a enrolar e danificariam a superfície do painel em vez de aplaná-la ou alisá-la.

Em particular, a linha de produção 10 pode incluir um dispositivo de alisamento também chamado uma barra de sarrafeamento 146, proporcionado à moldura 12 para suavemente alisar uma superfície superior 96 do painel 92. Ao aplicar vibração à suspensão 46, a barra de sarrafeamento 146 de alisamento facilita a distribuição das fibras 30, 68 por todo o painel 92 e proporciona uma superfície superior 96 mais uniforme.

Nesse ponto, as camadas de suspensão começaram a solidificar e os respectivos painéis 92 são separados um do outro por meio de um dispositivo de corte 98, que em uma modalidade típica é um cortador a jato de água. Outros dispositivos de corte, incluindo lâminas móveis, são considerados adequados para esta operação, desde que os mesmos possam criar bordas adequadamente agudas na presente composição de painel. O dispositivo de corte 98 é disposto em relação à linha 10 e à moldura 12 de modo que os painéis são produzidos com um comprimento desejado, tipicamente 8 pés de comprimento. Uma vez que a velocidade da folha do transportador 14 é relativamente lenta, o dispositivo de corte 98 pode ser montado para cortar perpendicularmente na

direção de deslocamento da folha 14 em comprimentos de 8 pés. Os painéis são então deixados a secar durante um período de 8-72 horas depois que a suspensão é moldada em úmido, isto é, depois que deixa a barra de sarrafeamento.

- 5 A linha de produção 10 inclui suficientes estações de corte de fibra 36, 66, estações alimentadoras de suspensão, 44, 78 e dispositivos de incrustação 70, 86 para produzir pelo menos duas camadas. Camadas adicionais podem ser criadas pela repetição de estações conforme descrito acima
- 10 em relação à linha de produção 10.

- Para obter um painel blindado cimentício com ambas as faces ou lados lisos, ambas as faces superior e inferior dos painéis de 4 pés x 8 pés são lixados e são então opcionalmente serrados até um tamanho desejado, tipicamente
- 15 de cerca de 2 x 2 pés até cerca de 4 x 8 pés, por exemplo, painéis de 2,5 x 4 pés, para subsequente processamento e embalagem.

Taxa Controlada de Desenvolvimento de Resistência à Compressão

- 20 Tipicamente, a composição cimentícia é curada para alcançar uma taxa controlada de desenvolvimento de resistência à compressão. Obtido de forma desejável é um material compósito cimentício de resistência ultra-alta com resistência à compressão de até 5 dias, de
- 25 preferencialmente menos de 4000 psi, mais preferencialmente menos de 3000 psi e mais preferencialmente menos de 2000 psi, e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior, em excesso de 20.000 psi.

Por exemplo, algumas taxas desejáveis de desenvolvimento de resistência à compressão controlada são listadas na TABELA 2I.

TABELA 2I

Taxa controlada de Desenvolvimento de Resistência à Compressão	
Taxa de Desenvolvimento de Resistência à Compressão	Tipo de preferência
Um material compósito cimentício de resistência ultra-alta com resistência à compressão de 1 dia de preferencialmente menos de 4000 psi, mais preferencialmente menos de 3000 psi, e mais preferencialmente menos de 2000 psi, e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Praferido
Um material compósito cimentício de resistência ultra-alta com resistência à compressão de 2 dias de preferencialmente menos de 4000 psi, mais preferencialmente menos de 3000 psi, e mais preferencialmente menos de 2000 psi, e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Mais preferido que o anterior
Um material compósito cimentício de resistência ultra-alta com resistência à compressão de 3 dias de preferencialmente menos de 4000 psi, mais preferencialmente menos de 3000 psi, e mais preferencialmente menos de 2000 psi, e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Mais preferido que o anterior
Um material compósito cimentício de resistência ultra-alta com resistência à compressão de 4 dias de preferencialmente menos de 4000 psi, mais preferencialmente menos de 3000 psi, e mais preferencialmente menos de 2000 psi, e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	Mais preferido que o anterior
Um material compósito cimentício de resistência ultra-alta com resistência à compressão de 5 dias de preferencialmente menos de 4000 psi, mais preferencialmente menos de 3000 psi, e mais	O mais preferido

preferencialmente menos de 2000 psi, e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior em excesso de 20.000 psi	
---	--

Aplicação de Revestimentos

Depois de cura suficiente, os painéis cortados são revestidos com um adesivo, tipicamente nos rolos de ponto de contato e depois o revestimento de reforço é colocado sobre a superfície superior do painel e, depois, passados através de outro par de rolos de ponto de contato para laminar a camada de revestimento de reforço ao núcleo cimentício. O painel é então virado e o procedimento de laminação é repetido no outro lado do painel.

Em uma modalidade, os painéis cimentícios seriam lixados e depois o adesivo e uma camada de revestimento de polímero reforçado com fibra seriam aplicados ao núcleo cimentício ainda úmido e, depois, o painel cimentício com revestimento de FRP seria passado sob uma barra de sarrafeamento ou rolo.

MODALIDADES DO SISTEMA DE PAINEL BLINDADO CIMENTÍCIO DA INVENÇÃO

Os painéis blindados cimentícios podem ser produzidos em uma variedade de tamanhos, por exemplo, painéis de tamanho de 30 polegadas x 48 polegadas com uma espessura de núcleo de cerca de 0,5 polegadas e revestimentos de 0,085 polegadas de espessura. Estes painéis podem ser rapidamente montados em uma estrutura de moldura para permitir a rápida implementação como áreas cercadas para aplicações militares ou civis. Uma estrutura de moldura do painel blindado cimentício com revestimento da invenção pode ter um enchimento na cavidade entre a moldura, como por exemplo, concreto ou areia, concebido para auxiliar na absorção e

dissipação de energia quando um lado do sistema é exposto a forças de explosão ou impacto de projéteis de alta velocidade. Os painéis blindados cimentícios da invenção proporcionam um escudo protetor contínuo que proporciona uma área cercada de alta massa, revestimento fino que é forte, rígido e absorvente de energia.

Quando uma estrutura de moldura é usada para sustentar os painéis blindados cimentícios, o sistema pode ser montado como uma área cercada protetora, que permite que os painéis deflitam e absorvam a energia enquanto ao mesmo tempo retêm o formato do sistema e mantêm proteção à volta de um espaço definido. O uso de uma moldura com um painel modular permite a rápida construção do sistema de painel.

A estrutura de moldura pode ser configurada com os painéis blindados cimentícios sendo colocados de forma "flutuante" em um sistema de pista sobre a estrutura de moldura, conforme ilustrado na FIG. 23. Com base nas exigências de segurança, camadas múltiplas de painéis blindados cimentícios 200 podem ser posicionadas sobre a moldura 210 com "grampos do tipo Z" 220, conforme ilustrado no detalhe em corte transversal na FIG. 20 com o grampo em forma de Z 220 preso a uma moldura 210 por um parafuso 221 e deixando um canal aberto 222 para receber e manter um ou mais painéis cimentícios 200 sobre a estrutura da moldura de metal 210.

A FIG. 21 ilustra uma vista em perspectiva do grampo em forma de Z (ou barra em forma de Z) 220.

A FIG. 22 ilustra uma vista lateral de uma segunda modalidade do grampo Z 220A que tem um compartimento oco

220B dentro do qual pode ser inserida uma protrusão vertical 221A de um elemento da moldura 221B.

Uma moldura de metal típica ilustrada na FIG. 23 pode ser uma moldura em forma de cavalete de metal 210 que tem 5 suportes estruturais cruzados. Alternativamente, grampos em forma de "H" ou "C" também podem ser usados para serem fixados à moldura em um lado e deixando um canal aberto para receber um ou mais painéis cimentícios sem necessitar de ligações por parafuso aos painéis blindados cimentícios. 10 Este tipo de sistema pode ser implementado rapidamente com muito pouco equipamento. O sistema pode ser usado para a proteção de perímetro em aplicações militares, tais como postos de controle temporários, bases remotas e para proteção de equipamento como aeronaves e equipamento 15 mecânico.

A altura "B" da estrutura de moldura 210 com painéis blindados cimentícios em posição pode variar de aproximadamente 6 pés a 20 pés. A largura "A" da estrutura de moldura, na base da moldura, com painéis blindados 20 cimentícios em posição pode variar de 4-10 pés e a largura "C", na parte superior da moldura pode tipicamente variar de 2-6 pés. A altura e a largura da estrutura de moldura com painéis blindados cimentícios em posição dependerão das necessidades de segurança da área fechada e a área 25 disponível para a construção da moldura.

Um benefício de uma estrutura flutuante para os painéis blindados cimentícios é a capacidade dos painéis de se moverem no trilho e absorver maiores cargas balísticas e explosivas sem serem fixos em posição a uma estrutura de 30 moldura.

Em outra modalidade, a estrutura de moldura pode ser configurada como uma montagem de parede vertical, com os painéis 200 fixados a uma moldura vertical usando prendedores mecânicos 220 que são presos à moldura e/ou ligamento adesivo com adesivos como por exemplo um epóxi, conforme apresentado nas modalidades nas FIGs. 24, 25 e 26. Nessas modalidades, o painel blindado cimentício pode ser pré-perfurado usando ferramentas convencionais tais como uma furadeira mecânica para proporcionar um orifício piloto para fixação de um prendedor mecânico ao painel blindado cimentício 200 e à estrutura de moldura 210. Nesta aplicação, o painel pode ser maior do que 30 polegadas x 48 polegadas com um módulo típico para construção de edifícios sendo de 48 polegadas x 96 polegadas.

A altura da estrutura da parede da moldura com painéis blindados cimentícios 200 presos à moldura conforme ilustrado na FIG. 26, tipicamente pode variar de cerca de 4 pés a 20 pés com uma profundidade da estrutura da moldura com painéis em posição que tipicamente variam de 6 a 24 polegadas. A profundidade pode ser aumentada de 24 polegadas se for necessário para proteger contra ameaças à segurança mais graves. A altura e a profundidade da estrutura da parede da moldura da parede com painéis blindados cimentícios 200 em posição dependerá da segurança necessária do espaço fechado e da área disponível para construção da moldura.

A configuração da parede ilustrada na FIG. 25, pode ter um comprimento de parede "B" que oscila de 2 pés a 100 pés e uma altura "A" de 4 pés a 20 pés. A configuração da moldura, que também pode ser usada para estruturas de piso,

pode ser usada em estruturas permanentes para segurança em construções e instalações de transporte e industriais em áreas de risco e os painéis blindados cimentícios proporcionam suporte estrutural para a estrutura e podem ser usados para proporcionar suporte para cargas de cisalhamento.

A estrutura da moldura com painel blindado cimentício revestido também pode ser combinada com um material de enchimento de concreto, concreto celular, areia, agregado leve na cavidade da parede da moldura para proporcionar segurança adicional e proteção contra explosão. As FIGS. 27-28 ilustram estruturas de moldura alternativas com painéis blindados cimentícios 200 que compreendem um núcleo cimentício 11 e uma camada de revestimento reforçada com fibra laminada 20 (FIG. 28) em pelo menos uma superfície fixada a ambas as superfícies da moldura 210 para formar uma estrutura de parede que tem um material de enchimento 250, tal como concreto celular, na cavidade da moldura entre as molduras 210.

A montagem do painel de painéis blindados cimentícios 200 em molduras de metal 210 com enchimento 240 na FIG. 27 pode, tipicamente ter uma altura "A" de 6-20 pés e uma largura "B" de 6-48 polegadas.

Em outra modalidade, os painéis blindados cimentícios podem ser fixados à superfície externa de uma estrutura existente, como por exemplo, parede de alvenaria ou concreto como uma parede externa ou estrutura de cobertura para proporcionar resistência adicional a explosão e balística. O painel blindado cimentício pode ser fixado mecanicamente à parede por meio do uso de canais de reforço

na parede existente para fixação de prendedores mecânicos pré-perfurados no painel blindado cimentício. Alternativamente, o painel com a camada de revestimento sobre a superfície voltada para o exterior pode ser fixado à parede de forma adesiva ou pode ser aplicado sobre uma 5 camada de argamassa que pode ser aplicada à estrutura da parede existente por meio de espátula.

O sistema de painel blindado cimentício da presente invenção proporciona segurança e resistência a explosão 10 para aplicações tais como encerramento de perímetro para resistência a explosão, proteção contra entrada forçada, controle de proteção contra entrada de tráfego do tipo barreira New Jersey, passagem para pedestre e controle de fluxo de tráfego e proteção de acesso a entrada e saída de 15 edifícios.

A camada de revestimento reforçado pode ser aplicada a uma ou ambas as superfícies do painel cimentício. A camada de revestimento proporciona inúmeras características melhoradas ao painel cimentício incluindo proporcionar 20 resistência melhorada à tração e à flexão ao painel. A camada de revestimento também confina o núcleo cimentício para evitar fragmentação do núcleo cimentício quando o mesmo é submetido a forças de impacto de explosão ou balísticas. O revestimento reforçado proporciona tenacidade 25 adicional ao painel de núcleo cimentício quando aplicado sobre uma ou mais superfícies e serve para absorver mais energia do que os painéis cimentícios não revestidos. Constatou-se também que os painéis blindados cimentícios com revestimento reforçado, tal como camadas de FRP

laminado, podem sustentar impactos múltiplos sem destruir a integridade do painel cimentício.

Outra vantagem do uso de camadas de FRP laminado sobre ambas as superfícies do painel cimentício é que as superfícies laminadas de FRP são mais duráveis do que os painéis blindados cimentícios que não têm uma camada de revestimento reforçado com fibra e estes painéis revestidos podem ser facilmente limpos e mantidos em comparação com os painéis cimentícios sem camadas de revestimento.

10 Usos Típicos da Invenção

Modalidades selecionadas da presente invenção são adequadas para fabricar painéis estruturais econômicos, tais como painéis blindados de concreto fino que podem ser usados para veículos, bem como estruturas fixas. Os painéis blindados estruturais podem ser formados ou extrudidos a uma espessura até aqui impraticável devido à tenacidade e resistência melhoradas de modalidades da presente invenção. Por exemplo, os painéis podem ser produzidos em tamanho e espessura para acomodar portabilidade por humanos. Estes painéis portáteis podem ser configurados para serem fixos a uma armação estrutural para resistir penetração de um pequeno armamento e mitigar os efeitos da explosão e fragmentação.

As forças militares usam uma variedade de materiais protetores que oscilam desde cobertura com solo até dispendiosas cerâmicas balísticas leves de alto desempenho. Uma modalidade da presente invenção, apropriadamente configurada, oferece uma solução econômica para proteção das forças além de produtos portáteis. As aplicações para as modalidades da presente invenção incluem, mas não são

limitadas a aplicações militares e governamentais: armadura balística econômica incorporada com concreto de desempenho muito alto; formas estruturais leves tais como placas, canais, canos, tubos, seções I e WF; conectores; construção protetora; painéis resistentes a explosão; proteção de munições que fragmentam; super-blindagem (up-armoring) de veículos; elementos estruturais resistentes a entrada forçada e outros.

Em aplicações militares, o sistema pode proporcionar a montagem rápida de instalações militares temporárias para pontos de controle, bases remotas, proteção do campo e proteção de equipamento e armamento militar. Em aplicações mais permanentes, o sistema de painéis proporciona proteção para perímetros de base, entradas de base, proteção de estrutura de base e espaço fechado para aeronaves.

Para usuários comerciais: produtos de construção de edifícios, tais como telhas, painéis para paredes, revestimento de pisos e outros, formas estruturais leves tais como placas, canais, canos, tubos, seções I e WF; elementos estruturais resistentes a furacões e tornados, elementos estruturais resistentes à entrada forçada.

Em aplicações civis e comerciais, o sistema de painel blindado cimentício pode proporcionar proteção para instalações de transporte tais como aeroportos, estaleiros, estradas, estações de trem e instalações de transportes públicos. O sistema de painel também pode ser usado para proteger hospitais, instalações químicas, de energia e industriais, bem como escolas, embaixadas e instalações governamentais.

As montagens de sistema de parede da presente invenção feitas dos painéis blindados cimentícios têm valores de cisalhamento similares aos valores de cisalhamento obtidos com sistemas feitos com painéis cimentícios estruturais que são presos mecanicamente a molduras tais como molduras de metal, conforme apresentado no Pedido US co-pendente N° 11/321,069, depositado em 30 de Dezembro de 2005 de Tonyan et al., para *Non-Combustible Reinforced Cementitious Lightweight Panels and Metal Frame System for Shear Walls*, que é aqui dado com o integralmente incorporado por citação.

A resistência ao cisalhamento do sistema de paredes desta invenção feito com painéis BLINDADOS CIMENTÍCIOS depende dos prendedores mecânicos usados e o espaçamento dos prendedores na estrutura da moldura. A resistência do trilho dos painéis BLINDADOS CIMENTÍCIOS na montagem e as propriedades de resistência à explosão da montagem de PAINEL BLINDADO CIMENTÍCIO são também dependentes dos valores de cisalhamento, os quais, por sua vez, são dependentes do número de prendedores usados por unidade de área dos painéis BLINDADOS CIMENTÍCIOS (tamanho dos painéis) usados na moldura.

Usos do Material Cimentício

Modalidades selecionadas da presente invenção são adequadas para fabricar painéis estruturais econômicos, tais como painéis blindados de concreto que podem ser usados para veículos bem como para estruturas fixas. Os painéis blindados estruturais podem ser formados ou extrudidos a uma espessura até aqui impraticável devido à tenacidade e resistência melhoradas de modalidades da

presente invenção. Por exemplo, os painéis podem ser produzidos em tamanho e espessura para acomodar portabilidade por humanos. Estes painéis portáteis podem ser configurados para serem fixos a uma armação estrutural para resistir penetração de um pequeno armamento e mitigar os efeitos da explosão e fragmentação.

As forças militares usam uma variedade de materiais protetores que oscilam desde cobertura com solo até dispendiosas cerâmicas balísticas leves de alto desempenho.

Uma modalidade da presente invenção, apropriadamente configurada, oferece uma solução econômica para proteção das forças além de produtos portáteis. As aplicações para as modalidades da presente invenção incluem, mas não são limitadas a aplicações militares e governamentais: armadura balística econômica incorporada com concreto de desempenho muito alto; formas estruturais leves tais como placas, canais, canos, tubos, seções I e WF; conectores; construção protetora; painéis resistentes à explosão; proteção de munições que fragmentam; super-blindagem (up-armoríng) de veículos; elementos estruturais resistentes a entrada forçada e outros.

Para usuários comerciais: produtos de construção de edifícios, tais como telhas, painéis para paredes, revestimento de pisos e outros, formas estruturais leves tais como placas, canais, canos, tubos, seções I e WF; elementos estruturais resistentes a furacões e tornados, elementos estruturais resistentes a entrada forçada.

EXEMPLOS

As propriedades de fluxo e o comportamento de auto-nivelamento das composições cimentícias desta invenção

foram caracterizadas usando o teste de abatimento. O teste de abatimento usado nos ensaios a seguir usa um cilindro oco de 5,08 cm (2 polegadas) de diâmetro e 10,16 cm (4 polegadas) de comprimento mantido verticalmente sobre uma superfície plástica. O cilindro é cheio até o topo com a mistura cimentícia seguida por nivelamento da superfície superior para remover o excesso de mistura de suspensão. O cilindro é então suavemente levantado verticalmente para permitir que a suspensão saia pelo fundo e se espalhe sobre a superfície do plástico para formar uma massa circular. O diâmetro da massa é então medido e registrado como o abatimento do material. As composições com bom comportamento de fluxo produzem um valor de abatimento mais elevado.

Para fazer uso de métodos de fabricação convencionais de alta eficiência para produzir artigos à base de cimento é desejável que as suspensões cimentícias tenham um valor de abatimento inferior a cerca de 12,7 cm (5 polegadas), uma vez que suspensões com valores de abatimento superiores a 12,7 cm (5.0 polegadas) são extremamente difíceis de manipular e processar usando os métodos de fabricação convencionais.

A influência de várias variáveis das matérias primas sobre as propriedades de fluxo e comportamento de auto-nivelamento foi determinada usando o teste de abatimento nos exemplos descritos adiante.

Exemplo 1

O abatimento foi medido vertendo suspensão dentro de um cilindro de 2 polegadas de diâmetro que tem 4 polegadas de altura (aberto em ambas as extremidades e colocado na

vertical sobre uma superfície lisa) nivelando a superfície da suspensão. Isto proporciona um volume fixo de suspensão para todo teste. Em seguida o cilindro foi imediatamente levantado e a suspensão escorre pela extremidade inferior aberta do cilindro. Esta ação formou uma "massa" circular de suspensão. O diâmetro desta massa é medido em polegadas e registrado. Uma suspensão mais líquida tipicamente resultará em um maior diâmetro da massa.

A TABELA 3 demonstra a influência do teor de areia siliciosa como enchimento mineral inorgânico sobre o abatimento das misturas cimentícias. As outras matérias primas nas várias misturas foram mantidas constantes. Conforme mostra o resultado, o abatimento das misturas cimentícias diminuíram com um aumento no teor de areia siliciosa na mistura.

As formulações típicas para as misturas na TABELA 3 até 7 são apresentadas na TABELA 1 acima discutida.

TABELA 3

Mistura	Teor de Enchimento Mineral Inorgânico como Areia Siliciosa*	Abatimento em Polegadas (cm)
Mistura 1	1,82	3 pol. (7,6 cm)
Mistura 2	1,35	5 pol. (12,7 cm)
Mistura 3	0,85	7 pol. (17,8 cm)

* Teor de areia siliciosa expresso como uma proporção de peso em relação aos materiais cimentícios totais, onde o ligante cimentício inorgânico (cimento Portland) e o micro enchimento pozolânico (sílica de fumo) são considerados como materiais cimentícios na composição. Por exemplo, para a Mistura 1, 1,82 partes em peso de areia siliciosa estão presentes para cada 1 parte em peso combinado de ligante cimentício inorgânico e enchimento pozolânico.

Exemplo 2

A TABELA 4 apresenta a influência do tamanho de partícula de areia siliciosa sobre o abatimento das misturas cimentícias. Foram usados dois tipos de areia siliciosa, o primeiro com um tamanho mediano de partícula de cerca de 200 micrômetros e o segundo com um tamanho mediano de partícula de cerca de 10 micrômetros. As outras matérias primas foram mantidas constantes. Conforme apresentado na tabela, o abatimento das misturas cimentícias diminuiu de forma significativa com o uso de areia siliciosa mais fina na composição.

TABELA 4

Mistura	Tipo de Enchimento Mineral Inorgânico	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 4	Areia Siliciosa Grossa com tamanho mediano de partículas de 200 micrômetros ¹	7 pol. (17,8 cm)
Mistura 5	Areia Siliciosa Fina com tamanho mediano de partículas de 10 micrômetros ²	2 pol. (5,1 cm)
¹ Areia siliciosa grossa - Sílica não moída Sílica US F-55		
² Areia siliciosa fina - Sílica moída Sílica US MIN-U-SIL 40		

Exemplo 3

A TABELA 5 apresenta a influência do teor de micro enchimento pozolânico de sílica de fumo sobre o abatimento da mistura cimentícia com todas as outras matérias primas mantidas constantes. Pode-se observar que o abatimento das misturas cimentícias diminui com um aumento no teor de sílica de fumo na mistura.

TABELA 5

Mistura	Teor de Sílica de Fumo ¹	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 6	15%	9,5 pol. (22,8)
Mistura 7	25%	6 pol. (15,2)
Mistura 8	35%	3 pol. (7,6)

¹ Teor de Sílica de Fumo expresso como % em peso dos materiais cimentícios totais, onde o cimento Portland e areia siliciosa são considerados como materiais cimentícios na mistura. Por exemplo, a Mistura 6 contém 15 partes em peso de sílica de fumo e 85 partes em peso combinado de cimento Portland e areia siliciosa.

Exemplo 4

A TABELA 6 apresenta a influência do agente auto-nivelador sobre o abatimento da mistura cimentícia. Foram usados dois tipos de aditivos químicos, compostos à base de química de policarboxilato e sulfonato de polinaftaleno, com os outros materiais mantidos constantes. O abatimento da mistura que contém aditivos à base de química de policarboxilato foi significativamente mais alto do que as misturas que contém o aditivo à base de sulfonato de polinaftaleno.

TABELA 6

Mistura	Agente Auto-Nivelador (% em peso de cimento Portland e sílica de fumo)	Teor de Agente Auto-Nivelador (% em peso de cimento Portland e sílica de fumo)	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 9	Policarboxilato Adva® Cast (W. R. Grace, Columbia, MD)	3,0	6,75 pol. (17,1)
Mistura 10	Sulfonato de Polinaftaleno DILOFLO GW 40 ² (Geo Specialty	3,0	3,0 pol. (7,6)

	Chemicals, Horsham, PA 19044)		
--	----------------------------------	--	--

Por exemplo, para a Mistura 9, 3,0 partes em peso de agente auto-nivelador estão presentes para cada 100 partes em peso do cimento Portland e sílica de fumo totais.

Exemplo 5

- 5 A TABELA 7 apresenta a influência do teor de agente auto-nivelador de polícarboxilato sobre os valores de abatimento para as misturas que, exceto por isto, são iguais. Pode-se observar que o abatimento aumenta com o aumento da quantidade de agente usado na mistura.

10

TABELA 7

Mistura	Teor de polícarboxilato Adva Cast® (% em peso total do cimento Portland e sílica de fumo)	Abatimento em polegadas (cm)
Mistura 11	1,0	3,0 (7,6)
Mistura 12	2,0	6,75 pol. (17,1)
Mistura 13	3,0	9,0 pol. (22,9)

Exemplo 6

- A TABELA 8 demonstra a resistência à compressão das composições cimentícias auto-niveladoras da invenção. Pode-se observar que estas misturas produzem resistências à compressão ultra-altas, tipicamente em excesso de 20.000 psi.

- O abatimento foi medido enchendo um cilindro de latão de 4 polegadas de altura por 2 polegadas de diâmetro com a mistura, nivelando a borda superior do cilindro para remover o excesso de material, levantando verticalmente o cilindro em 5 segundos para permitir que a suspensão se espalhe e medindo o diâmetro da massa de suspensão formada.

A resistência à compressão foi determinada em cubos de 2 polegadas de acordo com o método de teste em ASTM C 109. A perda de abatimento e o ganho de resistência à compressão foram medidos durante um período de 7 horas e até 7 dias, respectivamente. A resistência à compressão dessas misturas foi também avaliada em condições de cura acelerada com amostras de 7 dias sendo submersas em água a 140 °F (60 °C) seguido por 4 dias de secagem em um forno ventilado a 175 °F (79,4 °C) seguido por resfriamento e teste.

10

TABELA 8

Ingrediente	Resultados	Mist. 14	Mist. 15	Mist. 16	Mist. 17
		06/17/05	01/24/06	03/10/06	04/04/06
		(% em peso)	(% em peso)	(% em peso)	(% em peso)
Cimento Portland Tipo 1 Ligante cimentício Inorgânico		37,0	37,6	37,0	37,0
Sílica de Fumo Micro enchimento pozolânico		6,5	6,6	6,5	6,5
Enchimento mineral inorgânico de areia siliciosa ¹ (areia siliciosa grossa - Sílica não moída Sílica US F-55)		45,7	46,5	45,7	45,7
Agente químico de auto-nivelamento de Poliéter de		2,2	2,2	1,5	1,3

policarboxilato Adva Cast 500®					
Água		8,7	7,1	9,3	9,6
Abatimen to em poleg. (cm)		8,0	8,0	8,0	8,0
Resistênc ia à compressã o em psi (MPa)		20990 (144,7 MPa)	20119 (138,7 MPa)	20963 (144,5 MPa)	21026 (145 MPa)

Exemplo 7

Os painéis à base cimento reforçado com fibra foram fabricados usando a composição cimentícia auto-niveladora da invenção com fibras de vidro resistente a álcali usando um método Spray-up.

No método Spray-up, a suspensão pode ser combinada com as fibras de vidro de várias maneiras, com o objetivo de obter uma mistura uniforme. Tipicamente, as fibras de vidro serão na forma de mechas que são cortadas em extensões curtas. Em uma modalidade preferida, a suspensão e as fibras de vidro cortadas são pulverizadas simultaneamente para dentro de um molde de painel. Preferencialmente, a pulverização é feita em várias passagens para produzir camadas finas, preferencialmente de até cerca de 0,25 polegadas de espessura, que são acumuladas para formar um painel uniforme que não tem um padrão particular e com uma espessura de 0,25 de uma 1 polegada. Por exemplo, em uma aplicação, um painel de 3 x 5 pés foi feito com seis

passagens da pulverização na direção do comprimento e da largura. À medida que cada camada é depositada, um rolo pode ser usado para assegurar que a suspensão e as fibras de vidro entrem em contato íntimo. As camadas podem ser
5 niveladas com uma barra de sarrafeamento ou outro meio adequado depois da etapa de passagem com o rolo.

Tipicamente será usado ar comprimido para atomizar a suspensão. À medida que emerge do bocal do pulverizador, a suspensão se mistura com as fibras de vidro que foram
10 cortadas de uma mecha por um mecanismo de corte montado na pistola de pulverização. A mistura uniforme de suspensão e fibras de vidro é depositada no molde do painel, conforme descrito acima.

A espessura nominal dos painéis fabricados era de 0,5
15 polegadas e a fração do volume de fibra de vidro nos painéis era de 3%. A TABELA 9 apresenta o desempenho flexional das composições cimentícias reforçadas com fibra, auto-niveladoras de resistência ultra-alta. A formulação da TABELA 9 é a Mistura 17 da TABELA 8. O módulo de
20 elasticidade dos painéis excedeu 5000 ksi, o que é quase o dobro do módulo de elasticidade do material de concreto de resistência normal de densidade total. A resistência à flexão dos painéis reforçados com fibra foi em excesso de 3000 psi. O método de teste ASTM C1325 foi usado para o
25 módulo e o método de teste ASTM C947 foi usado para resistência à flexão.

TABELA 9

Ingredientes	Mistura da formulação (% em peso)	Teste	Resultados
--------------	---	-------	------------

Cimento Portland Tipo 1	37,0		
Sílica de fumo	6,5		
Areia siliciosa (areia siliciosa grossa - Sílica não moída Sílica US F-55)	45,7		
Agente de nivelamento de policarboxilato Adva Cast 500®	1,3		
Água	9,6		
		Módulo de Elasticidade (ksi)	5140 ksi
		Resistência à flexão (psi)	3105 psi

Exemplos com Trietanolamina (TEA) e Ácido Tartárico

Os exemplos a seguir são proporcionados para ilustrar os benefícios do uso de aditivos de uma alcanolamina preferida, trietanolamina e um ácido preferido, o ácido tartárico em dosagens apropriadas. Todas as misturas contêm cimento Portland e sílica de fumo como componentes de cimentação a uma proporção de peso relativa de 0,85 para 0,15 e areia siliciosa como enchimento a uma proporção de peso de 1,05 para 1,00 em relação aos componentes de cimentação. Água foi usada a uma proporção de peso de 0,22 para 1,00 em relação aos componentes de cimentação. Os aditivos químicos especificados de um superplastificante de poliéter carboxilado, trietanolamina (TEA 99 Grau Livre Baixo (LFG) 85% de TEA e 15% de água) e ácido tartárico

foram adicionados nas quantidades listadas nos seguintes exemplos para controlar a fluidez da mistura, tempo de solidificação e ganho de resistência.

Todos os ingredientes foram pré-acondicionados em sacos de plástico vedados a 75-80 °F durante pelo menos 24 horas antes de serem misturados em um misturador Hobart a alta velocidade para obter uma dispersão uniforme. O aumento de temperatura nas misturas foi medido por meio do uso de termopares incorporados em amostras de 350 g de cada mistura e ligados a um sistema de aquisição de dados. Os tempos de solidificação inicial e final foram determinados usando agulhas de Gilmore de acordo com o método em ASTM C 266.

O abatimento e a resistência à compressão foram determinados de acordo com os métodos de teste acima descritos no Exemplo 6.

Exemplo 8

Foram preparadas três misturas de acordo com o procedimento acima usando o superplastificante a 3% em peso dos componentes de cimentação para controlar a fluidez da mistura e ácido tartárico em níveis de 0% (controle), 0,15% e 0,30% em peso dos componentes de cimentação. Não foi adicionado TEA às misturas das amostras. O abatimento das misturas foi determinado como sendo de 7,5 polegadas (19,1 cm) para o controle, 10,3 polegadas (26,2 cm) para a mistura contendo 0,15% de ácido tartárico e 10,8 polegadas (27,4 cm) para a mistura contendo 0,30% de ácido tartárico.

A FIG. 3 apresenta o comportamento de elevação de temperatura das misturas durante as primeiras 30 horas depois da moldagem. A FIG. 3 demonstra que as misturas com

ácido tartárico adicionado não exibem solidificação durante as primeiras 24 horas em comparação com a mistura de controle que solidificou em cerca de 10 horas.

A FIG. 4 apresenta os ganhos de resistência à compressão por até 7 dias. A FIG. 4 demonstra que as misturas com ácido tartárico tinham uma taxa mais lenta de ganho de resistência à compressão nos primeiros vários dias depois da mistura em comparação com o controle, mas aos 7 dias, as misturas com 0,15% e 0,30% de ácido tartárico alcançam resistências mais altas (19346 psi e 23759 psi, respectivamente) em comparação com o controle (19065 psi).

Exemplo 9

Neste exemplo, foram avaliados os efeitos combinados da adição do ácido tartárico e TEA. Todas as misturas continham componentes de cimentação, água e superplastificante nas proporções do Exemplo 8 e TEA foi adicionada a todas as misturas a 0,045% em peso do cimento Portland. O ácido tartárico era de 0%, 0,30% e 0,40% em peso dos componentes de cimentação. O abatimento das misturas foi medido como sendo de 5,9 polegadas (15,0 cm), 9,9 polegadas (25,1 cm) e 9,3 polegadas (23,6 cm) para o controle e as amostras de 0,30% e 0,40% de ácido tartárico, respectivamente. A perda de abatimento para estas misturas foi medida e está apresentada na FIG. 5. A FIG. 5 demonstra que a adição de ácido tartárico à TEA resultou em fluidez aumentada da mistura por 2-3 horas adicionais, seguido por uma forte queda em fluidez em torno de 2 horas para a mistura de 0,30% de ácido tartárico e 3 a 3,5 horas para a mistura de 0,40% de ácido tartárico, seguido por solidificação.

Este período prolongado de viabilidade em comparação com o controle permite tempo suficiente para que os painéis sejam formados e cortados em uma linha de formação, enquanto a solidificação imediatamente depois da perda de abatimento de 3-4 horas permite o transporte e manipulação dos painéis depois da formação sem afundamento. A mistura sem ácido tartárico sofreu rápida perda de abatimento na primeira meia hora depois da mistura e permaneceu em um estado plástico espesso até que solidificou em cerca de 10-11 horas.

A FIG. 6 apresenta o comportamento de elevação de temperatura das três misturas durante as primeiras 30 horas depois da moldagem. Isto demonstra a solidificação relativamente mais rápida das misturas que contêm ácido tartárico.

A FIG. 7 apresenta o ganho de resistência à compressão das misturas testadas ao longo dos primeiros 2-3 dias depois da mistura. As misturas de ácido tartárico exibiram ganho de resistência mais lentos, o que permite mais tempo para o acabamento dos painéis. Aos 7 dias, ambas as misturas com ácido tartárico atingiram cerca de 10% a mais de resistência do que a mistura de controle. A resistência acelerada para 0%, 0,30% e 0,40% de misturas com ácido tartárico foi de 22549, 22847 e 20418 psi, respectivamente.

Exemplo 10

As misturas foram preparadas usando componentes de cimento e água em proporções similares às aquelas nos Exemplos 8 e 9. O ácido tartárico foi adicionado a 0,40% em peso dos componentes de cimentação e a TEA foi adicionada a 0,045% em peso do cimento Portland. A quantidade de

superplastificante (SP) variou em 1%, 2% e 3% em peso dos componentes de cimentação. O abatimento resultante das misturas foi de 8,8 polegadas (22,4 cm), 9 polegadas (22,9 cm) e 10,3 polegadas (26,2 cm), respectivamente, para as 5 misturas de 1%, 2% e 3% de SP. Para uma viabilidade apropriada da suspensão, o abatimento é preferencialmente na faixa de 5-7 polegadas (12,7-17,8 cm). Assim, o nível de SP pode ser reduzido para 1%, isto é, apenas um terço da sua quantidade original nas outras modalidades da 10 composição quando o ácido tartárico é adicionado à mistura nas quantidades de teste.

A FIG. 8 apresenta as perdas de abatimento para as misturas. A mistura com 1% de SP manteve a sua fluidez durante cerca de 20 minutos, seguido por uma rápida queda 15 em abatimento e eventual solidificação à volta de 2,5 horas. As misturas que contêm mais SP mantiveram a fluidez durante um período mais prolongado, mas o seu abatimento também caiu rapidamente seguido pela solidificação da mistura.

20 A FIG. 9 apresenta o comportamento da temperatura dessas misturas durante as primeiras 30 horas depois da moldagem, com retardação da temperatura aumentando com níveis mais altos de SP.

A FIG. 10 apresenta ganho de resistência à compressão 25 dessas misturas, sem diferença mensurável observada entre as misturas. A resistência acelerada foi de 26145 psi, 25714 psi e 19096 psi respectivamente, para as misturas de 1%, 2% e 3% de SP.

Um material compósito cimentício de resistência ultra- 30 alta com resistência à compressão de 1 dia

preferencialmente inferior a 4000 psi, mais preferencialmente inferior a 3000 psi e mais preferencialmente inferior a 2000 psi e resistência à compressão de 28 dias e idade posterior em excesso de 5 20.000 psi a 30.000 psi satisfaz as exigências da taxa de ganho de resistência à compressão controlada e uma taxa mais preferida de ganho de resistência à compressão controlada em que os materiais compósitos cimentícios têm com até 5 dias com resistência à compressão menos de 4000 10 psi e mais preferencialmente menos de 2000 psi depois de 5 dias e uma resistência à compressão de 28 dias e idade posterior de pelo menos 10.000 psi e preferencialmente em excesso de 15.000 psi, mais preferencialmente em excesso de 20.000 psi e mais preferencialmente em excesso de 25.000 a 15 30.000 psi.

Exemplo 11

As misturas que contêm componentes de cimentação e água em proporções similares às descritas nos Exemplos 8-10 foram feitas com 1,5% em peso de SP com base no peso dos 20 componentes de cimentação e TEA a um nível de 0,045% em peso de cimento Portland. O teor de ácido tartárico variou em 0,40%, 0,80% e 2,0% em peso do componente de cimentação. O abatimento das misturas foi medido como 8,8 polegadas (22,4 cm), 8,9 polegadas (22,6 cm) e 7,8 polegadas (19,8 25 cm) para as misturas de ácido tartárico de 0,40%, 0,80% e 2,0%, respectivamente.

A FIG. 11 apresenta o comportamento de perda de abatimento dessas misturas. A FIG. 12 apresenta a subida em temperatura. Conforme apresentado nas FIGs. 11 e 12, as 30 misturas com teores de ácido tartárico acima de 0,80%

permaneceram plásticas e não solidificaram dentro das primeiras 24 horas.

A FIG. 13 apresenta o ganho de resistência à compressão dessas misturas, onde as misturas com 0,80% e 2,0% de ácido tartárico tinham uma taxa muito mais baixa de ganho de resistência. Isto é marginalmente adequado para a perspectiva de manipulação e acabamento, especialmente nas primeiras poucas horas depois da formação. A resistência acelerada foi de 26478 psi, 24543 psi e 1057 psi para as misturas com 0,40%, 0,80% e 2,0% de ácido tartárico, respectivamente. A mistura com 2,0% de ácido tartárico não tem um ganho de resistência aceitável.

Exemplo 12

Uma modalidade preferida do painel blindado da presente invenção está ilustrada na FIG. 1, com um núcleo cimentício de alta densidade e resistência ultra-alta, reforçado com fibras de vidro resistentes a álcali distintas e um laminado fino composto de fibras de vidro contínuas incrustadas em uma resina e ligadas de forma adesiva a ambas as superfícies do núcleo cimentício com um adesivo, como por exemplo, adesivo de poliuretano.

Painéis de núcleo cimentício com resistência ultra-alta, de uma polegada de espessura, reforçados com fibras de vidro resistentes a álcali foram fabricados de acordo com os exemplos acima usando um processo contínuo. A fração de volume nominal das fibras no painel era de 3,0%. Os painéis fabricados foram lixados até ficarem lisos e os laminados de polímero reforçados com fibra (FRP) fixados a ambas as superfícies cimentícias usando adesivo de poliuretano. Os painéis foram testados quanto à flexão sob

um teste de carga de terceiro ponto por uma extensão de 24 polegadas. Os painéis foram testados quanto ao desempenho da flexão dos painéis submetidos a regimes de condicionamento diferentes. Os resultados estão apresentados na TABELA 10.

TABELA 10

Acondicionamento da Amostra	Orientação da amostra	AMOE (ksi)	MOR (psi)	Max. Deflexão (poleg.)
Seco	Voltada para cima	3402	8445	1,50
Seco	Voltada para baixo	3962	10703	1,44
7 Dias em forno com ventilação a 200 °F + resfriamento à temperatura ambiente	Voltada para cima	3516	9780	2,41
7 Dias em forno com ventilação a 200 °F + resfriamento à temperatura ambiente	Voltada para baixo	3573	12493	2,69

Conforme ilustrado na TABELA 10, os painéis obtiveram excelente desempenho de resistência à flexão em excesso de 8000 psi em todos os casos.

Os painéis blindados cimentícios foram preparados de acordo com a presente invenção usando a formulação da Tabela 11 para teste quando à atenuação da velocidade de um projétil que atinge painéis individuais ou um grupo de painéis empilhados.

TABELA 11

Ingrediente	% em peso
Cimento Portland Tipo 1	37,6
Sílica de Fumo	6,6

Areia Siliciosa	46,5
Superplastificante Adva® Cast 500	2,2
Água	7,1
% em volume de Fração de Fibras AR (NEG H-103)	3,0

A FIG. 14 apresenta um gráfico de densidade de área versus atenuação da velocidade de um projétil de tamanho padrão que atinge um painel blindado cimentício individual ou um grupo de painéis empilhados. A densidade de área é
5 massa por unidade de área do painel testado. A FIG. 14 representa a atenuação da velocidade para painéis não revestidos da invenção (que usam reforço de vidro) em comparação com painéis não revestidos com fibra de aço. Deste modo, a FIG. 14 representa uma comparação do material
10 cimentício de densidade muito alta da invenção com fibra de vidro com o material cimentício de densidade padrão com fibra de aço. Conforme ilustrado no gráfico na FIG. 14, os painéis de núcleo cimentício blindados da TABELA 11 da presente invenção, mesmo sem o revestimento de reforço de
15 laminado reforçado com FRP sobre as suas superfícies, proporcionaram uma atenuação de velocidade melhor do que o painel blindado cimentício reforçado com fibra de aço convencional.

A FIG. 15 representa a atenuação da velocidade para os
20 painéis revestidos da invenção (que usam reforço de vidro) em comparação com os painéis não revestidos da invenção (que usam reforço de vidro). Deste modo, a FIG. 15 representa uma comparação usando revestimentos ou não usando revestimentos com os painéis da invenção. Os dados,
25 tais como apresentados, demonstram o impacto da adição dos revestimentos sobre o painel no que diz respeito à

atenuação da velocidade. O gráfico na FIG. 15 ilustra a atenuação da velocidade de um projétil que atinge dois, três e quatro painéis blindados cimentícios da formulação da TABELA 11 que têm uma camada de revestimento reforçado com fibra de laminado de poliéster reforçado com fibra de vidro tecido Kemlite ArmorTuf® em ambas as superfícies do painel de núcleo cimentício em comparação com um número similar de painéis de núcleo cimentício empilhados que têm a mesma estrutura de núcleo cimentício, mas que não têm uma camada de revestimento reforçada com fibra. Isto demonstra a melhora significativa em termos percentuais da atenuação da velocidade obtida com os painéis revestidos em comparação com os painéis sem a camada de revestimento, particularmente quando são usados painéis múltiplos.

Exemplo 13

Este exemplo destaca a importância relativa entre SP e ácido tartárico em conferir fluidez e comportamento de auto-nivelamento à formulação. Foram avaliadas cinco misturas com componentes cimentícios e água em proporções similares àsquelas em exemplos anteriores, e com SP e ácido tartárico nos teores apresentados na TABELA 12:

TABELA 12		
Mistura	SP (% em peso dos componentes de cimentação)	Ácido tartárico (% em peso dos componentes de cimentação)
1	1,7	0,40
2	0,9	0,40
3	0,0	0,40
4	0,0	0,80
5	0,0	2,00

A TEA foi usada em todas as misturas a uma taxa de 0,045% em peso do cimento Portland. O abatimento dessas misturas está apresentado na FIG. 16. É aqui observado que, apesar da fluidez aumentada oferecida pela adição de ácido tartárico às misturas, este aditivo por si só não é suficiente para uma fluidez e viabilidade adequadas da mistura. Sem o SP, foram produzidas misturas rígidas, não-dispersíveis. A FIG. 17 apresenta a perda de abatimento para a Mistura 1 que se comportou de uma maneira similar às misturas descritas nos exemplos anteriores. Os tempos de solidificação (inicial e final) foram também medidos para estas misturas usando agulhas de Gillmore. Estes resultados estão apresentados na FIG. 18, onde se observa que além de um teor de ácido tartárico de 0,80%, a solidificação das misturas foi retardada de forma significativa (como também demonstrado no exemplo anterior).

Exemplo 14

A FIG. 19 apresenta uma comparação de um painel blindado cimentício da presente invenção (sem laminado) com um painel cimentício estrutural disponível da United Stages Gypsum Company e feito de acordo com a Publicação do Pedido de Patente dos Estados Unidos N° 2006/0174572, de Tonyan et al. (também sem laminado), aqui dada como incorporada por citação. A FIG. 19 representa painéis não revestidos da invenção (que usam reforço de vidro) em comparação com painéis cimentícios estruturais (que usam reforço de vidro). Esta é uma comparação da composição de núcleo de alta densidade e resistência muito alta, em comparação com um núcleo de densidade mais baixa, com o núcleo de densidade mais baixa que tem uma resistência à compressão

na faixa de 2000-3000 psi e uma densidade na faixa de 70-80 pcf. A FIG. 19 representa o impacto do núcleo de alta densidade e alta resistência (com reforço de vidro) em comparação com um núcleo de resistência padrão (com reforço de vidro) sobre a atenuação da velocidade.

Embora tenham sido apresentadas e descritas modalidades particulares da presente invenção, será levado em consideração pelos especialistas na técnica que mudanças e modificações podem ser feitas à mesma sem afastamento da invenção nos seus aspectos mais amplos e como apresentado nas seguintes reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de painel blindado cimentício caracterizado pelo fato de compreender:

uma moldura;

5 um painel cimentício resistente a explosão sobre a moldura, o painel blindado cimentício resistente a explosão que compreende:

um núcleo cimentício que compreende uma fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa de:

10 25-45% em peso de ligante de cimento inorgânico,

uma ausência de farinha de sílica,

35-65% em peso de enchimento mineral inorgânico que tem um tamanho de partículas de cerca de 150-450 micrômetros,

15 5-15% em peso de enchimento pozolânico que tem um tamanho mediano de partícula inferior ou igual a 50 micrômetros,

0,25-5,0% em peso de agente auto-nivelador à base de policarboxilato e

20 6-12% em peso de água e

uma camada de revestimento fixada a pelo menos uma superfície da fase contínua curada.

2. Painel de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do núcleo cimentício compreender
25 fibras de reforço em uma quantidade de cerca de 0,5-6,0% em volume do núcleo cimentício uniformemente distribuídas na fase contínua antes da fase contínua ser curada.

3. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do painel cimentício ter uma

resistência à compressão de mais de cerca de 25.000 a 30.000 psi quando curado.

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da camada de revestimento ser um plástico reforçado com fibra de vidro.

5. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da proporção de peso de enchimento pozolânico para ligante de cimento inorgânico ser de cerca de 0,05 a 0,30:1,0;

10 em que a proporção de peso de enchimento mineral inorgânico para o peso combinado de ligante de cimento inorgânico e enchimento pozolânico é de cerca de 0,75 a cerca de 1,50:1,0;

15 em que a proporção de peso de água para o peso combinado do ligante de cimento inorgânico e pós reativos secos de enchimento pozolânico é inferior ou igual a cerca de 0,35:1,0.

6. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de grampos serem fixados a uma moldura que tem um canal para receber os painéis cimentícios em uma estrutura de inserção em pelo menos uma superfície da moldura de metal.

7. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender a referida moldura, um primeiro referido painel em um lado da moldura, um segundo referido painel em um lado oposto da moldura, e um material de enchimento em uma cavidade na moldura formada entre o primeiro e o segundo painéis em que o material de enchimento é selecionado do grupo que consiste em concreto, areia, concreto celular e agregado leve.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de haver mais de uma estrutura de moldura e os painéis cimentícios estarem fixados a lados opostos das estruturas da moldura.

5 9. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da montagem ser compreendida de molduras formadas na forma de um cavalete com suporte cruzados que juntam as estruturas da moldura e o painel ser inserido em canais formados por grampos que são fixados à
10 moldura.

10. Sistema de acordo com a reivindicação 1:
em que o núcleo cimentício compreende a fase contínua que resulta da cura da mistura aquosa de:

25-45% em peso de ligante de cimento inorgânico,
15 a ausência de farinha de sílica,
35-65% em peso de enchimento mineral inorgânico que tem um tamanho de partículas de cerca de 250-350 micrômetros,

5-15% em peso de enchimento pozolânico que tem um
20 tamanho mediano de partícula inferior ou igual a 0,1 micrômetro,

1,0-1,25% em peso de agente auto-nivelador à base de policarboxilato,

trietanolamina em uma quantidade de cerca de 0,025% em
25 peso a cerca de 0,075% em peso do ligante de cimento,

ácido tartárico em uma quantidade de cerca de 0,40% em peso a cerca de 0,60% em peso do peso combinado do ligante de cimento e enchimento pozolânico, e

6-12% em peso de água

fibra de vidro de reforço em uma quantidade de cerca de 3,0-3,5% em volume do núcleo cimentício distribuída uniformemente dentro da fase contínua antes da fase contínua ser curada, e

- 5 em que a camada de revestimento compreende uma camada de revestimento plástico reforçado com fibra de vidro fixada a pelo menos uma superfície da fase contínua curada.

FIG. 1

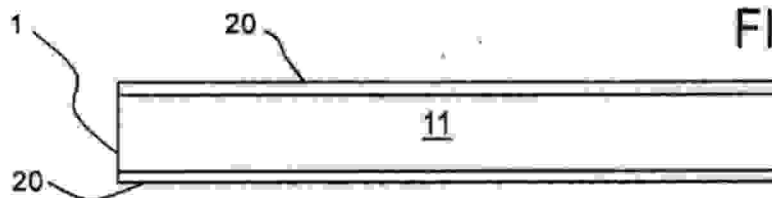
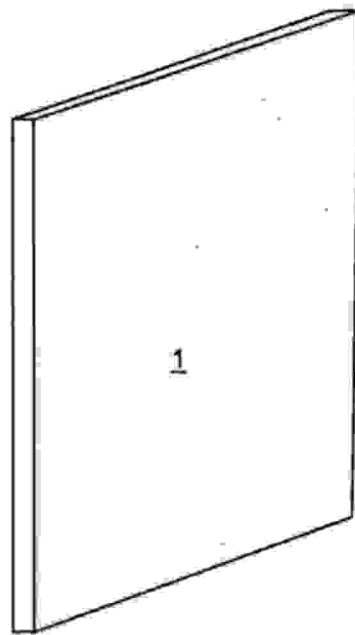


FIG. 1A

FIG. 3

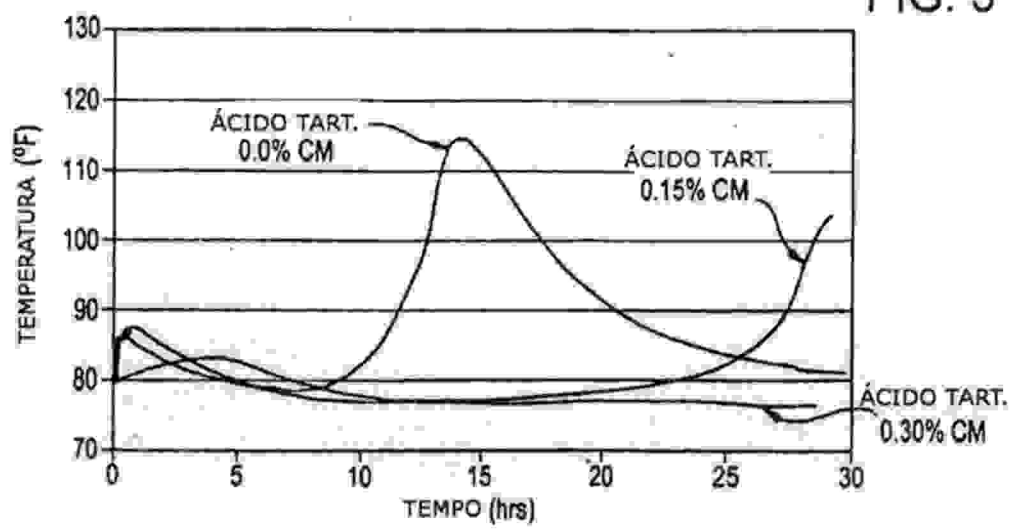


FIG. 2

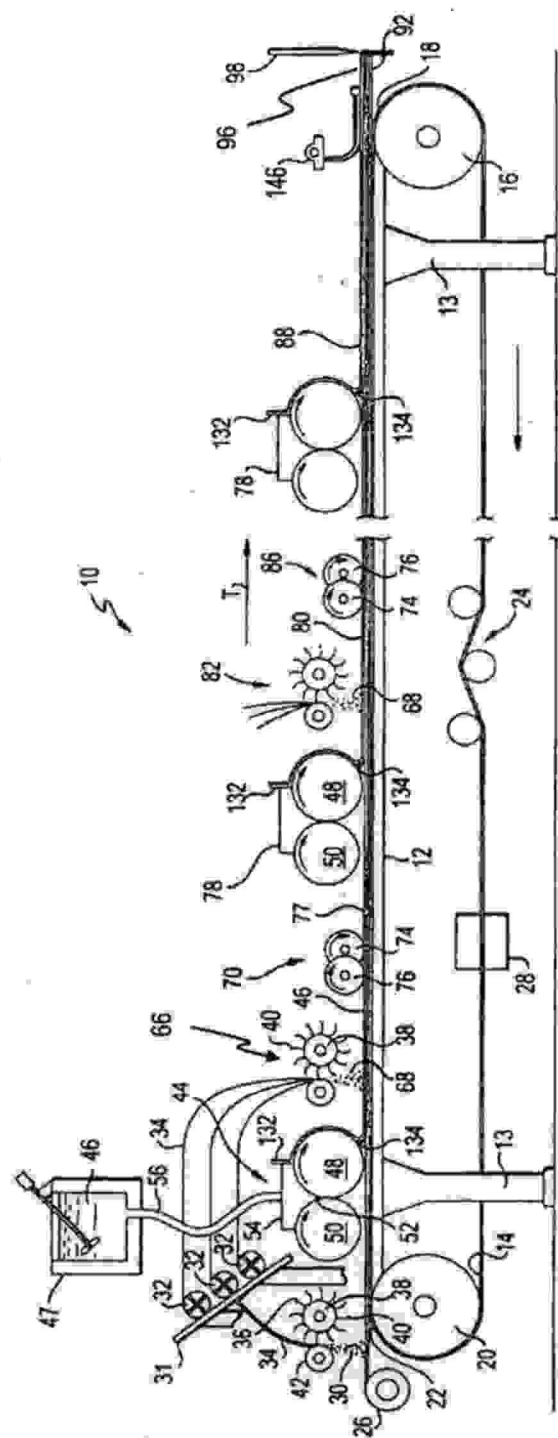


FIG. 4

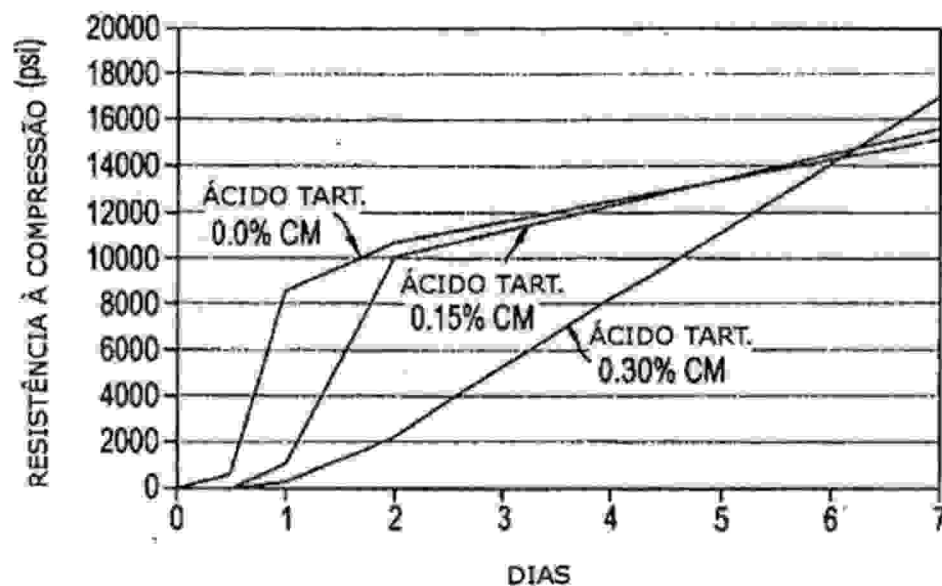


FIG. 5

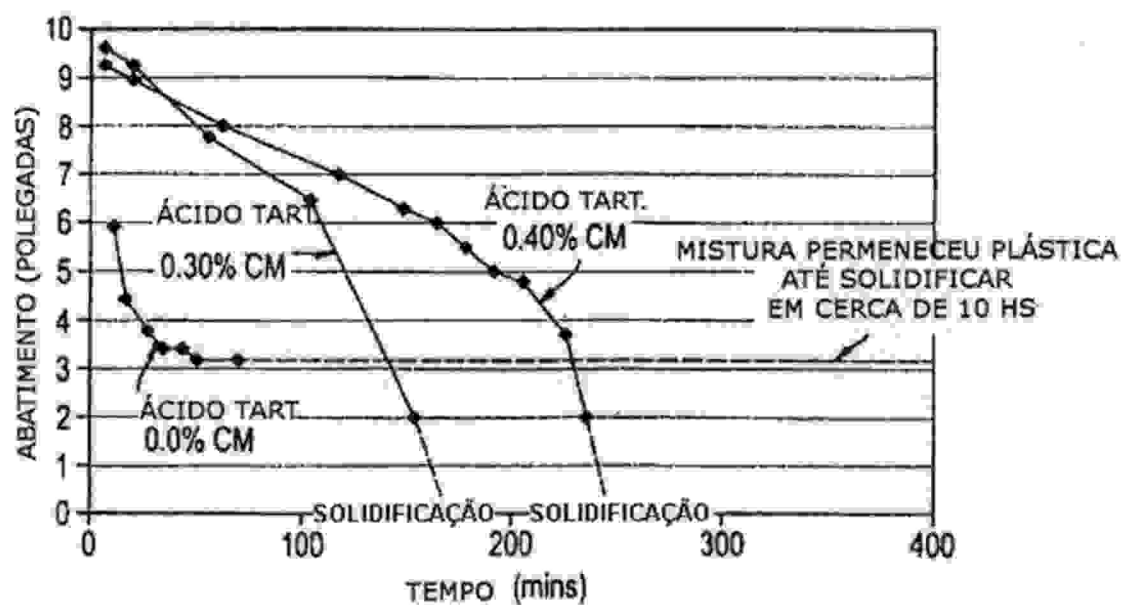


FIG. 6

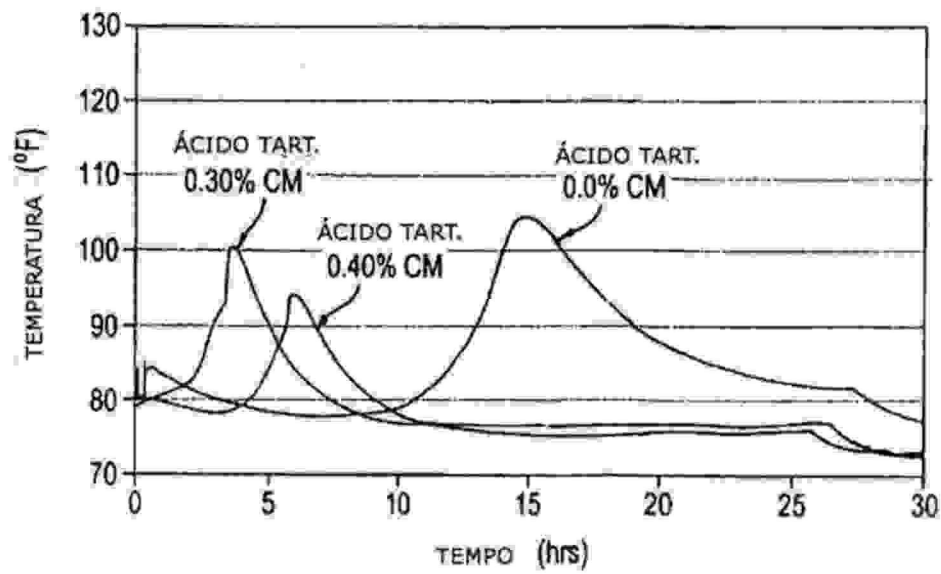


FIG. 7

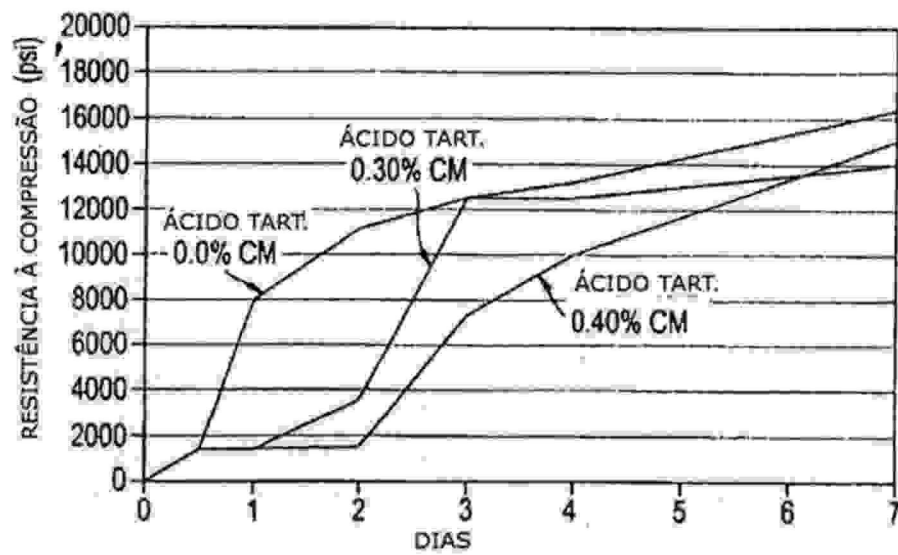


FIG. 8

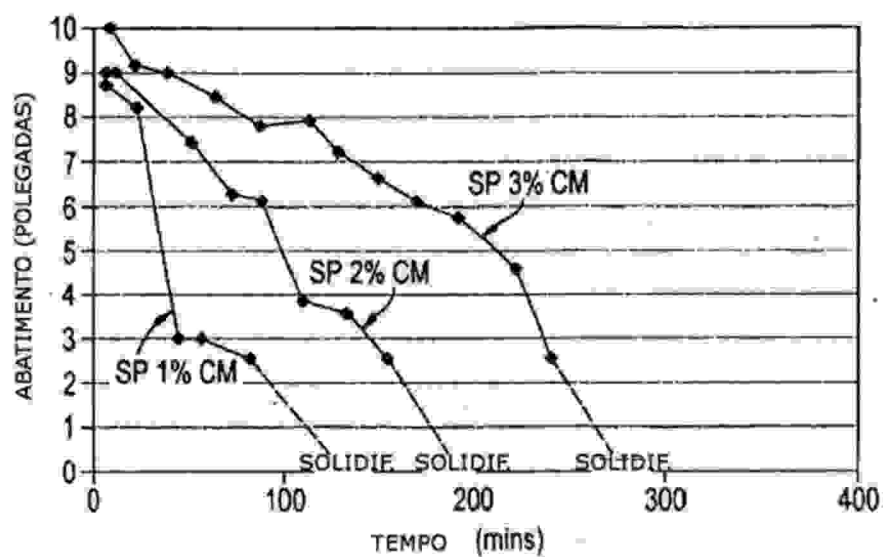


FIG. 9

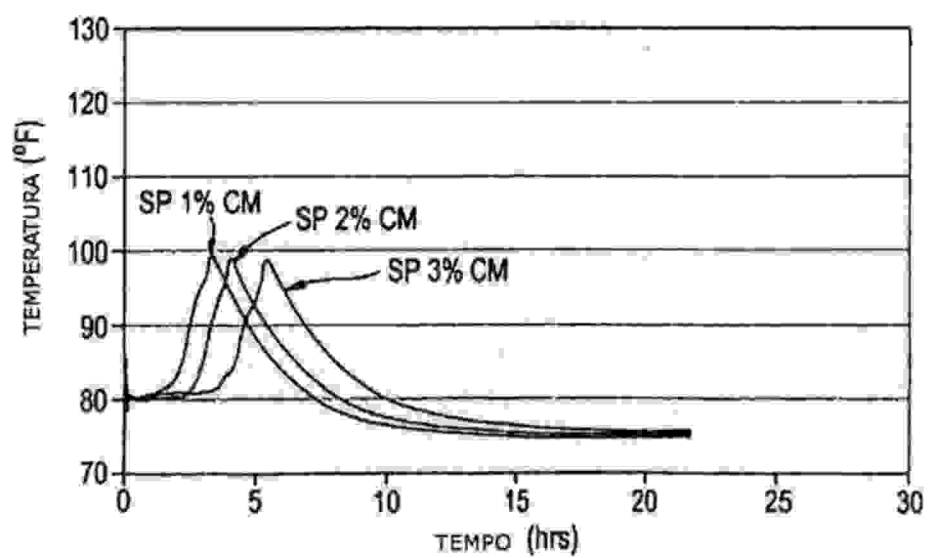


FIG. 10

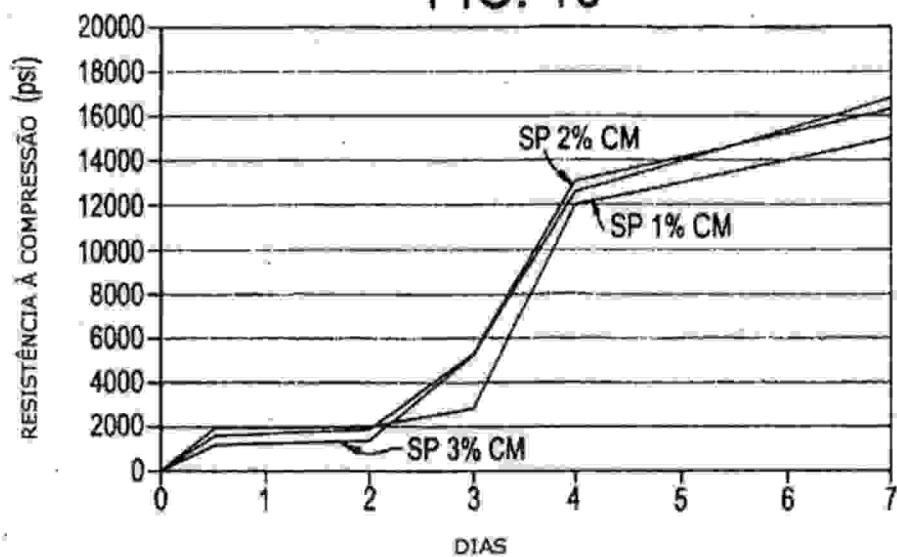


FIG. 11

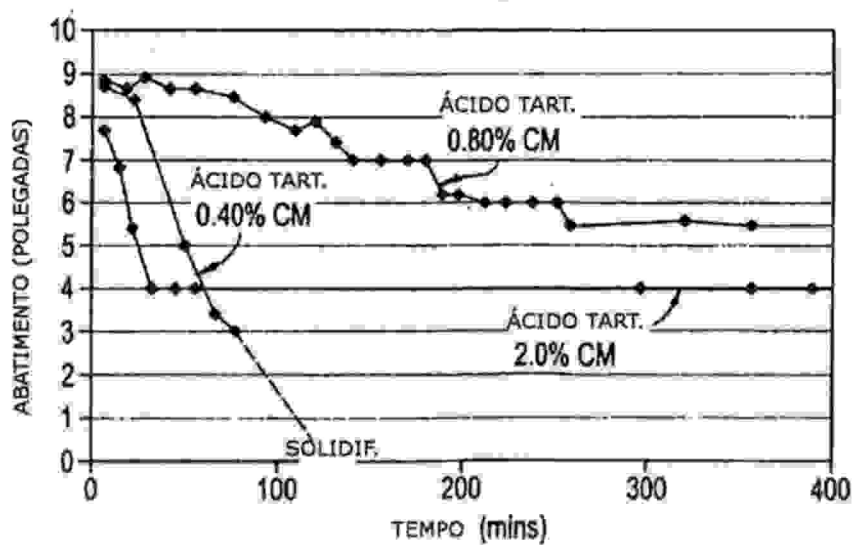


FIG. 12

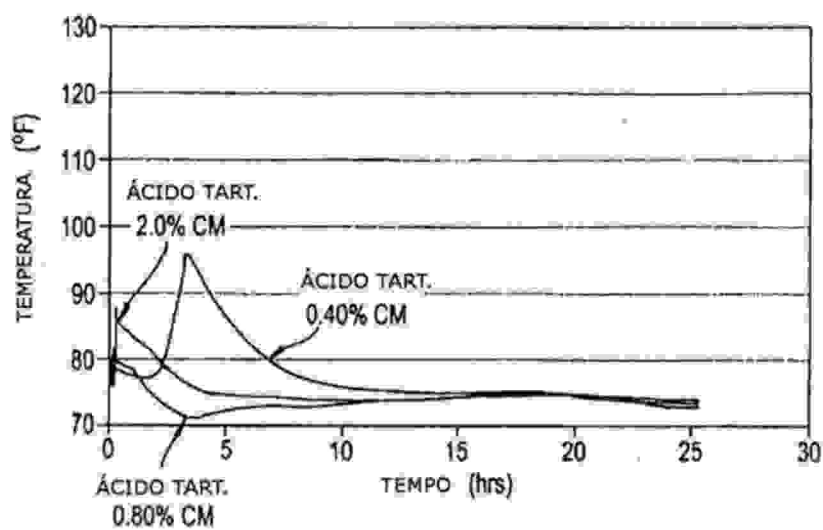


FIG. 13

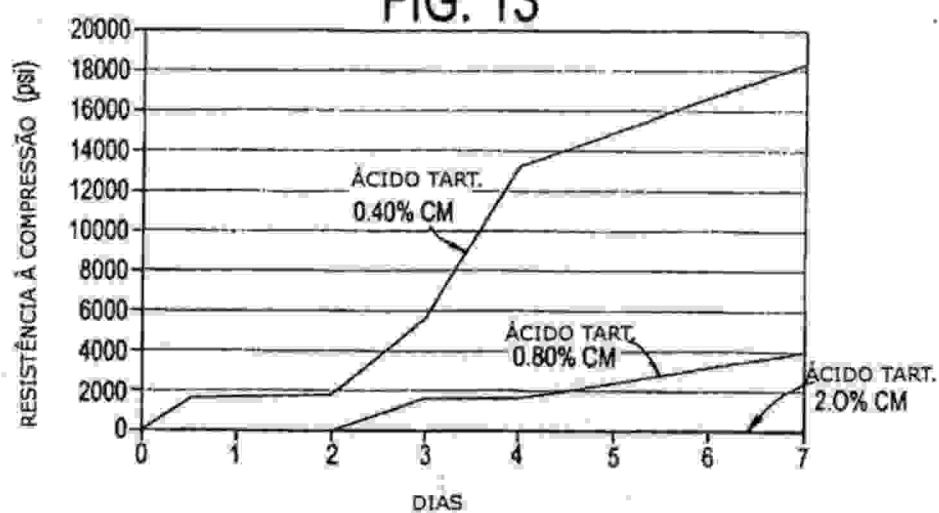


FIG. 14

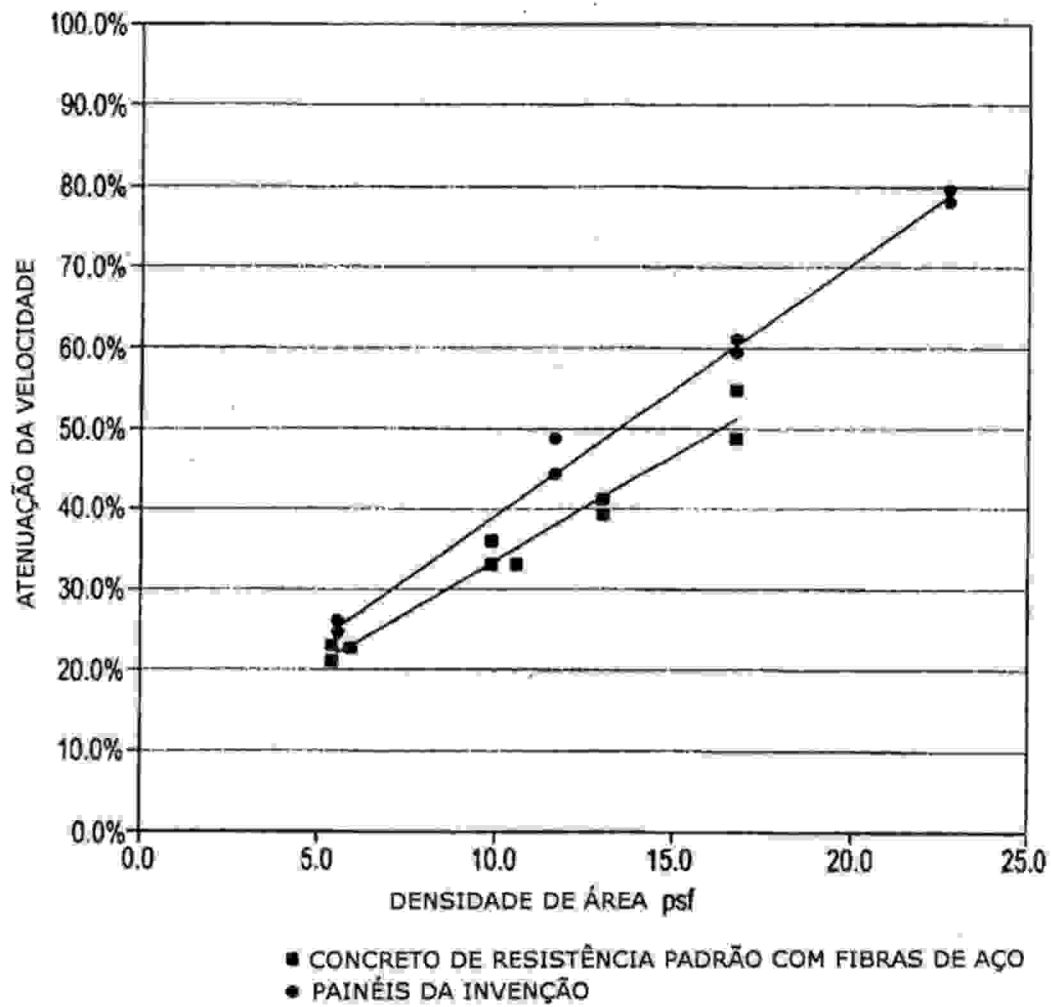


FIG. 15

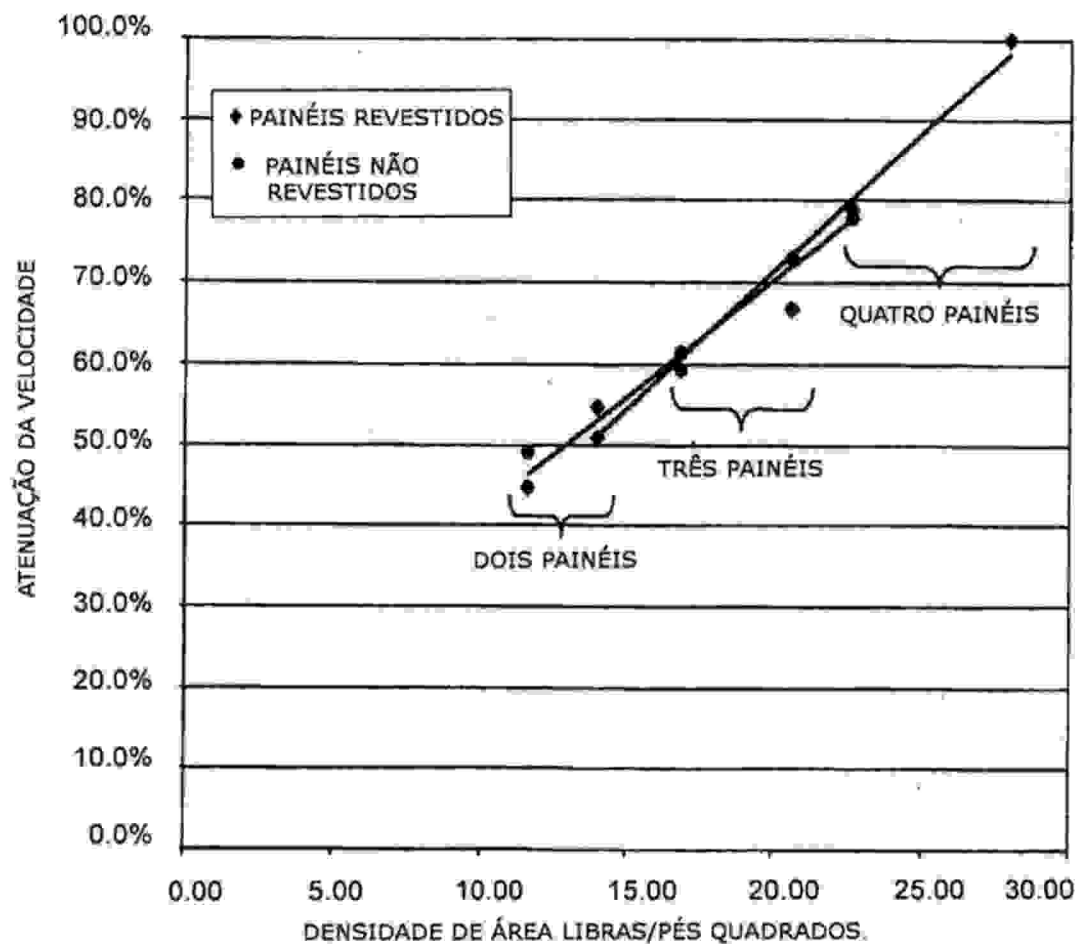


FIG. 16 – ABATIMENTO DE MISTURAS COM VÁRIOS TEORES DE SP E ÁCIDO TARTÁRICO

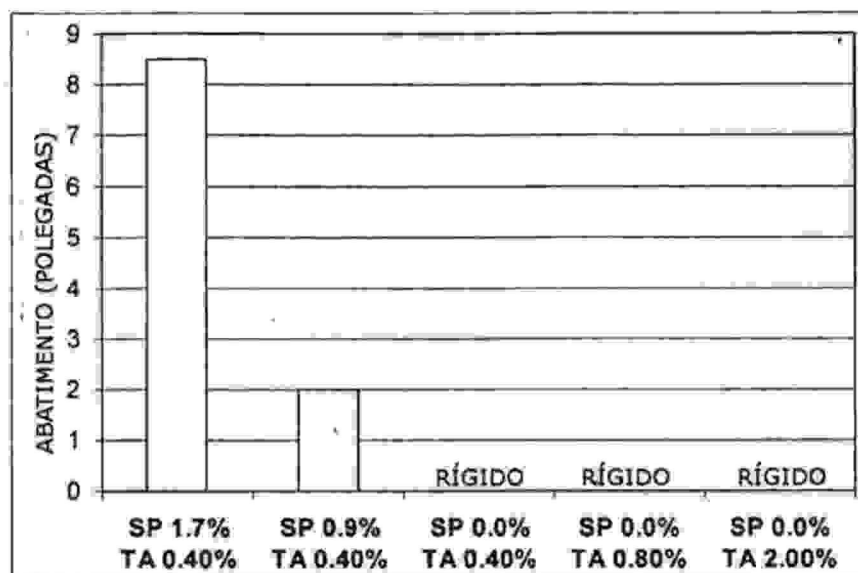


FIG. 17 – PERDA DE ABATIMENTO DA MISTURA 1 (SP A 1,7% EM PESO DE COMPONENTES DE CIMENTAÇÃO, TEA A 0,045% EM PESO DE CIMENTO PORTLAND)

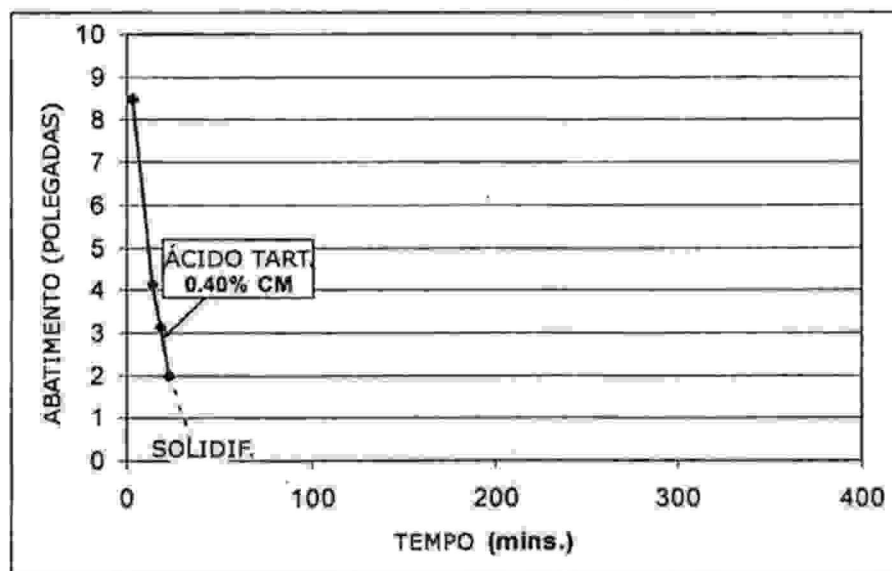


FIG. 18 – TEMPO DE SOLIDIFICAÇÃO DE MISTURAS COM VÁRIOS TEORES DE SP E ÁCIDO TARTÁRICO
(IS = SOLIDIFICAÇÃO INICIAL FS = SOLIFICAÇÃO FINAL)

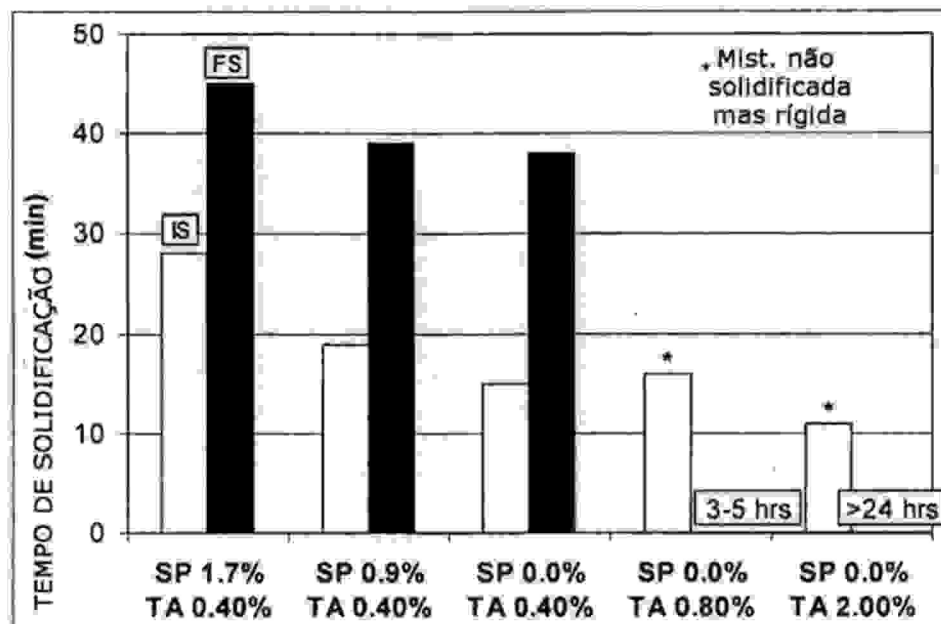
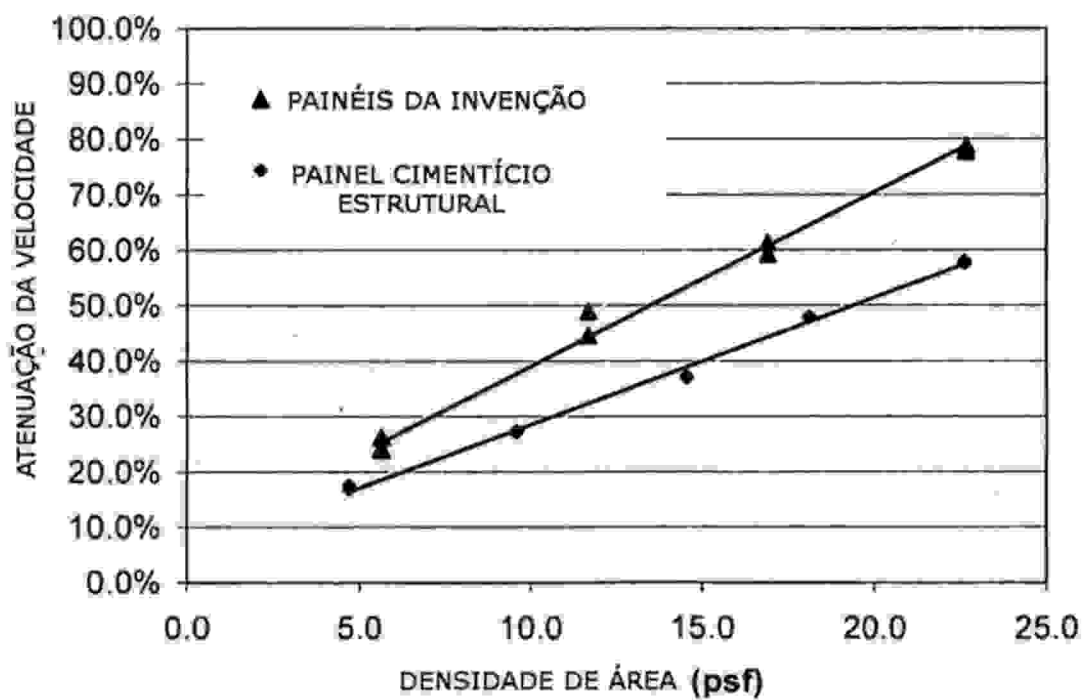


FIG. 19



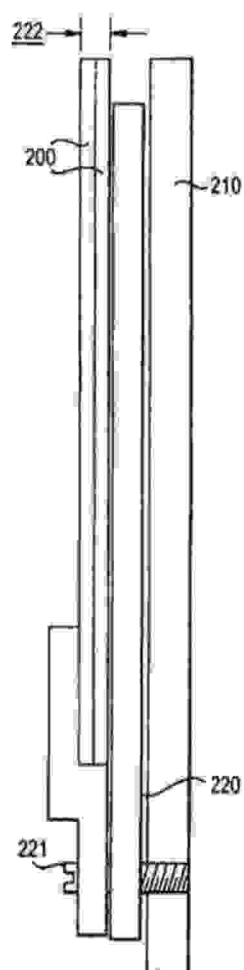


FIG. 20

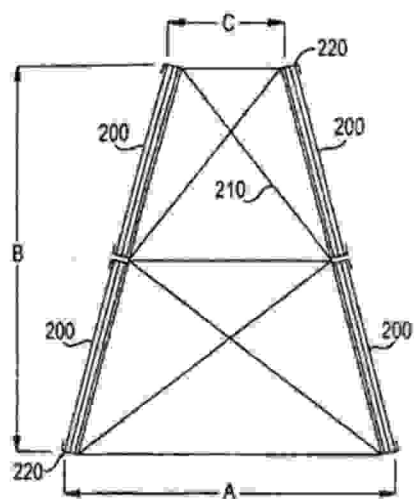


FIG. 23

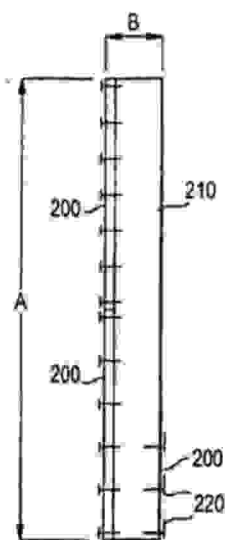


FIG. 24

FIG. 21

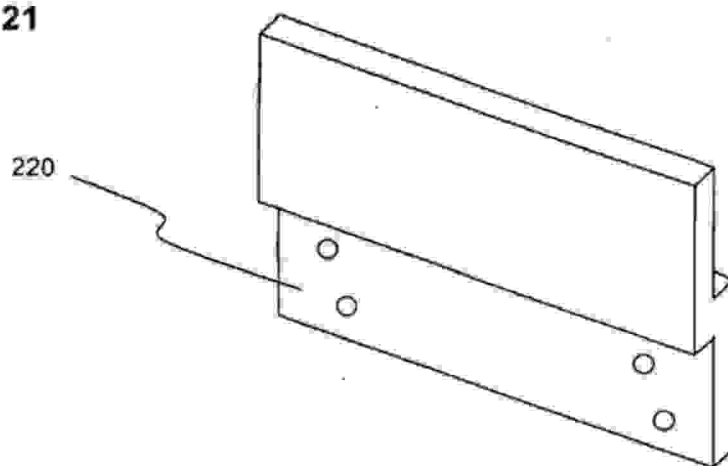
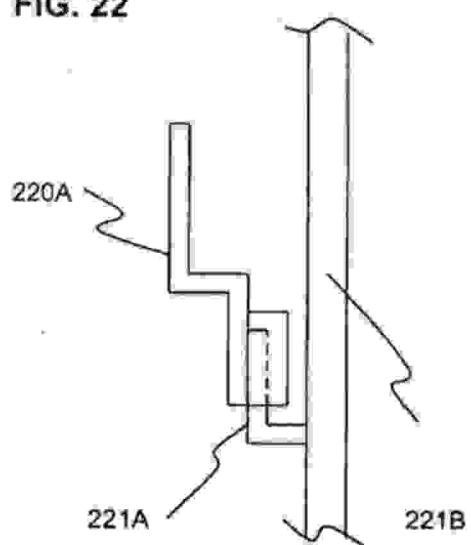


FIG. 22



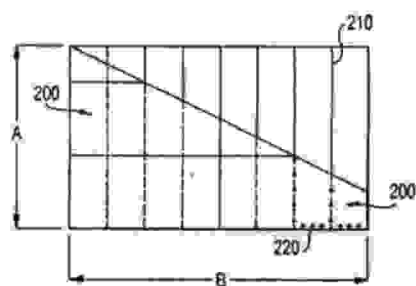


FIG. 25

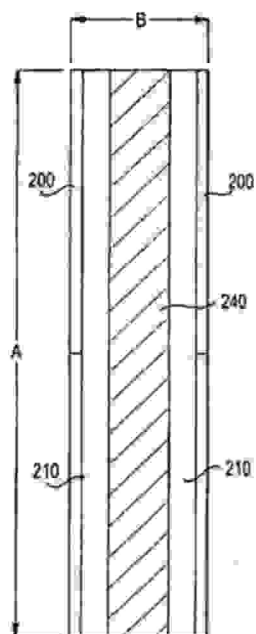


FIG. 27

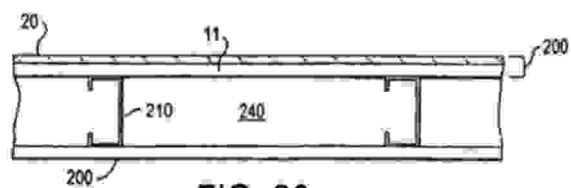
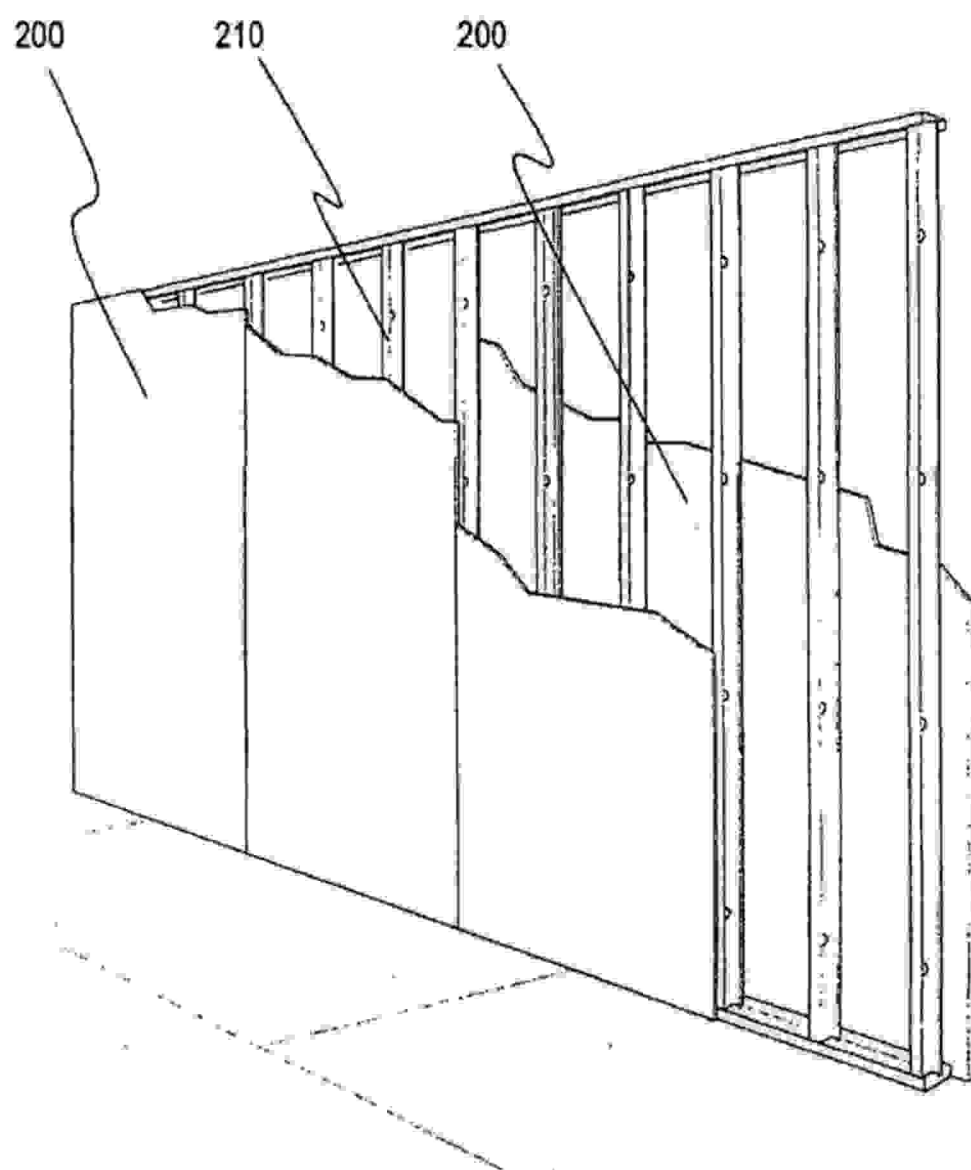


FIG. 28

FIG. 26



RESUMO

"SISTEMA DE PAINEL BLINDADO À BASE DE CIMENTO"

Uma montagem de painel blindado cimentício que inclui um painel blindado cimentício com propriedades de resistência balística e à explosão fixado a uma estrutura de moldura para produzir uma estrutura protetora. Os painéis blindados cimentícios têm uma fase contínua que resulta da cura de uma mistura aquosa de um ligante de cimento inorgânico, um enchimento de mineral inorgânico que tem um tamanho de partícula de cerca de 150-450 micrômetros, um enchimento mineral pozolânico, um agente de auto-nivelamento superplastificante à base de policarboxilato e água. A mistura também pode conter alcanolamina e ácido ou sal ácido. Antes da cura, a fase contínua é reforçada com fibra uniformemente distribuída na fase contínua antes da mesma ser curada para formar o painel. O painel pode ser reforçado com um revestimento fixado a pelo menos uma superfície do painel.