

DESCRIÇÃO
DA
PATENTE DE INVENÇÃO

N.º 95.214

REQUERENTE: SAINT-GOBAIN RECHERCHE, francesa, industrial,
com sede em 39, quai Lucien Lefranc, 93300
Aubervilliers, França.

EPÍGRAFE: "PROCESSO E PRODUTOS OBTIDOS POR MISTURA DE CI-
MENTO E DE FIBRAS DE REFORÇO"

INVENTORES: MICHEL LEROUX - FRANÇOIS TOUTLEMONDE -
JEAN-LUC BERNARD

Reivindicação do direito de prioridade ao abrigo do artigo 4.º da Convenção de Paris
de 20 de Março de 1883.
França, sob o nº FR.89.11666, em 6 de Setembro de 1989.

504

Memória descritiva referente ao pedido de patente de invenção em nome de Saint-Gobain Recherche, francesa, industrial, com sede em 39, quai Lucien LeFranc, 93300 Aubervilliers, França, para :

"PROCESSO E PRODUTOS OBTIDOS POR MISTURA DE CIMENTO E DE FIBRAS DE REFORÇO"

A presente invenção diz respeito a um processo de fabricação duma mistura à base de cimento contendo fibras de reforço, e os produtos obtidos a partir desta mistura.

A invenção encontra aplicação particularmente importante ainda que não exclusiva, no domínio dos materiais em fibro-cimento que são utilizados na construção para a fabricação de elementos de telhados, de placas ou painéis de fachada, de baixos relevos, etc...

É já conhecido o reforço do cimento pelas fibras de diferentes tipos.

O interesse de armar um material mineral para lhe conferir uma boa ductibilidade e uma melhor resistência em tracção foi compreendido há muito tempo, como nos mostra a existência antiga de adobo ou do betão armado.

Dentro do mesmo espírito, procurou-se portanto bastante cedo reforçar os cimentos pelas fibras. A utilização industrial de fibras de amianto como reforço do cimento data por exemplo do princípio do século.

506

Porém, e isto sobretudo depois da descoberta nos anos 1960 de riscos de cancro ocorridos devidos à manipulação e à inalação de fibras de amianto, outros tipos de fibras de reforço de cimento foram igualmente encarados.

Pode-se citar a este respeito as fibras em aço, em ferro fundido, em vidro, em celulose, as fibras polipropileno e outras fibras sintéticas, as fibras naturais de juta, de bambu, etc...

Entretanto, a utilização de tais fibras não conhece o desenvolvimento que deveria porquanto a mistura cimento-fibras põe problemas de fabricação.

A este título, os processos conhecidos da técnica anterior por filtração, impregnação, proiecção, ou mistura de fibras no momento do amassamento do cimento (processo chamado PREMIX) apresentam todos os inconvenientes que limitam a sua utilização.

Por exemplo, o processo de fabricação da mistura cimento-fibras por filtração do cimento através de fibras, não é conveniente a todos os tipos de fibras. Estas devem com efeito ser bastante finas para formar um filtro eficaz, e ter uma afinidade suficiente com a água, o que exclui notavelmente o emprego de fibras de vidro.

A necessidade de prensar as peças fabricadas interdita por outro lado, a fabricação de peças com forte relevo. Além disso, um circuito de adução e de eliminação da água utilizada ao longo da filtração é necessário, o que conduz a custos importantes.

O processo de fabricação da mistura cimento-fibras por impregnação é tão longo e em geral difícil de realizar, portanto dispendioso.

604

A fabricação de uma mistura de cimento e de fibras por projecção do cimento e de fibras sobre um molde ou uma parede não convem a todos os tipos de fibras, como com o processo de fabricação por filtração. As fibras devem com efeito apresentar características de massa e de aspecto que as permitam projectar. Trata-se portanto de fibras caras, que necessitam uma fabricação particular.

A projecção de massa de cimento requer a utilização de grandes quantidades de água, surgindo problemas de envelhecimento do produto obtido por este processo e de piores características finais. Por outro lado, devido à sua complexidade de realização, o processo por projecção necessita de uma mão de obra qualificada.

Enfim, o processo que consiste em misturar fibras ao cimento no momento do amassamento (processo chamado PREMIX), tal como ele é praticado na técnica anteriormente, limita consideravelmente a taxa de fibras incorporadas à massa de cimento. O aumento da viscosidade da mistura devido à adição das fibras é em geral compensado por uma dosagem inicial em água mais forte. Reencontra-se portanto os inconvenientes do processo de fabricação por projecção, sendo diminuídas as qualidades finais dos produtos obtidos a partir da mistura. Também, como para o processo de fabricação por projecção, a mão de obra deve ser qualificada o que torna os processos conhecidos do tipo PREMIX dispendiosos e essencialmente próprios à fabricação em pequena série.

A presente invenção visa obter um processo de fabricação de uma mistura à base de cimento armado de fibras de reforço, e de produtos obtidos a partir de uma tal mistura, respondendo melhor que os anteriormente conhecidos às exigências da prática, nomeadamente no facto de ele permitir a utilização de todos os tipos de fibras de reforço. Os produtos formados são de forte densidade e apresentando

boas características de comportamento no final, e nomeadamente uma boa resistência à flexão; o processo é fácil de realizar, permite uma moldagem fácil da mistura, e isto por um custo aceitável.

Para tal a invenção parte da constatação feita pelos inventores que a mistura fibras e cimento é francamente melhorada quando se realiza uma massa compacta misturando o cimento com, para 100 partes em peso de cimento, aproximadamente 5 partes e aproximadamente 20 partes em peso de uma primeira carga de material pulverulento cujo diâmetro médio das grãos é compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio das grãos do cimento e com aproximadamente 20 partes e aproximadamente 35 partes em peso de água, após que se mistura de seguida pelo menos um tipo de fibras de reforço à massa assim obtida.

O processo da invenção difere nomeadamente de modo essencial dos processos do tipo PREMIX da técnica anterior de duas maneiras: pela ordem das etapas que são realizadas, e saber, a invenção prevê a ordem seguinte: mistura dos póis e amassamento, depois incorporação de fibras, e pela fração proporcional de água utilizada, em relação às proporções habitualmente conhecidas.

Com o objectivo mencionado acima, a invenção propõe nomeadamente um processo de fabricação de uma mistura à base de cimento contendo fibras de reforço caracterizada pelo facto de que se forma uma mistura do cimento e, para 100 partes em peso de cimento, aproximadamente 5 partes e aproximadamente 20 partes em peso de um primeiro material pulverulento, cujo diâmetro médio dos grãos está compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do dito cimento, de aproximadamente 20 partes e aproximadamente 35 partes em peso de água pelo menos um adjuvante (fluidificante, reductor

507

de água ou dispersante) depois mistura-se a dita massa com pelo menos um tipo de fibras de reforço.

Nos modos de realização vantajosos da invenção, procede-se à mistura segundo uma e/ou outra das modalidades seguintes :

- forma-se a massa com para 100 partes em peso de cimento, entre 20 partes e 30 partes em peso de água,
- para 100 partes em peso de cimento mistura-se à massa aproximadamente 2 partes e aproximadamente 10 partes em peso de fibras de reforço,
- forma-se a massa misturando além disso com o cimento e o primeiro material pulverulento, para 100 partes em peso de cimento até aproximadamente 5 partes em peso de um segundo material pulverulento cujo diâmetro médio dos grãos é compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do primeiro material pulverulento,
- forma-se a massa juntando-se, para 100 partes em peso de cimento até aproximadamente 4 partes em peso de um adjuvante reológico e vantajosamente entre 2 e 3 partes,
- forma-se a massa juntando-se, para 100 partes em peso de cimento até aproximadamente 1 parte em peso de produto plastificante,
- forma-se a massa misturando-se os diferentes materiais secos depois procedendo ao amassamento da mistura homogênea obtida,
- o primeiro material pulverulento é constituído por grãos de diâmetro médio compreendido entre 3 μ m e 20 μ m,

GH

- as fibras de reforço apresentando um diâmetro médio compreendido entre aproximadamente 3 e 30 μm . Uma das vantagens da invenção é a possibilidade de introduzir simultaneamente várias espécies de fibras. É deste modo que é possível de incorporar na mistura fibras minerais ou de vidro cujo diâmetro médio é compreendido entre aproximadamente 10 e 30 μm e de preferência igual a aproximadamente 20 μm , e fibras da mesma natureza cujo diâmetro médio é inferior a aproximadamente 5 μm . As primeiras melhoram as propriedades mecânicas da composição (flexão, tração, choque), as segundas melhoram a impermeabilidade, a resistência à microfissuração e à abrasão.

A invenção propõe igualmente um produto à base de cimento armado de fibras de reforço obtidas a partir da mistura de acordo com o processo descrito acima, caracterizado pelo facto de que o produto comporta, para 100 partes em peso de cimento, aproximadamente 5 partes e aproximadamente 20 partes em peso dum primeiro material pulverulento cujo diâmetro médio dos grãos é compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do cimento.

Vantajosamente, o produto comporta além disso, para 100 partes em peso de cimento, até aproximadamente 5 partes em peso dum segundo material pulverulento cujos grãos apresentam um diâmetro médio compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do primeiro material pulverulento.

Num modo de realização vantajoso o primeiro material pulverulento é o metacaolino, de diâmetro médio compreendido entre 3 μm e 20 μm , o segundo material pulverulento é a microsilica, as fibras de reforço compreendem a 1% de vidro.

A invenção será melhor compreendida na leitura das explicações que se seguem e dos quadros dados em anexo.

A invenção utiliza primeiramente os resultados conhecidos de otimização das proporções entre granulometrias de componentes de betões permitindo melhorar a compacidade, aplicada aqui de maneira nova às massas de cimento cujo tamanho do mais grosso "granulado" é o do mais grosso grão de cimento.

Sabe-se que quanto mais um produto é compacto, mais as suas características de resistências físicas e mecânicas no final são satisfatórias.

Os espaços intersticiais delimitados pelos grãos dum produto determinam a sua compacidade (ou porosidade). Ora, misturando um pó inicial formado de grãos dum diâmetro médio dado com uma carga de produto pulverulento cujo diâmetro médio dos grãos é menor, enche-se principalmente certos espaços intersticiais, o que produz uma maior compacidade do produto final obtido.

É este princípio que foi utilizado pelos inventores que descobriram de maneira empírica que, no caso particular do cimento, as proporções óptimas a respeitar entre o diâmetro médio dos grãos do dito cimento e o da carga dum primeiro material pulverulento sendo de aproximadamente 1/5 a aproximadamente 1/10 de um em relação ao outro, a associação dum outra carga dum segundo material pulverulento, nas proporções de diâmetros médios entre produtos pulverulentos idênticos às de entre cimento e primeiro produto pulverulento, melhora ainda a compacidade.

Por outro lado, os inventores descobriram igualmente que, de maneira inesperada, o respeito das proporções entre diâmetros médios facilita grandemente a mistura com as fibras de reforço, que é uma das características essenciais da invenção.

Spitz

A título de exemplo de modo nenhum limitativo os resultados obtidos pelos inventores para chegar a estas proporções, são dados a seguir num quadro de medidas de porosidade (quadro I), para duas composições típicas de massa cimentar realizadas respeitando as proporções entre diâmetros da invenção : uma composição nº 1 sem "segundo" material pulverulento, e uma composição nº 2 com "segundo" material pulverulento (no caso, trata-se de microsilica).

Outras medidas com valores de granulometria diferentes, mas entrando sempre nos limites dos intervalos dados pela invenção, permitiu por outro lado aos inventores confirmar os ditos intervalos.

Viu-se que após 25 ciclos de imersão/secagem de produtos obtidos a partir das composições nº 1 e nº 2, obtiveram-se porosidades (medidas no picnometro com hélio) próximas da porosidade óptima teórica.

As características dos materiais utilizados para estas composições são :

- cimento : CPA55 ; diâmetro médio de grãos da ordem de 60 μ m,
- primeiro material pulverulento : metacolino ; diâmetro médio de 10 μ m,
- segundo material pulverulento : microsilica ; diâmetro médio de 1 μ m,
- um adjuvante utilizado na sua função redutora de água : polinaftalina sulfonato (conhecido sob a denominação LOMAR.D).

Stor

QUADRO I

- <u>Composição 1</u>	CPA	MK	água + lomar	Fibras de vidro
peso em g	400	40	120 + 10	35

porosidade final = 7,15 %

- <u>Composição 2</u>	CPA	MK	μ Si	água + lomar	Fibras de vidro
peso em g	400	40	10	100 + 10	35

porosidade final = 5,79 %

O quadro II a seguir dá os valores médios teóricos máximos para os empilhamentos das esferas de classes de granulometrias do mesmo tipo que as composições 1 e 2 acima referidas.

QUADRO II

- <u>Componente teórico</u>	CPA	MK	μ Si	vácuo	Fibras de vidro
em %	65	15,16	7,96	4,29	7,50

porosidade final = 4,29 %

Constata-se que estes valores teóricos são próximos dos valores obtidos com a composição 1 e que eles são ainda melhorados com a composição 2 ; a capacidade obtida para os produtos da invenção é então bem otimizada.

Scuz

O quadro III dá a composição de diferentes misturas à base de cimento e de fibras de reforço. Os valores indicam as massas em gramas.

Estas misturas são na origem de produtos submetidos a testes cujos resultados são mencionados no quadro IV. Certos produtos são realizados com misturas de acordo com a invenção e outros não, de maneira a permitir comparações sobre os resultados obtidos.

As diferentes misturas mencionadas no quadro III foram realizadas com um cimento CP455. Mas todos os outros tipos de cimento são possíveis. Em particular, um cimento sulfato-vulcânico de origem japonesa comercializado sob a denominação CHICHIBU, ou cimentos especiais por exemplo um cimento aluminoso fabricado pela Sociedade HEIDELBERGER ZEMENT (RFA) são, bem entendido, utilizáveis. Ver sobre este assunto os quadros III bis e IV bis em anexo.

No quadro III o "primeiro" material pulverulento é o metacaolino de diâmetro granulométrico médio da ordem de 5 μ m, apresentando uma superfície específica BET de 15 a 30 m^2/g e resultados no ensaio dito Ensaio CHAFELLE (norma BS 6492 de 1964) mostra um consumo da ordem de 610 mg de CaO/g de metacaolino.

Por metacaolino, entenda-se o produto ativado termicamente de caulinite. A fórmula resumida do metacaolino pode-se escrever, utilizando os símbolos clássicos empregues pelas cimentarias : AS_2 ($A = Al_2O_3$ e $S = SiO_2$).

Ele é obtido por tratamento térmico da caulinite a temperaturas que variam entre 700 e 900°C durante algumas horas.

Evidentemente, outros "primeiros" materiais

Spoh

pulverulentos respeitando as proporções granulométricas da invenção em relação ao cimento são utilizáveis.

Em particular grés, caulinos, argilas, colomites, microsferas com cavidades minerais (diâmetro médio da ordem de 30 μm) ou ainda o pó de Wollastonite (diâmetro médio da ordem de 0 a 10 μm) são utilizáveis, sem que esta enumeração seja em nada limitativa.

O "segundo" produto pulverulento utilizado no quadro III é constituído pela microsilica de superfície específica de 20 m^2/mg e de diâmetro médio compreendido entre 0,3 e 3 μm . Aqui ainda outros produtos são utilizáveis para realizar a invenção, como por exemplo a grafite de granulometria adequada ou microfibras de vidro moldas cujo diâmetro médio é igual ou inferior a aproximadamente 3 μm .

É preciso notar ainda uma vez que estes são secretado os efeitos "físicos" observados sobre a mistura e sobre os produtos que daí são originários, efeitos devidos entre outros às relações granulométricas de materiais pulverulentos entre eles e com o cimento, que são importantes para obter bons resultados e permitir uma fabricação e uma realização fácil da mistura com as fibras de reforço de acordo com a invenção, mais que os efeitos químicos, por exemplo efeitos pozolanicos dos finos e ultra finos utilizados como primeiro e segundo materiais pulverulentos.

O adjuvante utilizado nas misturas mencionadas no quadro III é a polinaftaleno sulfonato conhecido sob a denominação LONAR.D e cujo diâmetro médio é da ordem de 50 μm .

Outros adjuvantes conhecidos do técnico da matéria são igualmente utilizados.

Luiz

O plastificante das misturas do quadro III, que não é de modo nenhum mencionado de maneira limitativa, é o carboximetilcelulose (CMC) do tipo conhecido sob a denominação BLANCOSE (referência AKUCCELL MS 710) de diâmetro médio da ordem de 40 μ m.

Enfim, vários tipos de fibras de vidro figuram nas misturas do quadro III, sem que isto seja em nada limitativo do tipo de fibras a utilizar.

As fibras empregadas são designadas pelas letras cujo significado é o seguinte: as fibras Z₁ e Z₂ são obtidas de acordo com um processo de estiragem por fluido e correspondem aos vidros alcali-resistentes contendo óxido de zircônio. A fibra Z₃ é uma fibra contínua que corresponde a uma composição do mesmo género, obtida por estiragem mecânica. As fibras A₁ e A₂ são fabricadas a partir dum vidro alumínio-magnésio, resistente igualmente ao ataque dum meio alcalino, de acordo com um processo utilizando a estiragem por fluido; a primeira utilizada é bruta após a fabricação, a segunda sofre uma cardagem previamente ao seu emprego. As fibras B₁ e B₂ são obtidas a partir dum vidro à base de andorita e de basalto de acordo com dois processos diferentes utilizando a estiragem por fluido.

O número seguindo as referências de fibras indicam o diâmetro médio das ditas fibras (ou filamentos) expressos em μ m.

Dá-se a seguir o significado das notações utilizadas no presente pedido e nomeadamente no quadro IV (notações por outro lado inteiramente clássicas):

- RDR ou σ_r (em MPa) designa a tensão máxima de tracção medida num ensaio de flexão, dito flexão em 3 pontos, no momento da ruptura.

A ruptura é definida para todos os materiais atitudados como o máximo da curva tensão/deformação, embora um tal máximo não coincida sempre com uma queda brutal da tensão suportada pelo material.

- Σ_r (em %) designa o alongamento na ruptura. O alongamento calcula-se pela fórmula: $\Sigma = 6 f/l^2$, onde f é a flecha ao centro e l a distância entre apoios.

- LOP (em MPa) exprime o limite de linearidade. É o ponto onde a curvatura esforço/deformação torna-se não linear.

- Σ_{LOP} ou Σ_e (em %) designa o alongamento no ponto limite de linearidade.

- d designa a densidade (húmida).

- E (em GPa) é módulo d'Young ou módulo de elasticidade.

- W_r (em J/m²) é a energia de ruptura.

- W_e (em J/m²) é a energia necessária para atingir o ponto limite de elasticidade do produto testado.

- "v.a." é a abreviação de envelhecimento acelerado. O teste mais frequentemente utilizado é uma imersão de 28 dias na água a 50°C. Utiliza-se frequentemente a menção de propriedade "final" para as amostras após "v.a."

- I_t é o índice de tenacidade. Designa a relação da energia de ruptura pela energia de flexão armazenada até ao limite de proporcionalidade. Este índice, ainda que sujeito a fortes alterações, caracteriza o comportamento do material após o "primeiro indicio" de fregueza.

O exame dos quadros III e IV mostram que um cimento contendo materiais pulverulentos nas proporções da invenção apresenta características físicas satisfatórias :
módulo de ruptura, (MOR), alongamento à ruptura (Σ_p)
resistência à tração, etc.

Em particular, os inventores puderam constatar que se obtêm excelentes resultados com uma massa onde o metacaulino representa somente 10 % do peso do cimento, enquanto que a utilização de 30 % de metacaulino em relação ao peso do cimento, a priori mais favorável por razões químicas, foi abandonada por razões de granulometria resultando difícil a introdução de fibras na massa, a não ser garantindo um amolecimento mais importante mas nocivo para as performances finais do produto resultante da mistura.

Os numerosos ensaios aos quais os inventores procederam e dos quais os quadros III e IV dão exemplos, confirmaram estes resultados.

Um outro parâmetro importante da invenção, diz respeito à proporção de água a juntar à massa para obter a mistura compacta da invenção e poder-lhe misturar as fibras de reforço sem muito esforço, e rapidamente. Uma mistura muito vigorosa ou muito longa danifica, com efeito, as fibras de reforço.

Fazemos notar aqui que a química da massa, assim como a das fibras, desempenha apesar de tudo um papel, conforme o amolecimento é, ou não, favorecido ; por exemplo observa-se uma presa muito lenta com o vidro Z₂, mas ao contrário bastante rápida com B₁ e B₂ que necessita menos de água, mesmo para uma taxa de fibras importante.

A partir dos quadros III e IV, podem-se caracterizar as propriedades gerais da invenção sabendo que uma otimização das proporções entre componentes, ficando sempre dentro do intervalo da invenção, poderá ser vantajosa encontrar para cada tipo de fibra e cada natureza química mais específica da massa utilizada.

De modo geral observa-se :

- a densidade, o módulo d'Young, e as tensões limites são funções decrescentes da taxa em água ;
- os limites no alongamento, e o índice de tenacidade são funções crescentes da taxa de água, mas unicamente a partir duma relação água/cimento (E/C) próximo de 0,4.

Observando mais precisamente as séries de composição onde só a taxa em água é modificada, nota-se que :

- para uma mesma composição em "pó" (cimento + materiais pulverulentos), a densidade e o módulo d'Young sofrem, em função da taxa em água, um forte decréscimo, até um patamar correspondendo a um excesso de água ;
- o alongamento é uma função crescente a partir duma relação E/C de 0,4 ;
- a tensão e a energia de ruptura apresentam máximos correspondendo a um compromisso entre um efeito positivo da água (visível em particular para massas com forte taxa de finos, ou materiais pulverulentos, portanto relativamente secos) e um efeito de decréscimo mais ou menos acentuado.

Para medir a importância da dosagem em água, convém de notar que :

Spz

- para preencher os vazios entre materiais pulverulentos e cimento, a taxa em água necessária é da ordem de 15 % do volume total (cimento + fibras + materiais pulverulentos), ou seja da ordem de 15 g para 100 g de cimento ;
- a junção de água vai interromper, pelo menos provisoriamente, o empilhamento compacto da massa, pelo que não é só afectado o amolecimento dos grãos e das fibras ;
- para obter uma manzabilidade correcta, tendo em conta uma taxa de adjuvantes "razoável", é difícil de descer abaixo duma relação em peso entre a água e o cimento E/C igual ao da ordem de 0,2 a 0,25 ;
- enfim para permitir uma boa presa do cimento, e ainda que não se trate senão dum meio sobre as reacções de relações de pesos variados, é necessário juntar da ordem de 25 g de água para 100 g de cimento. Com uma tal dosagem reaproxima-se das condições de presa sob a forma de precipitação dum "gel único" praticamente sem cristalização, o que favorece as propriedades mecânicas e uma boa qualidade de interface entre o cimento e as fibras.

O interesse de limitar a taxa em água não é unicamente o de permitir introduzir as fibras sem efeito de segregação e de limitar a retração e as deformações diferidas (fluência), mas também de permitir, graças às qualidades de compacidade da massa e a boa interface realizada entre cimento e fibras de reforço, boas características físicas e boas performances de resistência à ruptura a final.

Os inconvenientes duma fraca taxa em água (essencialmente uma presa relativamente lenta e portanto um cuidado bastante delicado), podem ser minimizados ou eliminados optimizando a taxa de fluidificante.

John

Fazendo referência aos quadros, e após proceder ao teste climático de envelhecimento acelerado, observa-se um melhoramento das propriedades mecânicas devido a adição de adjuvante.

Em resumo, as taxas em água e em adjuvante, foram otimizadas pelos inventores, a partir de numerosas observações que eles fizeram, da maneira seguinte: para 100 partes em peso de cimento aproximadamente 20 partes e aproximadamente 35 partes em peso de água e até 4 partes em peso de adjuvantes e vantajosamente entre 2 e 3 partes, de acordo com o tipo de fibras e composição da massa.

Os quadros III e IV põem igualmente em evidência proporções ótimas, em peso em relação ao peso em cimento, de fibras a utilizar nas misturas da invenção.

Sobre a quantidade de amostras fabricadas pelos inventores e sobre as quais os quadros apresentam valores dados a título de exemplo não limitativo, puderam-se pôr em evidência alguns efeitos bastante claros ligados à quantidade de fibras.

Observa-se com efeito um crescimento do limite de linearidade, um crescimento das tensões limites, alongamento e energia na ruptura, para teor de fibras compreendidas entre aproximadamente 2 partes e aproximadamente 10 partes em peso de fibras para 100 partes em peso de cimento.

Observa-se por outro lado, que ainda que todos os tipos de fibras minerais sejam empregados, excelentes resultados são obtidos quando o reforço é realizado sob forma de fibras de vidro ou de basalto misturados.

Os quadros nº III bis e IV bis mostram sumariamente que resultados vantajosos são igualmente obtidos com outros

Stor

tipos de cimentos.

Observa-se por outro lado que as diferentes relações entre peso de cimento e quantidade de água utilizada, conduzem às tensões de ruptura seguintes :

- σ_r 25 a 30 MPa para uma relação água sobre cimento de ordem de 0,245,
- σ_r 20 a 22 MPa para uma relação água sobre cimento de ordem de 0,2.

Em compensação o alongamento à ruptura é :

- \sum_r 1 a 1,1 para o CPJ reforçado de basalto (aderência forte),
- \sum_r 2 para o CPA com uma taxa de água de aproximadamente 0,3 (aderência menos forte),
- \sum_r 1 a 1,2 para o CPA com uma taxa de água menor (é então mais seco portanto mais aderente),
- \sum_r é correcto para o cimento branco, prevendo que $E/C < 0,25$ (senão deve-se juntar finos).

O carácter crucial da dosagem em água que aparece aqui, foi igualmente verificado sobre diversas amostras por um estudo no microscópio electrónico com destruição.

Vai-se agora descrever um exemplo de realização do processo de mistura de acordo com a invenção.

A partir de uma pré-mistura seca contendo o cimento, uma primeira carga e eventualmente uma segunda carga em materiais pulverulentos, de acordo com as dosagens de

102

invenção, um operador junta uma quantidade de água, correspondendo a um valor pré-determinado nos intervalos indicados pelos inventores (a mistura de pós pode igualmente com vantagem ser efectuada pelo operador, mesmo antes da amassadura).

Os adjuvantes (fluidificante, plastificante, etc...) são também vantajosamente introduzidos pelo operador, antes, durante ou depois de juntar água; eles são função do tipo de cimento, do tipo de materiais pulverulentos e do tipo de fibras de reforço utilizadas.

As misturas são realizadas por misturadores clássicos, sem que seja necessário efectuar obrigatoriamente uma malaxação da massa antes da introdução de fibras.

Podem principalmente ser utilizados os tipos de misturadores seguintes: misturador com movimento planetário, por exemplo do tipo conhecido sob as denominações HOBART, FERIER, KENWOOD, ..., misturador "OMNIMIXEUR" (COLLOMATIC), com andamento valsante (misturador desenvolvido por HEIRICH), com relha de charrua, etc...

Uma vez a massa obtida, juntam-se as fibras de reforço.

Estas fibras de reforço podem ser de todos os tipos conhecidos, em particular fibras de vidro, moídas ou não moídas, apresentando-se por exemplo sobre forma de feixes de fibras paralelas ou de lâ de vidro, como no modo preferido de realização da invenção mais particularmente acima descrito, mas igualmente fibras em polímero ou de todos os tipos tais como aqueles invocados na parte introdutória do presente pedido (aços, ferro fundido, etc...).

A "fraca" quantidade de água junta dá à massa obtida

um aspecto singularmente "seco". Não obstante o emprego de partículas de granulometrias sobrepostas e de fluidificante conferindo à massa um carácter marcadamente tixotrópico o que torna possivelmente a incorporação fácil de fibras.

As fibras são introduzidas na massa e mistura-se a massa e as fibras durante um tempo suficiente para atingir uma boa homogeneidade. O tempo global para estas diferentes operações varia da ordem de 30 segundos à ordem de 20 minutos de acordo com o tipo de misturador utilizado.

A mistura é em seguida utilizada para a fabricação de um produto, por exemplo uma telha.

A mistura obtida sendo muito maleável, pode nomeadamente e vantajosamente ser utilizada para as moldagens.

Neste caso, é introduzida nos moldes e colocada em forma, por exemplo por vibração, durante por exemplo da ordem de 5 a 15 minutos.

O tipo de composição utilizada, e o processo de mistura de acordo com o modo de realização da invenção mais particularmente descrito na presente memória, estão na origem dum melhoramento incontestável de propriedades físicas de produtos fabricados em cimento reforçados de fibras, em particular de fibras de vidro.

Nomeadamente :

- a reologia da massa obtida após incorporação de fibras (por exemplo 1% de vidro ou 1% de rocha) é caracterizada por uma forte viscosidade estática e uma tixotropia permitindo uma muito boa manuseabilidade sob vibração, o que torna possível as colocações em forma variadas por exemplo por absorção,

SWZ

escoamento sob vibração, prensagem, moldagem, eventualmente centrifugação ou extrusão,

- para produtos cujo reforço é constituído em I% de vidro ou de rocha, observam-se porosidades muito fracas (até 5 % e menos) e de excelentes propriedades mecânicas estáticas (altos limites elásticos).

A título de exemplo, e como se verá a partir dos quadros III e IV, para um compósito cimento/metacaolino/I% de vidro de densidade 2 a 2,2, a tensão de tracção máxima à ruptura atinge 30 a 40 MPa em flexão 3 pontos.

- o processo permite também um melhoramento das propriedades dos materiais reforçados com fibras têxteis, ditas "GRC" por via PREMIX.

Observa-se com efeito para estes, além de uma fraca porosidade, propriedades estáticas e dinâmicas excepcionais : resistência aos choques, pregabilidade, módulo de ruptura atingindo 50 a 60 MPa para um alongamento de aproximadamente 1 %.

- para todos os produtos fabricados pelo processo da invenção, com fibras de diâmetro adequado, observa-se um comportamento sem deterioração notável após envelhecimento acelerado (imersão na água quente a 50°C, depois imersão/secagem e choques) e seja qual for a composição química de fibras de vidro, ou outras, utilizadas. Isto é devido à forte compatidade e à fraca taxa em água da matriz cimenteira da mistura. O diâmetro relativamente importante de fibras utilizadas desempenha igualmente um papel.

Pode-se observar nomeadamente que certas fibras de vidro, consideradas não resistir muito tempo aos alcalinos ou ao cimento, não são degradadas durante o envelhecimento

607

de compósitos realizados por este processo. O processo permite portanto de se libertar constrangimentos ligados à pozolanicidade de cargas introduzidas, à resistência do vidro aos alcalinos, ou à necessidade de prever adjuvantes poliméricos.

QUADRO III

	Cimento	Água	Fluidifi- ficante	MK	μ Si	Plasti- ficante	Fibras tipo	peso
nº 1	100	60	2,5	30	-	0,5	Z _{1,23}	9
nº 2	100	50	2,5	10	10	0,5	Z _{1,23}	9
nº 3	100	50	2,5	30	-	-	Z _{1,23}	9
nº 4	100	45	2,5	10	-	0,5	Z _{1,23}	6,5
nº 5	100	42,5	2,5	30	-	-	Z _{1,23}	14
nº 6	100	40	2,5	10	10	-	Z _{1,23}	9
nº 7	100	40	2,5	30	-	-	Z _{1,23}	9
nº 8	100	40	2,5	5	5	-	Z _{1,23}	10
nº 9	100	35	2,5	10	2,5	-	Z _{1,23}	5,25
nº 10	100	35	2,5	10	2,5	0,5	Z ₁	5,25
nº 11	100	35	2,5	10	2,5	-	Z ₁	17,5
nº 12	100	30	2,5	10	10	-	Z _{1,23}	9
nº 13	100	28,25	2,5	10	-	-	Z _{1,40}	15
nº 14	100	28,25	2,5	10	2,5	-	Z ₁	5,25
nº 15	100	28,25	2,5	10	-	-	Z ₁	10
nº 16	100	25	2,5	10	-	-	Z _{1,40}	9
nº 17	100	25	2,5	10	-	-	Z _{1,40}	10
nº 18	100	25	2,5	10	-	-	Z _{1,23}	7,5
							+ 40	+ 2,5
nº 19	100	25	2,5	10	-	-	Z _{1,23}	5
							+ 40	+ 5
nº 20	100	25	2,5	10	2,5	-	Z _{1,23}	10
nº 21	100	25	2,5	10	5	-	Z _{1,23}	10

Spur

QUADRO III (continuação)

	Cimento	Água	Fluidifi- ficante	MK	μ Si	Plasti- ficante	Fibras tipo	peso
nº 22	100	21,25	2,5	10	-	-	Z ₁	9
nº 23	100	40	2,5	30	-	-	A ₁	9
nº 24	100	40	2,5	10	-	1	A ₁	7,25
nº 25	100	35	3	10	-	-	A ₁	10
nº 26	100	30	2,5	10	-	-	Z ₁	9
nº 27	100	30	2,5	10	-	-	A ₂	9
nº 28	100	30	2,5	10	-	-	A ₂	15
nº 29	100	30	4,5	10	-	-	A ₂	16
nº 30	100	30	2,5	10	-	-	-	0
nº 31	100	27,5	2	10	-	-	A ₂	11
nº 32	100	27,5	2,5	10	-	-	A ₂	10
nº 33	100	30	2,5	10	2,5	-	A ₂	10
nº 34	100	27,5	2,5	10	5	-	A ₂	10
nº 35	100	26,8	1,9	10	-	-	A ₂	8
nº 36	100	25	4,5	10	-	-	A ₂	11
nº 37	100	25	2	10	-	-	A ₁	11
nº 38	100	25	2,5	10	-	-	A ₁	15
nº 39	100	25	2,5	10	-	-	-	0
nº 40	100	25	2,5	10	-	-	A ₂	5
nº 41	100	25	2,5	10	-	-	A ₂	11
nº 42	100	25	2,5	10	-	-	A ₁	15
nº 43	100	25	2,5	10	-	-	A ₁	7,25
nº 44	100	30	2,5	10	-	-	Z ₂	9
nº 45	100	30	2,5	10	-	-	Z ₂	11
nº 46	100	30	2,5	10	-	-	Z ₂	15
nº 47	100	27,5	2,5	10	-	-	Z ₃	9
nº 48	100	24,5	2,5	10	-	-	Z ₃	9
nº 49	100	30	2,5	10	-	-		9
nº 50	100	30	2,5	10				16
nº 51	100	27,5	2	10				15

QUADRO III (continuação)

	Cimento	Água	Fluidi- ficante	MK	µ Si	Plasti- ficante	Fibras tipo	peso
nº 52	100	25	1,5	10				11
nº 53	100	24,5	2,5	10				9
nº 54	100	24,5	2,5	10				9
nº 55	100	24,5	2,5	10				9
nº 56	100	24,5	2,5	10				9
nº 57	100	24,5	2,5	10				9

QUADRO III BIS

	Tipo	Quantidade	Água	Fluidi- ficante	MK	Tipo de fibras	Peso de fibras
nº 58	1 (CPA)	100	24,5	2,5	10	Bas TOR	9
nº 59	2 (HP)	100	24,5	2,5	10	Bas TOR	9
nº 60	3 (CPJ)	100	24,5	2,5	10	Bas TOR	9
nº 61	4 (branco)	100	24,5	2,5	10	Bas TOR	9
nº 62	3	100	30	2,5	10	Bas TOR	9
nº 63	4	100	30	2,5	10	Bas TOR	9

Luca

QUADRO IV

	1	2	3	4	5	6	7	8
Mistura								
MOR	14,13	11,15	16,6	19,14	34,67	13,03	17,38	20,92
Σ_r	4,47	2,33	2,87	2,08	2,40	2,53	2,3	2,32
LOP	9,38	10,6	13,85	16,98	33,3	9,86	15,2	13,72
Σ_{LOP}	1,95	1,61	1,59	0,79	2,27	1,81	1,64	1,23
d	1,59	1,61	1,74	1,67	-	1,71	1,85	2,04
E	5,04	6,39	8,06	9,90	12,82	8,64	8,8	11,39
W_r	311	140	231	164	320	172	181	229
W_e	72	71	87	117	294	44	103	68
MOR _{v.a.}	13,69	14,49	19,24	14,92	-	18,79	20,44	16,50
Σ_r v.a.	3,27	4	2,57	1,57	-	2,07	2,35	1,96
LOP _{v.a.}	10,93	12,57	17,89	14,5	-	17,22	17,28	14,30
Σ_{LOP} v.a.	2,1	2,73	1,87	1,5	-	1,57	1,81	1,60
d _{v.a.}	1,89	1,95	1,89	1,92	-	1,75	1,89	1,87
E _{v.a.}	5,22	4,22	9,11	10,73	-	10,86	9,67	9,28
I_t	4,55	1,79	2,73	1,85	1,2	4,36	2,03	1,03
$I_{tv.a.}$	2,34	1,44	1,72	1,41	-	1,68	1,73	1,67

504

QUADRO IV (CONTINUAÇÃO)

	9	10	11	12	13	14	15	16
Mistura	9	10	11	12	13	14	15	16
MOR	19,32	17,92	25,63	23,9	22,9	16,65	20,06	29,63
				38,7				
Σ_r	0,96	1,23	1,74	3,03	1,6	0,67	0,79	1,16
				2,04				
LOP	19,25	19,25	19,51	18,71	15,3	16,36	18,79	22,81
				29,4				
Σ_{LOP}	0,94	0,78	1,06	1,59	0,79	0,65	0,63	1,07
				1,31				
d	2,13	2,12	1,93	1,98	2,23	2,05	2,19	2,08
				2,11				
E	20,20	20,73	18,63	12,31	19,64	24,67	29,7	25,8
				22,78				
W_r	75	110	208	376	176	44	69	138
				356				
W_e	73	48	81	116	48	41	47	119
				150				
$MOR_{v.a.}$	16,83	19,61	29,22	23,49	-	21,65	22,21	-
$\Sigma_r v.a.$	0,79	1,34	2,11	1,72	-	0,79	1,04	-
$LOP_{v.a.}$	16,50	17,08	19,72	22,53	-	21,6	15,89	-
$\Sigma_{LOP} v.a.$	0,77	0,9	1,11	1,36	-	0,79	0,52	-
$d_{v.a.}$	2,13	2,95	-	2,03	-	-	-	-
$E_{v.a.}$	21,54	20	18,14	15,93	-	27,5	30,66	-
I_t	1,03	2,36	2,53	3,34	3,74	1,08	1,35	1,13
				2,36				
$I_{tv.a.}$	1,07	1,8	3,36	1,61	-	1	3,5	-

62

QUADRO IV (CONTINUAÇÃO)

	25	26	27	28	29	30	31	32
Mistura	25	26	27	28	29	30	31	32
MOR	17,88	17,06	24,6	26,3	19,71	10,13	24,53	25,59
Σ_r	2,39	1,44	2,6	3	2,3	1,54	2,73	2,38
LOP	17,84	16,9	24,4	24,27	18,13	10,13	18,4	21,28
Σ_{LOP}	2,36	1,35	2,48	2,4	1,89	1,54	1,81	1,73
d	2,09	2,04	1,97	1,94	2,06	2,06	2,04	2,21
E	7,63	12,39	9,86	9,8	9,48	6,58	10,11	12,41
W_r	177	105	257	338	199	63	279	266
W_a	168	90	235	226	136	62	143	146
MOR _{v.a.}	20,33	18,79	-	-	30,41	10,01	16,84	27,43
Σ_r v.a.	2,18	2,07	-	-	2,09	1,47	1,86	1,75
LOP _{v.a.}	19,60	17,84	-	-	29,52	10,01	14,37	27,35
Σ_{LOP} v.a.	2,05	1,86	-	-	1,94	1,47	1,48	1,73
d _{v.a.}	2,03	2,12	-	-	2,23	2,16	2,21	2,20
E _{v.a.}	9,54	9,38	-	-	15,27	7,16	9,74	15,9
I_t	1,04	1,14	1,11	1,5	1,43	1,02	3,64	1,88
$I_{tv.a.}$	1,17	1,25	-	-	1,18	1	1,70	1,04

Go

QUADRO IV CONTINUADO

	17	18	19	20	21	22	23	24
Mistura								
MOR	26,92	26,5	22,72	22,73	24,67	27,08	19,41	13,6
Σ_r	2,07	2,31	1,79	2,48	2,48	1,20	1,84	3,06
LOP	26,92	25,89	22,72	22,55	22,02	17,26	19,35	13,6
Σ_{LOP}	2,07	2,20	1,79	2,38	2,01	0,58	1,80	3,06
d	2,21	2,16	2,23	2,23	2,23	2,25	1,83	1,86
E	12,81	11,50	12,45	9,49	10,74	30,37	10,43	4,78
W_r	217	245	159	219	259	153	139	165
W_e	217	222	159	213	177	39	137	165
MOR _{v.a.}	13,69	14,49	19,24	14,92	-	18,79	20,44	16,50
Σ_r v.a.	1,92	2,18	2,01	2,01	2,07	0,86	1,9	2,82
LOP _{v.a.}	29,14	33,14	31,72	27,24	29,91	13,92	16,65	10,10
Σ_{LOP} v.a.	1,86	2,18	1,89	1,98	1,86	0,5	1,88	2,73
d _{v.a.}	2,22	2,12	2,23	2,21	2,18	-	1,91	2,01
E _{v.a.}	15,91	15,13	16,84	13,6	16,13	28	8,79	3,63
I_t	1	1,09	1	1,05	1,51	4,15	1	1
$I_{tv.a.}$	1,08	1	1,15	1,03	1,25	2,79	1,05	1,07

SG

QUADRO IV (CONTINUACAO)

	33	34	35	36	37	38	39	40
: Mistura								
: MOR	:21,22:23,6	:17,63:21,61	:24,98:34,35	:11,56:19,87:				
: Σ_r	: 2,40: 2,23:	2,32: 2,77:	2,32: 2,83:	1,35: 1,46:				
: LOP	:20,76:2054	:17,5 :18,83:	21,57:30,70:	11,56:18,97:				
: Σ_{LOP}	: 2,21: 1,61:	2,29: 2,12:	1,86: 2,35:	1,35: 1,34:				
: d	: 2,06: 2,16:	1,99: 2,21:	2,26: 2,30:	2,24: 2,21:				
: E	: 9,42:12,85:	7,5 : 9,22:	11,37:13,3 :	8,47:14,49:				
: W_r	:221 :246	:162 :269	:246 :427	: 63 :120				
: W_e	:184 :130	:157 :129	:161 :279	: 63 : 96				
: MOR _{v.a.}	:23,34:22,52:	- :23,65:	30,05:41,98:	20,22:25,09:				
: Σ_r v.a.	: 1,77: 1,56:	- : 1,78:	1,74: 2,34:	1,45: 1,39:				
: LOP _{v.a.}	:21,49:22,12:	- :23,15:	29,68:39,28:	20,22:25,09:				
: Σ_{LOP} v.a.	: 1,55: 1,48:	- : 1,67:	1,70: 2,12:	1,45: 1,39:				
: d _{v.a.}	: 2,05: 2,18:	- : 2,26:	2,18: 2,16:	2,24: 2,17:				
: E _{v.a.}	:13,49:15,04:	1,05:14 :17,13:	17,87:13,8 :17,96:					
: I_t	: 1,17: 1,89:	- : 2,02:	1,57: 1,52:	1 : 1,29:				
: $I_{tv.a.}$: 1,27: 1,09:	- : 1,16:	1,03: 1,19:	1 : 1				

504

QUADRO IV (CONTINUAÇÃO)

	41	42	43	44	45	46	47	48
Mistura	41	42	43	44	45	46	47	48
MOR	30,27	34,66	29,7	14,41	19,28	18,98	34,6	47,36
Σ_r	2,16	2,39	2	2,1	2,18	2,25	8	8,10
LOP	30,27	34,60	29,62	13,19	16,14	18,01	15,1	18,67
Σ_{LOP}	2,16	2,39	2	1,67	1,36	2,03	0,73	0,91
d	2,17	2,18	2,05	2,01	2,03	1,97	2,06	2,01
E	13,96	14,23	14,3	8,38	12,42	10,18	20,45	20,63
W_r	265	325	236	135	197	188	1632	2212
W_e	265	325	234	87	87	142	43	67
MOR _{v.a.}	28,83	28,20	23,55	23,57	19,49	23,39	37,93	38,05
Σ_r v.a.	1,87	1,93	1,92	3,09	2,34	2,94	4,25	6,16
LOP _{v.a.}	28,83	25,06	23,55	23,29	17,15	19,69	21,13	14,00
Σ_{LOP} v.a.	1,87	1,66	1,88	3,00	1,91	2,24	0,88	0,73
d _{v.a.}	2,22	2,23	2,21	2,10	2,18	2,07	2,18	-
E _{v.a.}	15,17	14,89	12,01	7,88	8,96	8,71	24,71	20536
I_t	1	1	1,01	1,67	2,35	1,34	38,72	34,96
$I_{tv.a.}$	1	1,39	1,05	1,25	1,61	1,90	16,28	41,07

54

QUADRO IV (CONTINUAÇÃO)

: Mistura :	49 :	50 :	51 :	52 :	53 :

: MOR	:19,63:	25,47:	21,28:	22,29:	13,19:
: Σ_r	: 1,92:	2,73:	2,45:	2,4 :	1,58:
: LOP	:19,03:	20,69:	17,93:	20,10:	13,08:
: Σ_{LOP}	: 1,77:	1,99:	1,88:	2,10:	1,55:
: d	: 1,88:	1,97:	1,98:	2,14:	2,15:
: E	:10,59:	10,27:	9,66:	10,22:	8,17:
: W_r	:155	:291	:222	:242	: 81 :
: W_e	:134	:161	:132	:162	: 79 :
: MOR _{v.a.}	:19,22:	17,43:	20,76:	17,26:	23,6 :
: Σ_r v.a.	: 2,03:	2,02:	1,98:	1,68:	2,25:
: LOP _{v.a.}	:19,22:	17,09:	20,76:	17,10:	23,6 :
: Σ_{LOP} v.a.	: 2,03:	1,91:	1,98:	1,64:	2,25:
: d _{v.a.}	: 2,01:	2,16:	2,17:	2,22:	2,13:
: E _{v.a.}	: 9,21:	8,88:	10,32:	10,37:	10,20:
: I_t	: 1,17:	1,86:	1,84:	1,44:	1,02:
: $I_{tv.a.}$: 1	: 1,1	: 1	: 1,05:	1 :

56

QUADRO IV (CONTINUAÇÃO)

	54	55	56	57
Mistura				
MOR	9,6	25,01	24,35	21,43
Σ_r	1,51	1,00	1,13	0,91
LOP	8,99	25,01	23,07	21,43
Σ_{LOP}	1,38	1,00	0,96	0,91
d	2,15	1,97	1,96	1,90
E	6,54	25,05	24,03	23,48
W_r	59	97	117	76
W_e	49	97	86	76
MOR _{v.a.}	15,61	-	23,16	26,26
Σ_r v.a.	2,39	-	0,93	1,17
LOP _{v.a.}	15,61	-	23,16	26,26
Σ_{LOP} v.a.	2,39	-	0,93	1,17
d _{v.a.}	2,12	-	2,11	1,93
E _{v.a.}	6,44	-	23,06	10,37
I_t	1,24	1	1,4	1
$I_{tv.a.}$	1	-	1,03	1

64

QUADRO IV (CONTINUAÇÃO)

	58	59	60	61	62	63
: Mistura :	58	59	60	61	62	63
: MOR	:25,01:	29,59:	28,99:	30,85:	23,89:	21,28:
: Σ_r	: 1,00:	1,06:	1,09:	1,64:	0,94:	1,15:
: LOP	:25,01:	28,85:	28,48:	29,79:	23,89:	19,92:
: Σ_{LOP}	: 1,00:	1,02:	1,05:	1,13:	0,94:	1,03:
: d	: 1,97:	2,04:	2,11:	2,03:	2,11:	1,96:
: E	:25,05:	28,17:	26,97:	26,42:	25,21:	19,33:
: W_r	: 97	:124	:126	:157	: 86	:100
: W_e	: 97	:114	:117	:131	: 86	: 80
: $MOR_{v.a.}$: -	: -	: -	: -	: -	: -
: $\Sigma_r v.a.$: -	: -	: -	: -	: -	: -
: $LOP_{v.a.}$: -	: -	: -	: -	: -	: -
: $\Sigma_{LOP v.a.}$: -	: -	: -	: -	: -	: -
: $d_{v.a.}$: -	: -	: -	: -	: -	: -
: $E_{v.a.}$: -	: -	: -	: -	: -	: -
: I_t	: 1	: 1,08:	1,10:	1,19:	1	: 1,29:
: $I_{tv.a.}$: 1	: -	: -	: -	: -	: -

RESUMO

A presente invenção diz respeito a um processo de fabricação de uma mistura à base de cimento contendo fibras de reforço, e os produtos obtidos a partir desta mistura.

De acordo com a invenção, esta processo é obtido formando uma massa misturando cimento e, para 100 partes em peso de cimento, aproximadamente 5 partes e aproximadamente 20 partes em peso dum primeiro material pulverulento cujas grãos apresentam um diâmetro médio compreendido entre $1/5$ e $1/10$ do diâmetro médio das grãos do dito cimento, aproximadamente 20 partes e aproximadamente 35 partes em peso de água e pelo menos um adjuvante (fluidificante, reductor de água ou dispersante), depois se misturam a dita massa com pelo menos uma espécie de fibras de reforço.

A presente invenção encontra uma aplicação particularmente importante no domínio dos materiais em fibra-cimento.

REIVINDICAÇÕES

1ª - Processo de fabricação duma massa à base de cimento contendo fibras de reforço, caracterizado pelo facto de se formar uma massa misturando cimento e, para 100 partes em peso de cimento, aproximadamente 5 partes e aproximadamente 20 partes em peso dum primeiro material pulverulento cujos grãos apresentam um diâmetro médio compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do dito cimento, aproximadamente 20 partes e aproximadamente 35 partes em peso de água e pelo menos um adjuvante (fluidificante, reductor de água ou dispersante), depois mistura-se a dita massa com pelo menos uma espécie de fibras de reforço.

2ª - Processo de fabricação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo facto de se formar a massa misturando o cimento com, para 100 partes em peso de cimento, entre 23 partes e 30 partes em peso de água.

3ª - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de que para 100 partes em peso de cimento, misturar-se aproximadamente 2 partes, e aproximadamente 10 partes em peso de fibras de reforço.

4ª - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de se formar uma massa misturando ainda com o cimento e o primeiro material pulverulento, para 100 partes em peso de cimento, até aproximadamente 5 partes em peso dum segundo material pulverulento cujo diâmetro médio dos grãos é compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do primeiro material pulverulento.

5ª - Processo de fabricação de acordo com qualquer

Sara

Uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de se formar uma massa juntando-se, para 100 partes em peso de cimento, até aproximadamente 4 partes em peso de adjuvantes e vantajosamente entre 2 e 3 partes.

6A - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de que se forma uma massa juntando-se, para 100 partes em peso de cimento, até aproximadamente 1 parte em peso de produto plastificante.

7A - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de que o primeiro material pulverulento ser constituído pelo metacaulino de granulometria média compreendida entre 3 μ m e 20 μ m.

8A - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de que se mistura previamente os diferentes materiais pulverulentos a seco, depois junta-se a água e mistura-se o conjunto afim de obter a massa desejada.

9A - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de se misturar a massa com pelo menos duas espécies de fibras apresentando diâmetros médios diferentes.

10A - Processo de fabricação de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo facto de que as fibras de reforço misturadas à massa compreenderem a 1/3 mineral.

11A - Produto à base de cimento armado de fibras de reforço obtido de acordo com o processo acima, caracterizado pelo facto de que o produto comportar, para 100 partes em

peso de cimento, aproximadamente 5 partes e aproximadamente 20 partes em peso dum primeiro material pulverulento formado de grãos cujo diâmetro médio é compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do cimento.

12ª - Produto à base de cimento de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo facto de comportar ainda, para 100 partes em peso de cimento, até aproximadamente 5 partes em peso dum segundo material pulverulento constituído de grãos cujo diâmetro médio é compreendido entre 1/5 e 1/10 do diâmetro médio dos grãos do primeiro material pulverulento.

13ª - Produto à base de cimento de acordo com qualquer uma das reivindicações 11 e 12, caracterizado pelo facto de que o primeiro material pulverulento ser o metacaolino, de diâmetro médio compreendido entre 3 um e 20 um, o segundo material pulverulento ser a microsilica, as fibras de reforço compreendendo a 1ª de vidro.

Correspondente pedido foi depositado em França, sob o nº FR.89.11666, em 6 de Setembro de 1989, cuja prioridade reivindica.

Forem inventores: Michel Leroux, francês, engenheiro, domiciliado em 20-22, rue des Lyanes, 75020 Paris, França;

François Toutlemond, francês, engenheiro, domiciliado em 16, avenue Emile Zola, 75015 Paris, França; e

Jean-Luc Bernard, francês, engenheiro, domiciliado em 51, rue André Oudin Giencourt, 63600 Clermont, França.

Lisboa, 6 de Setembro de 1990

O AGENTE OFICIAL

J. L. de S. G. J.