



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(21) **PI0802967-9 A2**



* B R P I 0 8 0 2 9 6 7 A 2 *

(22) Data de Depósito: 23/05/2008
(43) Data da Publicação: 19/01/2010
(RPI 2037)

(51) *Int.Cl.:*
A62D 3/00 (2010.01)
C04B 14/40 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

(73) Titular(es): Vsevolod Myrmine

(72) Inventor(es): Vsevolod Myrmine

(57) Resumo: MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Refere-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais como tijolos e cerâmicas para aplicação na construção civil, à base de resíduos com alto teor de amianto. O teor de materiais contendo amianto como componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 80% ou mais e depende de propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados. Como outros componentes de materiais desenvolvidos pode ser usada cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas, escórias siderúrgicas entre outros). Para produção de materiais semelhantes ao concreto como ligantes de rejeitos de amianto podem ser usados rejeitos de produção de cal ou escórias siderúrgicas ou cimento Portland, de forma independente ou em combinação destes materiais. Para produção de cerâmicas é possível incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10-20%.



MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.

- 5 A presente Patente de Invenção refere-se aos métodos (composições e tecnologias), denominado MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL para aplicação na construção civil, à base de resíduos de materiais contendo alto teor de amianto (também chamado asbesto) ou de um de seis minerais fibrosos
- 10 diferentes do grupo de amianto (amosita, crisotilo, crocidolita e as formas fibrosas de tremolita, actinolita e antofilita) que ocorre em forma natural no ambiente. Os minerais de amianto têm fibras longas e resistentes, que podem separar-se e ser suficientemente flexíveis, para ser entrelaçadas e também resistam a altas temperaturas. Devido a estas características, emprega-se o
- 15 amianto para uma grande variedade de produtos manufaturados, especialmente na construção (telhas para telhados, baldosas e azulejos, produtos de papel e produtos de cimento com amianto), produtos de fricção (bregues de automóveis, componentes de transmissão), materiais têxteis termoresistentes e revestimentos. Trata-se de um material com grande flexibilidade e resistências
- 20 tênsil, química, térmica e eléctrica muito elevadas.
- Os feixes de fibras de amianto são facilmente separáveis umas das outras com tendência a produzir um pó de partículas muito pequenas que flutuam no ar e aderem às roupas. As fibras podem ser facilmente inaladas ou engolidas podendo causar graves problemas de saúde.
- 25 Devido a isto, em muitos países, existem leis que proíbem atividades com a utilização de amianto ou resíduos de amianto. Em concordância com estas legislações todos os produtos com amianto, inclusive resíduos com teores de amianto, devem ser enterrados sem reaproveitamento. Porém estes resíduos em contato com o meio ambiente pode contaminar o solo, águas subterrâneas,
- 30 e, conseqüentemente, águas superficiais (rios, lagos e oceanos)
- Por isso, na opinião do autor desta patente, a única solução para o problema ambiental de resíduos de amianto é o desenvolvimento de métodos de ligação química das suas fibras em materiais com forte ligação para prevenir volatilização deles no ar.

Um dos mais amplos e difundido material de todo mundo são telhas onduladas de cimento Portland e materiais semelhantes com alto teor de amianto e com tempo de serviço muito limitado – 10-15 anos.

Os objetivos da presente patente são:

- 5 1. desenvolver novo método de utilização de resíduos ou materiais com alto teor de amianto, ligando quimicamente suas fibras, para utilização destes resíduos como matéria prima no desenvolvimento de novos materiais de construção civil contribuindo para defesa do meio ambiente;
2. desenvolver novas composições de materiais para aplicação na construção
10 civil com maior aproveitamento econômico, e propriedades características suficientes de acordo com NBR-8953 e NBR-13279.

Os resultados das pesquisas, defendidas com MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO
15 CIVIL têm em vista esta particularidade de resíduos de telhas de cimento Portland com amianto como material principal para fabricação de materiais de construção civil, em particular de materiais semelhantes ao concreto e cerâmicas.

O teor de materiais contendo amianto como componente principal de misturas
20 iniciais pode atingir o nível de 80 - 85%, dependendo de propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados.

A presente patente inclui dois tipos de novos materiais de construção civil com diferentes composições de misturas iniciais e tecnologias de fabricação: de
25 material semelhantes ao concreto e de cerâmicas.

O primeiro material patenteado nos MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL são tijolos maciços, com buracos e blocos com propriedades semelhantes
30 às propriedades do concreto.

Para realização do primeiro produto de patente (tijolos com propriedades parecidos às propriedades de concreto) no nível industrial podem ser usados, como ligante o resíduo de produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escórias siderúrgicas de diferentes processos tecnológicos), exceto material
35 contendo amianto. No caso de ausência deles pode ser usado também o

cimento Portland. Além disso, como outros componentes das misturas iniciais podem ser usados os materiais sempre disponíveis e ambientalmente puros (sem metais pesados acima de demandas de NBR) seguintes:

- cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas e outros absorventes de água de lodo de sedimentos relativamente baratos e localmente disponíveis),
- escórias siderúrgicas de diferentes processos;
- areia ou argila naturais. Podem ser usados o silte, cascalho, rejeitos de corte e polimento de rochas naturais ou outros tipos de agregados com diminuição parcial de percentagem de mistura de sedimentos.

Os resíduos de produção de cal são compostos por cal com óxidos totais na base não volátil ($\text{CaO} + \text{MgO}$) < 88%, i.e. com teor total de outros elementos químicos, calcário mal queimado, etc., mais do que 12% (NBR-6453). Resíduos de produção de cal usado neste estudo têm mais do que 18% de CaCO_3 . Porém, o teor de CaCO_3 pode ser diferente e depende da qualidade de queima do calcário, do tempo após a fabricação da cal e das condições de sua armazenagem. O destino final desse resíduo tem gerado grandes problemas ambientais e econômicos.

A tecnologia de fabricação dos materiais semelhantes ao concreto de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL incluía as operações seguintes:

1. a moagem de materiais contendo amianto até nível de 0,5 mm de grãos;
2. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais. O teor de material contendo amianto pode atingir o nível de 1% até 90% em peso com umidade de lodo real até 80% ou mais, sem secagem preliminar;
3. homogeneização de mistura de componentes;
4. exposição de misturas de componentes durante 20-30 minutos para terminação de reações exotérmicas de hidratação de cal;
5. compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
6. depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura do meio ambiente ou autoclavagem em condições (temperatura e pressão

antecipadamente determinados) no caso de uso como ligantes de cal residual ou cal virgem de mercado; depósito dos materiais compactados no meio ambiente úmido (no caso de uso como ligante o cimento Portland ou escórias siderúrgicas).

- 5 A mistura homogeneizada será compactada pelo método de prensagem com diferentes esforços de compactação de um lado ou (muito melhor) de dois lados. A compactação de mistura pronta de dois lados aumenta as propriedades mecânicas de produto final. A força de compactação neste estudo foi 10 MPa com pressão tradicional uniaxial de um lado. Os valores de propriedades
- 10 mecânicas aumentam com tempo de cura no ar aberto.

A resistência à compressão uniaxial de amostras de diferentes composições deste estudo no 3º dia de cura usualmente oscila entre 3 e 6 MPa, no 14º dia – 6-10 MPa e no 28º dia entre 10 – 15 MPa. A resistência continua crescer até um ano ou mais.

- 15 O valor de resistência deste material pode ser aumentando com a mudança de percentagem dos componentes de misturas iniciais, especialmente de teor de resíduos de produção de cal, de cal comercial ou de cimento Portland de mercado, escórias siderúrgicas, e outros materiais ligantes, ou com mudança de processos tecnológicos análogo ao concreto (aumento do grau de granulometria
- 20 na moagem de resíduos de produção de cal ou escórias siderúrgicas, pressão de formação, ou uso do método de prensagem de materiais de dois lados, etc.). Conforme a NBR 7170 (1983) a resistência uniaxial dos tijolos maciços deve ser as seguintes: Classe A < 2,5 MPa;

Classe B 2,5 < 4,0 MPa;

- 25 Classe C > 4,0 MPa.

Os materiais têm altos valores da resistência à água e baixo coeficiente de dilatação.

- O segundo material patenteado nos MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE
- 30 PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL são os materiais cerâmicos, desenvolvidos de misturas de materiais contendo amianto, com resíduos contaminados com teor de metais pesados acima de demandas de NBR com umidade real (até 80% ou mais) sem secagem preliminar e com teor de amianto até 80% em peso de misturas iniciais.

- 35 Os processos tecnológicos de fabricação dos materiais cerâmicos de segundo

material de patente incluem as operações seguintes:

- a moagem de materiais contendo amianto até nível de 0,1 mm de grãos;
- dosagem de componentes de mistura (mistura de materiais de sedimentos com cinzas ou com outros componentes semelhantes para secar a mistura inicial) em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
- homogeneização de mistura de componentes;
- compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
- depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura de meio ambiente para secagem até peso constante;
- queima com temperatura e regime antecipadamente escolhidos.

O material contendo amianto é mesclando com outros tipos de resíduos industriais sempre disponíveis, acima nomeados como componentes de produção de materiais semelhantes a concretos e outros componentes relativamente baratos, incorporando argila natural, caso de falta de componentes argilosos. Para produção de cerâmicas é possível incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10 – 20%.

A mistura homogeneizada deve ser compactada pelo método de prensagem ou de extrusão na extrusora e secada até peso constante. Produtos secos devem ser queimados com temperatura aproximada de 700 a 950° C durante de 6 horas na temperatura máxima.

Os valores de resistência à flexão de três pontos das amostras queimadas variam de 3 até 14 MPa. Conforme a NBR 7171 (1992) a resistência uniaxial dos blocos cerâmicos deve ser as seguintes:

Classe 15 = $1,5 < 2,5$ MPa,

Classe 25 = $2,5 < 4,5$ MPa.

Resultados experimentais desta patente demonstram, que os materiais obtidos com o método desta patente pode substituir todos os tijolos maciços de classes A, B e C e blocos cerâmicos das classes 15 e 25.

A comparação de resistências de novas cerâmicas com cerâmicas convencionais demonstra a vantagem de cerâmicas de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.

A capacidade de absorção de água (de 9,2 até 17,8%) também corresponde à demanda pela NBR 7171 para bloco cerâmico para alvenaria (não deve ser menor de 8% nem superior a 25%).

5 Todos os materiais cerâmicos desenvolvidos têm lixiviação de metais pesados muito menor que as exigências definidas em normas brasileiras e internacionais. O baixo custo de matérias-primas (rejeitos de telhas de cimento com amianto e resíduos industriais) garante um grande efeito econômico para a produção destes materiais.

10 Os valores das resistências e outras propriedades mecânicas de materiais apresentados em ambas partes desta patente podem ser aumentados com a mudança de percentagem dos componentes de misturas iniciais e com mudança de processos tecnológicos (pressão de compactação, temperatura e duração de queima na temperatura máxima, regime de aquecimento e resfriamento, etc) conforme as demandas da construção civil ou da NBR.

15 O aproveitamento destes compósitos de resíduos industriais acima citados usados como matéria-prima para fabricação de materiais semelhantes aos concretos e cerâmicas desta patente, permite a obtenção de materiais de construção civil com características iguais ou superiores às dos materiais tradicionais (tijolos, telhas, etc.) apresentando, entretanto, mas com menor preço de custo.

Em caso de falta local de resíduos de produção de cal como material ligante principal ou para aumentar a resistência do produto final o resíduo de produção de cal pode ser substituído pelos seguintes materiais ligantes tradicionais:

- 25 • cal virgem de construção tradicional (cal de mercado) sem resíduos de produção de cal ou a mistura entre eles,
- cimento Portland independente, sem cal e sem resíduos de produção de cal ou a mistura entre eles,
- escórias siderúrgicas moídas com alto teor de CaO, sem cal virgem e sem resíduos de produção de cal ou a mistura entre eles.

30 Os processos tecnológicos de fabricação de materiais desta patente incluem as operações seguintes:

1. moagem de materiais contendo amianto até nível de 0,1 mm de grãos;
2. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
- 35 3. homogeneização da mistura de componentes;

4. compactação da mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
5. depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura de meio ambiente para secagem até peso constante;
- 5 6. queima com temperatura e regime antecipadamente escolhidos.

O aproveitamento destes compósitos de resíduos industriais permite a obtenção de materiais de construção com características não inferiores do que as características de materiais de construção civil convencionais, produzidas à base de matérias primas tradicionais naturais (pedras naturais, areia, silte, argilas com altas plasticidades, etc) com ligantes de maior custo comercial (cimento Portland).

As maiores vantagens do MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL em comparação com métodos tradicionais de produção de tijolos maciços e blocos cerâmicos são:

1. energético: para produção de materiais semelhantes ao concreto desenvolvido não são necessárias altas temperaturas de fabricação de tijolos maciços com a perda de grande energia;
- 20 2. resistência mecânica: os resultados experimentais desta patente incluem só resultados de pesquisa exclusivamente com rejeitos de materiais contendo amianto e resíduos de produção de cal. Sem dúvida, materiais ligantes tradicionais (cimento Portland e cal de mercado) podem aumentar significativamente os valores de resistência de novos materiais;
- 25 3. econômica: um custo muito baixo de matérias-primas - resíduos industriais (rejeitos de materiais com alto teor de amianto, resíduos de produção de cal, cinzas de diferentes combustíveis, escórias siderúrgicas, etc) garantindo um alto efeito econômico de produção destes materiais;
4. ambiental: o método desenvolvido nesta patente é baseado na utilização máxima de vários resíduos industriais e por isso tem forte contribuição para as questões que envolvem a proteção do meio ambiente;
- 30 5. social: utilização de todos resíduos de aterros industriais como os componentes de novos materiais sem dúvida podem melhorar a qualidade de vida de população local. Além disso, para a produção dos novos materiais desenvolvidos é necessário criar uma rede de novas empresas com geração
- 35

de novos empregos.

Os produtos obtidos pelas tecnologias de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

- 5 CIVIL são compósitos baseados na utilização máxima de resíduos industriais não perigosos de classe II e, portanto tem forte contribuição para as questões que envolvem a proteção do meio ambiente.

REINVIDICAÇÕES

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL trata-se de várias composições e tecnologias

5 caracterizadas por ser obtido através de misturas dos seguintes materiais:

1. rejeitos de materiais com alto teor de amianto,
2. resíduos de produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escórias siderúrgicas de diferentes processos tecnológicos, ou cimento Portland).

E possível também usar como componentes de novos materiais

- 10 1. cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas, ou escórias siderúrgicas e outros absorventes de água de sedimentos relativamente baratos e localmente disponíveis),
2. para produção de cerâmicas é possível incorporar argila natural,
- 15 usualmente na faixa de 10 – 20%.

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais semelhantes ao concreto desta patente incluem as operações seguintes:

1. a moagem de materiais contendo amianto até nível de 0,1 mm de grãos ou mais finos;
- 20 2. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende dos valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
3. homogeneização da mistura de componentes;
4. compactação da mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
- 25 5. depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura de meio ambiente ou autoclavagem em condições (temperatura e pressão antecipadamente determinados) no caso de uso como ligantes de cal residual ou cal virgem de mercado; depósito dos materiais compactadas no meio ambiente úmido (no caso de uso como ligante o cimento Portland
- 30 ou escórias siderúrgicas).

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais cerâmicos desta patente incluem as operações seguintes:

1. a moagem de materiais contendo amianto até nível de 0,1 mm de grãos ou mais finos;

2. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
3. homogeneização da mistura de componentes;
4. compactação da mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
5. secagem até peso constante;
6. queima dos materiais secas com temperatura e regime antecipadamente escolhidos.

RESUMO

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS COM ALTO TEOR DE AMIANTO COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL refere-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais como tijolos e cerâmicas para aplicação na construção civil, à base de resíduos com alto teor de amianto. O teor de materiais contendo amianto como componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 80% ou mais e depende de propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados. Como outros componentes de materiais desenvolvidos pode ser usada cinza de queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza de queima de casca de arroz ou outras gramíneas, escórias siderúrgicas entre outros). Para produção de materiais semelhantes ao concreto como ligantes de rejeitos de amianto podem ser usados rejeitos de produção de cal ou escórias siderúrgicas ou cimento Portland, de forma independente ou em combinação destes materiais. Para produção de cerâmicas é possível incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10 – 20%.