



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

(21) **PI0802973-3 A2**



(22) Data de Depósito: 26/05/2008
(43) Data da Publicação: 02/03/2010
(RPI 2043)

(51) *Int.Cl.:*
C04B 18/00 (2010.01)
B28B 3/00 (2010.01)
B28C 5/00 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

(73) Titular(es): Vsevolod Mymrine

(72) Inventor(es): Vsevolod Mymrine

(57) Resumo: MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Refere-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais de construção civil, à base de resíduos de elaboração rochas naturais, ricos com sulfato de alumínio, para produção de diferentes materiais de construção civil. A presente patente inclui três tipos de métodos (composições e tecnologias) de produção de materiais com diferentes composições e tecnologias de fabricação: 1. a produção de tijolos maciços e tijolos com buracos através de métodos de compactação de rejeitos acima nomeados com resíduos de produção de cá, ou com cal de mercado, ou com cimento Potrland ou outros materiais localmente disponíveis com propriedades ligantes; 2. a produção de blocos de rejeito do processo de elaboração de sulfato de alumínio com cimento Portland, semelhantes aos blocos de concreto, através de compactação de misturas em percentagens escolhidas e homogeneizadas, hidratação e compactação deles na vibra-prensas ou na prensas; 3. a produção de argamassas de rejeitos nomeados com resíduos de produção de cal, ou com cai virgem de mercado, ou com cimento Portland, ou com misturas deles em diferentes proporções para atingir as propriedades mecânicas desejáveis e economicamente agradáveis.



PI0802973-3

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.

A presente Patente de Invenção refere-se aos métodos (composições e tecnologia), denominado MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL para aplicação na construção civil, à base de resíduos de elaboração das rochas naturais, ricos com sulfato de alumínio, para produção de diferentes materiais de construção civil - blocos, tijolos maciços, tijolos com buracos, blocos, argamassas, dormentes, etc. Ao final do processo tecnológico de separação de sulfato de alumínio (aproximadamente 20 – 30% de peso de rocha natural), o rejeito deste processo é representado como uma mistura de quartzo de diferente composição granulométrica de partículas grossas (de 3 – 20 mm) até silte e argila em várias proporções, contaminados com sulfato de alumínio. O destino final de grande quantidade (70 – 80% ou mais de peso de rocha de minério) desse resíduo tem gerado grandes problemas ambientais e econômicos.

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 de qualidade de queima de calcário, do tempo após a fabricação da cal e das condições de sua armazenagem. Os resíduos de produção de cal geram grandes problemas ambientais.

Os objetivos da presente patente são:

1. utilizar maior quantidade de rejeito de processo de elaboração de sulfato de alumínio em combinações com outros resíduos industriais locais ou materiais de mercado para torná-los materiais de construção civil e contribuir para a defesa do meio ambiente;
2. desenvolver novas composições de materiais para aplicação na construção civil com maior aproveitamento econômico e propriedades características suficientes de acordo com NBR-8953 e NBR-13279.

A presente patente inclui três tipos de métodos (composições e tecnologias) de uso destes rejeitos como matérias-primas principais de produção de materiais de construção civil com diferentes composições de misturas iniciais e com diferentes tecnologias de fabricação:

- 5 1. a produção de tijolos maciços e tijolos com buracos através de métodos de compactação de rejeitos acima nomeados com resíduos de produção de cal, ou (em caso de falta local de resíduos de produção de cal como material ligante principal ou para aumentar a resistência do produto final) com cal de mercado, ou com cimento Potrland ou outros materiais localmente disponíveis
10 com propriedades ligantes. Os componentes precisam ser misturados em diferentes proporções antecipadamente escolhidos para responder às demandas de características de produto final. A compactação de misturas homogeneizadas e hidratadas pode ser realizada com prensas de um ou de dois lados (melhor). A cura de tijolos com resíduo de produção de cal ou de cal virgem pode acontecer no ar aberto. A cura de tijolos com cimento Portland
15 pode ser realizada nas câmaras úmidas ou com coberturas de tijolos com materiais sintéticos para conservação de umidade o maior tempo possível;
2. a produção de blocos do rejeito com cimento Portland, semelhantes aos blocos de concreto, através de compactação de misturas em percentagens
20 escolhidas e homogeneizadas, hidratação e compactação deles na vibra-prensas ou na prensas. A cura destes blocos pode ser realizada também nas câmaras úmidas ou com coberturas das matérias com materiais sintéticos para conservação de umidade o maior tempo possível;
3. a produção de argamassas de rejeitos nomeados com resíduos de produção
25 de cal, ou com cal virgem de mercado, ou com cimento Portland, ou com misturas deles em diferentes proporções para atingir as propriedades mecânicas desejáveis e economicamente agradáveis.

O teor de rejeito de processo de elaboração de sulfato de alumínio como componente principal das misturas iniciais pode atingir o nível de 85% ou mais,
30 depende de propriedades ligantes usados, métodos de compactação, relação de água/sólidos nas misturas, condições de cura e de exigências das propriedades mecânicas de materiais fabricados.

Para evitar os despejos de secagem de rejeitos, eles podem ser usados úmidos. As propriedades de materiais de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL com cimento Portland como ligante são praticamente iguais as propriedades do concreto. Os materiais com uso de resíduos de produção de cal ou com cal virgem têm os valores das propriedades mecânicas bem menor, mas sempre igual ou acima de exigências da NBR aos materiais produzidos (tijolos, lajotas, argamassa, etc).

Para realização do primeiro produto de patente (tijolos, lajotas, etc) com utilização de rejeito de processo de elaboração de sulfato de alumínio no nível industrial, podem ser usados como matéria-prima os materiais localmente disponíveis e ambientalmente puros (sem teor de metais pesados acima das demandas de NBR) seguintes:

- resíduos de produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escórias siderúrgicas moídas de diferentes processos tecnológicos com alto teor de CaO, ou cimento Portland);
- cinza da queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza da queima da casca de arroz ou outras gramíneas relativamente baratas);
- areia, silte, cascalho ou argila naturais.

Podem ser usados também os rejeitos de corte e polimento de rochas naturais ou outros tipos de agregados.

A tecnologia de fabricação dos tijolos e lajotas de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL inclui a homogeneização de componentes em percentagem até chegar ao produto final, que apresente as melhores características requeridas para sua aplicação. O teor de rejeito de processo de elaboração de sulfato de alumínio pode atingir o nível até 90% em peso com umidade de rejeito sem secagem preliminar.

Os processos tecnológicos de fabricação de tijolos e lajotas desta patente incluem as operações seguintes:

1. dosagem de componentes da mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes;
3. compactação da mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. 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 ou escórias siderúrgicas).

A mistura homogeneizada será compactada pelo método de prensagem com diferentes esforços de compactação de um lado ou de dois lados(muito melhor). A compactação da mistura pronta de dois lados aumenta os valores das 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 mecânicas aumentam com tempo de cura no ar aberto.

A resistência à compressão uniaxial de amostras de diferentes composições deste estudo com uso como ligante o resíduo de produção de cal na 3º dia de cura usualmente oscila entre 3 e 5 MPa, no 14º dia – 7-8 MPa e no 28º dia entre 9 – 11 MPa. A resistência continua crescer até um ano ou mais.

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.

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, ou escórias siderúrgicas, e outros materiais ligantes, ou com mudança de processos tecnológicos (aumento do grau de granulometria na moagem de resíduos de produção de cal ou escórias siderúrgicas, pressão de formação, ou o

uso de método de prensagem de materiais de dois lados, etc.), análogo ao concreto.

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

- 5 O segundo material patenteado nos MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE REJEITOS DOS REJEITOS DA SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL são os blocos, desenvolvidos de misturas do rejeito de processo de elaboração de sulfato de alumínio com umidade sem secagem preliminar e com teor do rejeito até 90% em
- 10 peso de misturas iniciais.

Os processos tecnológicos de fabricação de blocos deste patente incluem as operações seguintes:

- dosagem de componentes (rejeitos de elaboração de sulfato de alumínio com cimento Portland e água) de mistura em percentagem desejável, que depende
- 15 de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
- homogeneização da mistura de componentes;
- compactação da mistura homogeneizada com vibro-prensa ou prensa de um lado ou de dois lados durante de tempo experimentalmente determinado;
- a cura destes blocos pode ser realizada nas câmaras úmidas ou com
- 20 coberturas das matérias com materiais sintéticos para conservação de umidade o maior tempo possível.

Para realização de terceiro produto de patente - argamassa - com propriedades iguais ou superiores das propriedades de argamassa convencionais no nível industrial podem ser usados como matéria-prima os materiais seguintes:

- 25
- rejeito do processo de elaboração de sulfato de alumínio;
 - resíduos da produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escórias siderúrgicas finas de diferentes processos tecnológicos, ou cimento Portland ou diferentes misturas deles),
 - areia, silte natural ou materiais semelhantes, de tipo rejeitos de corte e
 - 30 polimento de rochas naturais ou outros tipos de materiais naturais ou industriais.

Para uso de rejeito de processo de elaboração de sulfato de alumínio como matéria-prima principal das argamassas é necessário separar a frações dele mais desejável com o método de peneiramento. Outros processos de fabricação das argamassas estão praticamente iguais com os processos de preparação das argamassas convencionais.

O aproveitamento destes compósitos de resíduos industriais acima citados usados como matéria-prima para fabricação de tijolos, blocos e argamassa deste patente permite a obtenção de materiais de construção civil com características iguais ou superiores às dos materiais tradicionais apresentando, entretanto, mas com menor preço de custo.

As maiores vantagens do MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE 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;
2. resistência mecânica: os resultados experimentais deste patente incluem só resultados de pesquisa exclusivamente com lodo de ETA 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;
3. econômica: um custo muito baixo de matérias-primas - resíduos industriais (lodo de ETA, cinzas de diferentes combustíveis, escórias siderúrgicas e resíduos de produção de cal) 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;
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 de novos empregos.

- 5 Os produtos obtidos pelas tecnologias de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO 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 DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL trata-se de várias composições e tecnologias caracterizadas através das misturas dos seguintes materiais:

- rejeito do processo de elaboração de sulfato de alumínio de rochas naturais;
- resíduos da produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escórias siderúrgicas moídas de diferentes processos tecnológicos com alto teor de CaO, ou cimento Portland);
- cinza da queima de madeira (ou cinza de xisto betuminoso, ou cinza de carvão mineral, ou cinza da queima de casca de arroz ou outras gramíneas relativamente baratas);
- areia, silte, cascalho ou argila naturais.

Os processos tecnológicos de fabricação de tijolos e lajotas desta patente incluem as operações seguintes:

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende dos valores das propriedades esperadas dos produtos finais;
2. homogeneização da mistura de componentes;
3. compactação da mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. depósito dos materiais compactados no ar aberto com temperatura do meio ambiente ou autoclavagem em condições (temperatura e pressão antecipadamente determinadas) 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).

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

- a dosagem de componentes (rejeitos da elaboração de sulfato de alumínio com cimento Portland e água) de mistura em percentagem desejada, que depende dos valores das propriedades esperadas dos produtos finais;
- a homogeneização da mistura de componentes;

- a compactação da mistura homogeneizada com vibro-prensa ou prensa de um lado ou de dois lados durante de tempo experimentalmente determinado;
 - a cura destes blocos pode ser realizada nas câmeras úmidas ou com coberturas das matérias com materiais sintéticos para conservação da
- 5 umidade pelo maior tempo possível

Para realização do terceiro produto de patente - argamassa - com propriedades iguais ou superiores é necessário separar a frações desejadas do rejeito com o método de peneiramento. Outros processos de fabricação das argamassas estão

10 praticamente iguais aos processos de preparação das argamassas convencionais.

PI 0802973-3

RESUMO

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DOS REJEITOS DA ELABORAÇÃO DE SULFATO DE ALUMÍNIO DE ROCHAS NATURAIS PARA FABRICAÇÃO DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL refere-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais de construção civil, à base de resíduos de elaboração rochas naturais, ricos com sulfato de alumínio, para produção de diferentes materiais de construção civil. A presente patente inclua três tipos de métodos (composições e tecnologias) de produção de materiais com diferentes composições e tecnologias de fabricação:

- 10 1. a produção de tijolos maciços e tijolos com buracos através de métodos de compactação de rejeitos acima nomeados com resíduos de produção de cal, ou com cal de mercado, ou com cimento Potrland ou outros materiais localmente disponíveis com propriedades ligantes;
- 15 2. a produção de blocos de rejeito do processo de elaboração de sulfato de alumínio com cimento Portland, semelhantes aos blocos de concreto, através de compactação de misturas em percentagens escolhidas e homogeneizadas, hidratação e compactação deles na vibra-prensas ou na prensas;
- 20 3. a produção de argamassas de rejeitos nomeados com resíduos de produção de cal, ou com cal virgem de mercado, ou com cimento Portland, ou com misturas deles em diferentes proporções para atingir as propriedades mecânicas desejáveis e economicamente agradáveis.