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

(21) **PI0801704-2 A2**

* B R P I 0 8 0 1 7 0 4 A 2 *

(22) Data de Depósito: 26/05/2008
(43) Data da Publicação: 23/02/2010
(RPI 2042)

(51) Int.Cl.:
C04B 18/30 (2010.01)
C04B 18/06 (2010.01)
C04B 28/04 (2010.01)
C04B 28/00 (2010.01)

(54) Título: **MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL**

(73) Titular(es): Vsevolod Mymrine

(72) Inventor(es): Vsevolod Mymrine

(57) Resumo: MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. Referem-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais como tijolos e cerâmicas para aplicação na construção civil, à base de sedimentos de rios e lagos com alto nível de umidade (usualmente até 80% ou mais). O teor de sedimentos como componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 80% ou mais, depende de propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados. Para diminuir a umidade de misturas podem ser usados 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, escorias siderúrgicas e outros absorventes de água). Para produção de materiais semelhantes ao concreto como ligantes de sedimentos 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%.

PI0801704-2

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL.

A presente Patente de Invenção refere-se aos métodos (composições e tecnologia), denominados MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL para aplicação na construção civil, à base de resíduos de materiais de sedimentação de rios e lagos. Usualmente os sedimentos ficam em duas camadas com diferentes composições mineralógicas, granulométricas, químicas etc. Nas camadas mais profundas ficam materiais mais grossos e mais pesados – pedras, pedregulhos, areias, siltes, etc. Acima deste material usualmente fica a camada de materiais mais leves e finos – substancias argilosas e orgânicas. Com o tempo esta camada se torna mais compactada e transforma-se em lodo bastante denso. Ambas as camadas acumulam-se nos fundos de rios e lagos e criam dificuldades para navegação de barcos, iates, canoas, etc.

Os materiais de dragagem de sedimentos usualmente ficam nas margens de rios ou lagos, mas chuvas ou ventos os levam para a água. Alem disso, nas margens eles criam problemas ambientais, contaminam paisagem e dificultam a passagem. Ainda não existem métodos economicamente e ambientalmente eficientes de utilização de materiais sedimentares. O uso de lodo como fertilizante é limitado com a presença de sedimentos grossos e muitas vezes contaminados com metais pesados de industrias. A utilização de material grosso como componente de materiais de construção civil é dificultoso com a presença de lodo orgânico e com alta (até 80% ou mais) umidade. Dividir grandes quantidades destes dois tipos de materiais depois de drenagem deles de rios e lagos é bastante difícil e economicamente não viável.

Os objetivos da presente patente são:

1. desenvolver novas composições com a completa utilização de misturas de produtos de drenagem retirados das margens dos rios e lagos através do uso de sedimentos sem secagem e sem separação de componentes em combinações com outros resíduos industriais. Isto permitirá uma revitalização de rios e lagos como vias marítimas e de comunicação.

2. desenvolver novas tecnologias ou adaptar tecnologias tradicionais para utilização de novos materiais na construção civil com maior aproveitamento econômico e propriedades suficientes de acordo com NBR-8953 e NBR-13279.

Os resultados das pesquisas, defendidas com MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL têm em vista todas estas particularidades das misturas dos sedimentos como materiais principais para fabricação de materiais de construção civil:

1. A influencia negativa de alto teor de substancias orgânicas e argilosas e de umidade de lodo pode ser reprimida com uso de outros componentes de materiais do tipo cinzas de queima (de madeira, de xisto betuminoso, de carvão mineral, etc) para fabricação de tijolos, blocos entre outros sem cimento Portland e sem queima;
2. No caso de presença de altos teores de metais pesados nos sedimentos, as misturas nomeadas acima podem ser quimicamente ligadas em cerâmicas de tipo tijolos com queima.

O teor de sedimentos como componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 85% ou mais, depende de propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados.

Para superação de baterias patogênicas de água de rios ou lagos existe forte necessidade do uso de produtos químicos como hipoclorito de sódio em quantidade que depende de nível de contaminação bacterial.

Por isso a presente patente inclui dois tipos de novos materiais de construção civil – sem queima e com queima - com diferentes composições de misturas iniciais e com diferentes tecnologias de fabricação.

O primeiro material patenteado nos MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL são tijolos maciços, tijolos com buracos e blocos com propriedades semelhantes às propriedades de concreto.

Para fabricação destes primeiros produtos de patente no nível industrial como matéria-prima, exceto de misturas de ambas camadas de sedimentos (de lodo e

de areia) podem ser usados os materiais secos sempre disponíveis e ambientalmente puros (sem metais pesados acima da 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 absorventes de água de sedimentos relativamente baratos;
- resíduos de produção de cal. No caso de falta de resíduos de produção de cal ele pode ser substituído com cal virgem de mercado, ou escorias siderúrgicas de diferentes processos tecnológicos com alto teor de CaO. No caso de ausência destes pode ser usado também o cimento Portland,

Como alguns dos componentes podem ser usados também areia, argila, 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 (CaO+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. O destino final desse resíduo tem gerado grandes problemas ambientais e econômicos.

Os processos tecnológicos de fabricação dos materiais semelhantes aos concretos de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL incluem as operações seguintes:

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes;
3. exposição de misturas de componentes durante 20-30 minutos para terminação de reações exotérmicas de hidratação de cal;
4. compactação de mistura homogeneizada com prensa de um ou (melhor) de dois lados com força de formação experimentalmente determinada; possível também a compactação de mistura na vibro prensa, no caso de uso de cimento Portland como ligante;

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 ou escorias siderúrgicas).

O teor de mistura de sedimentos pode atingir o nível até 85% em peso com umidade de lodo real até 80% ou mais sem secagem preliminar. 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 do produto final. A força de compactação neste estudo foi 10 MPa com pressão tradicional uniaxial de um lado. Os valores das propriedades mecânicas aumentam com o tempo de cura no ar aberto.

A resistência à compressão uniaxial de amostras de diferentes composições com uso como ligante de resíduos de produção de cal deste estudo na 3° dia de cura usualmente oscila entre 2 e 4 MPa, no 14° dia – 6-8 MPa e no 28° dia entre 10 – 12 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;

Classe C > 4,0 MPa.

O valor da resistência deste material pode ser aumentado com o aumento de percentagem dos componentes de misturas iniciais, especialmente do teor de resíduos de produção de cal, de cal comercial, ou escorias siderúrgicas, ou uso de cimento Portland e outros materiais ligantes. A mudança de processos tecnológicos (moagem de resíduos de produção de cal ou escorias siderúrgicas, pressão de formação, ou o uso de método de prensagem de materiais de dois lados, etc.) também podem aumentar os valores das propriedades mecânicas.

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

O segundo material patenteado nos MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL são os materiais

cerâmicos, desenvolvidos com misturas de materiais de sedimento, contaminado com teor de metais pesados acima de demandas de NBR com umidade real (até 80% ou mais) sem secagem preliminar e com teor de sedimentos até 85% em peso de misturas iniciais. Para produção de cerâmicas é possível incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10 – 20% ou mais.

Os processos tecnológicos de fabricação de materiais cerâmicos (segundo material da patente) incluem as operações seguintes:

- dosagem de componentes de mistura de materiais de sedimentos com cinzas ou com outros componentes semelhantes 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 ou com extrusão na extrusora;
- secagem até peso constante;
- queima com temperatura e regime antecipadamente escolhidos. Nesta pesquisa a queima acontece com a temperatura oscilando entre 700 até 950° C durante 3 - 6 horas na temperatura máxima.

As valores de resistência à flexão de três pontos das amostras queimadas nesta pesquisa variam de 4 até 12 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.

Todos os materiais cerâmicos desenvolvidos têm lixiviação de metais pesados muito menor que as exigências definidas em normas brasileiras e internacionais.

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

A capacidade de absorção de água (de 8,9 até 14,5%) também corresponde à demanda pela NBR 7171 para bloco cerâmico para alvenaria (não deve ser menor de 8% nem superior a 25%).

O baixo custo de matérias - primas (sedimentos de rio e resíduos industriais) garante um grande efeito econômico para a produção destes materiais.

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.

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

As maiores vantagens do MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS 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 convencionais com a perda de grande energia;
2. resistência mecânica: os resultados experimentais desta patente incluem só resultados de pesquisa exclusivamente com lodo de sedimentos 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 sedimentos, cinzas de diferentes combustíveis, escorias 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 revitalização de rios e lagos como vias marítimas de comunicação
5. social: a qualidade de vida dos moradores próximos aos rios e lagos sem dúvida pode ser melhorada por causa da revitalização dos rios e lagos como vias marítimas de comunicação e como áreas da pesca, preservação das

margens da contaminação de produtos de drenagem. Além disso, para a produção dos novos materiais desenvolvidos é necessário criar uma rede de novas empresas com geração de novos empregos.

Os produtos obtidos pelas tecnologias de MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS 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 DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL tratam de várias composições e tecnologias caracterizadas por obtenção das misturas dos seguintes materiais:

1. sedimentos de rios e lagos com umidade usual (até 80% ou mais de teor de água) sem secagem preliminar,
2. resíduos de produção de cal (ou cal virgem de mercado, ou escorias siderúrgicas de diferentes processos tecnológicos, ou cimento Portland),
3. 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 escorias siderúrgicas e outros absorventes de água de sedimentos relativamente baratos e localmente disponíveis),
4. para produção de cerâmicas é possível incorporar argila natural, usualmente na faixa de 10 – 20%.

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

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes;
3. compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. depósito dos materiais compactados à céu 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 compactadas no meio ambiente úmido (no caso de uso como ligante o cimento Portland ou escorias siderúrgicas).

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

1. dosagem de componentes de mistura em percentagem desejável, que depende de valores das propriedades esperáveis dos produtos finais;
2. homogeneização de mistura de componentes;

3. compactação de mistura homogeneizada com pressão de formação experimentalmente determinada;
4. secagem até peso constante;
5. caso de fabricação de cerâmicas, queima dos materiais secos com temperatura e regime antecipadamente escolhidos.

PI0801704-2

RESUMO

MÉTODOS DE UTILIZAÇÃO DE LODO DE SEDIMENTOS DE RIOS E LAGOS COMO COMPONENTE PRINCIPAL DE PRODUÇÃO DE NOVOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL referem-se a composições e tecnologias de fabricação de novos materiais como tijolos e cerâmicas para aplicação na construção civil, à base de sedimentos de rios e lagos com alto nível de umidade (usualmente até 80% ou mais). O teor de sedimentos como componente principal de misturas iniciais pode atingir o nível de 80% ou mais, depende de propriedades e percentagens dos outros componentes usados para preparação destas misturas iniciais e de exigências às propriedades mecânicas de materiais fabricados. Para diminuir a umidade de misturas podem ser usados 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, escorias siderúrgicas e outros absorventes de água). Para produção de materiais semelhantes ao concreto como ligantes de sedimentos 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%.