

Escola Politécnica
Universidade de São Paulo

Marcio Toshio Tanaka

Estudo experimental de briquetes autorredutores e auto-
aglomerantes de minério de ferro e carvão fóssil

São Paulo
2014

Escola Politécnica
Universidade de São Paulo

Marcio Toshio Tanaka

Estudo experimental de briquetes autorredutores e auto-
aglomerantes de minério de ferro e carvão fóssil

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do título de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Engenharia Metalúrgica

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo Breda Mourão

São Paulo
2014

Este exemplar foi revisado e corrigido em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 20 de maio de 2014.

Assinatura do autor _____

Assinatura do orientador _____

Ficha Catalográfica

Tanaka, Marcio Toshio

Estudo experimental de briquetes autorredutores e auto-aglomerantes de minério de ferro e carvão fóssil / M.T. Tanaka. -- versão corr. -- São Paulo, 2014.

122 p.

Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.

1.Processamento de minérios 2.Ferro 3.Carvão 4.Altos fornos

I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais II.t.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus queridos Takashi legawa (avô - *in memoriam*), Toshimi Tanaka (pai – *in memoriam*), e Tamiko legawa Tanaka (mãe).

Agradecimentos

Ao professor Doutor Marcelo Breda Mourão, pela orientação e dedicação ao longo de todo este trabalho, pelos ensinamentos durante a graduação e pós-graduação, e principalmente pela paciência.

Ao colega Cesar Yuji Narita, que colaborou realizando parte dos estudos das variáveis de processo, e pelas incontáveis discussões que agregaram valor a este trabalho.

Ao professor Doutor Cyro Takano por compartilhar experiências e orientações.

Ao colega pesquisador Doutor Alberto Eloy Anduze Nogueira por compartilhar conhecimento e também pelas interessantes conversas.

Aos colegas e colaboradores do departamento PMT- EP USP que contribuíram direta ou indiretamente neste trabalho.

Às instituições EP-USP, CAPES, IPT, Vale S.A e Usiminas S.A.

RESUMO

Este trabalho consiste no estudo da obtenção de aglomerados autorredutores na forma de briquetes a frio tratados termicamente, utilizando minério de ferro e carvão fóssil como matérias-primas. Esta promissora tecnologia tem como premissa a utilização da termo-plasticidade do carvão fóssil para conferir resistência e promover a auto-aglomeração. A obtenção de briquetes dá-se através de três etapas: condicionamento da mistura, briquetagem a frio e tratamento térmico. Os finos de carvão e minério são misturados e homogeneizados. A mistura, então, passa por processo de briquetagem a frio para compactação, promove o aumento de contato entre as partículas de carvão e minério. Finalmente tratamento térmico é realizado para obter a forma de um corpo sólido e coeso de auto-aglomerado autorredutor. O objetivo deste trabalho é determinar as melhores condições de obtenção de briquetes através do estudo de variáveis ao longo do processo de fabricação, utilizando a resistência mecânica como parâmetro. As variáveis estudadas são: granulometria do carvão, envelhecimento do carvão, percentual de carvão na mistura, adição de aglomerantes, pressão de compactação na briquetagem e temperatura de tratamento térmico. Os resultados obtidos neste estudo indicam que estas variáveis afetam significativamente a resistência mecânica. Utilizando-se o carvão *Chipanga*, o melhor resultado de resistência à compressão foi de 19,82 Mpa. Foram consideradas as seguintes condições de fabricação: mistura na proporção de 75:25 (% em massa) de minério para carvão *Chipanga*, o carvão continha finos inferiores à 0,075 mm, sem a adição de aglomerantes, e o tratamento térmico foi realizado na temperatura de máxima fluidez do carvão. Além disto, foi observado que as partículas de minério de ferro foram concentradas nas regiões periféricas do briquete após tratamento térmico, e que o envelhecimento do carvão afeta negativamente a propriedade de termo-plasticidade.

Palavras-chaves: briquetagem a frio de minério de ferro e carvão, auto-aglomerado, autorredutor, briquete compósito de carbono e minério de ferro, alto-forno.

ABSTRACT

This work is focused in the study of obtaining self-reducing cold briquettes of agglomerates, by using iron ore and coal as raw materials. This promising technology has its foundation on the thermo plasticity of coal to manage high mechanical resistance when it is compared with self-reducing pellets. Three steps mainly describes how to obtaining briquettes: mixture, cold briquetting and heat treatment. Fines of raw material are mixed and cold briquetting process results in a compact mixture. This might lead to closer contact between particles of iron ore and coal. Finally, heat treatment is performed to achieve a cohesive body and solid shape containing self-reducing agglomerated. The main purpose of this job is to comprehend the fundamentals on how to obtain self-reducing cold briquettes of agglomerated carbon and iron, by understanding the background of it variables along the manufacturing process, and using mechanical resistance as reference. The variables list is: the particle size of the coal, coal aging, percentage of coal in the mixture, adding binders, briquetting pressure and temperature of heat treatment. The results of this study indicate that these variables affect significantly the mechanical strength. Using *Chipanga* coal, the best compressive strength achieved was 19.82 MPa. It was considered the following manufacturing variables: the mixture ratio of 75:25 (wt% of iron ore and coal), fines of coal containing less than 0.075 mm, without binders, and heat treatment was performed at the temperature of coal's maximum fluidity. Moreover, it was observed that the particles of iron ore were concentrated in the peripheral regions of the briquette after heat treatment, and that coal's aging negatively affects the property of thermo-plasticity.

Key-words: coal and iron ore cold briquetting, self-agglomerated, self-reduction, carbon composite iron ore hot briquette, blast furnace