

TECNOLOGIA DE RECICLAGEM PARA COPRODUTOS*

Eduardo Cabral¹
Elen Mancini²

Resumo

A nova política de resíduos sólidos, imagem positiva da empresa, utilização consciente de recursos com a consequente redução de custos e preservação do meio ambiente têm levado as minerações e siderúrgicas a adotar uma gestão responsável com relação aos seus coprodutos. Em consequência, esses coprodutos (escórias e lamas da mineração, lamas de aciaria, pós da sinterização, calcinação, coqueria, carepas e outros resíduos da siderúrgica) estão sendo economicamente reintroduzidos no processo produtivo. Esse trabalho pretende fazer um resumo de possíveis tratamentos que esses materiais podem sofrer, como umectação, aglomeração, briquetagem, granulação, pelletização ou extrusão.

Palavras-chave: Coprodutos; Resíduos; Misturador intensivo vertical; Aglomeração.

RECILCYNG TECHNOLOGY FOR RESIDUES

Abstract

The new policy of solid waste, positive image of the company, conscious use of resources with consequent cost reduction and preservation of the environment has led the mining and steel companies to adopt responsible management in relation to their co-products. As a result, these co-products (slag and mining sludge, steel mill sludge, sintering powders, calcination, coke, slag and other wastes from steel production) are being economically reintroduced into the production process. This work intends to make a summary of possible treatments that these materials can suffer as wetting, agglomeration, briquetting, granulation, pelletizing or extrusion.

Keywords: Co-products; Residues; Intensive vertical mixer; Agglomeration.

¹ Engenheiro de Materiais, gerente de vendas, comercial, Eirich Industrial Ltda., Jandira, SP, Brasil.

² Publicitária, Analista de Marketing, Eirich Industrial Ltda., Jandira, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Com o início da discussão da nova política de resíduos sólidos no Brasil, a indústria do aço, assim como outras, vem sofrendo pressão para uma melhoria em sua política ambiental. Como resultado, algumas medidas vêm sendo implementadas com o objetivo de reduzir esse impacto em custos e emissões.

Durante os últimos anos, diversas pesquisas foram lançadas e aprovadas, as quais permitem a realimentação desses coprodutos ao ciclo de produção. Esses processos baseiam-se em:

- Redução das emissões
- Economia nos custos de descarte
- Recuperação de materiais reutilizáveis que fazem parte dos resíduos

Neste artigo, apresentaremos e descreveremos alguns desses processos, tais quais citaremos alguns exemplos de plantas já em operação, onde os resíduos são alimentados à sinterização, ao forno rotativo, a um forno com múltiplas câmaras ou a um forno vertical.

Esses resíduos têm características complicadas ao manuseio, como pós finos ou lodos, e é exigida sua transformação em um produto livre de pós, utilizando processos de preparação como:

- Aglomeração
- Pelotização
- Briquetagem
- Extrusão

A técnica mais adequada depende do processo utilizado na reciclagem dos coprodutos para o seu reaproveitamento na linha de produção. Dentre todos esses processos, a mistura é extremamente importante. Os sistemas de mistura utilizados frequentemente precisam gerenciar operacionalmente diversos passos de processamento ao mesmo tempo, como por exemplo:

- Mistura
- Umedecimento / distribuição da umidade / remoção da umidade
- Dispersão
- Compactação
- Aglomeração
- Reação
- Resfriamento

O Sistema de Mistura Intensiva EIRICH, também conhecida no mercado como Misturador Intensivo Vertical, se mostrou eficiente para a execução dessas tarefas, principalmente por permitir o processamento de materiais com propriedades difíceis, como:

- Abrasivas (poeira de síter, coque)
- Corrosivas (contendo cloreto)
- Pirofórica (Pó fino de Ferro)
- Reativas (cal viva)
- Extremamente viscosa, com propensão a aglutinação

Outro ponto importante é que muitas vezes as matérias-primas tem as características intrínsecas muito diferentes, tais quais:

- Distribuição granulométrica, desde materiais finos a grânulos;
- Secos, úmidos, plásticos e pastosos em blocos ou torrões compactos;
- Densidades em massa e pesos específicos;
- Escoabilidade com grandes variações;
- Abrasivos, corrosivos, contaminantes, reativos.

Já os pós ricos em zinco, são preparados em um sistema diferente, de pelletização, devido a propriedade pirofórica do material proveniente de seu alto conteúdo de ferro, cal virgem e alta temperatura (150°C).

Para neutralizar as reações:

- ferro - o misturador é inertizado com nitrogênio
- hidratação da cal – o misturador é utilizado como um resfriador

Um alimentador rotativo é instalado entre o misturador e o prato pelletizador para finalizar a reação da cal antes de entrar no prato pelletizador. Esse tempo é necessário para que toda a reação de hidratação aconteça antes da formação das pelotas. Caso a reação finalize após a pelota formada, essa reação gera um aumento de volume do material, o que gera o rompimento das pelotas.

Uma das grandes dificuldades desse material é a sua resistência em se misturar com água. Devido a esse fato, o equipamento que se mostrou eficiente nessa mistura, devido a sua mistura intensiva, foi o misturador EIRICH.

A quantidade de água a ser acrescentada é automaticamente calculada pelo sistema de controle do processo baseado em diversos valores medidos. Ele consiste basicamente das seguintes frações:

- Água estequiométrica para a hidratação do CaO
- Água para dissipar o calor da reação
- Água para resfriar as poeiras aquecidas
- Água para dissipar a energia mecânica do misturador
- Água para umidificação dos pós para pelletização

Devido à alta temperatura, grande quantidade de vapor carregado de pós é formada (misturador, reator e prato pelletizador). Eles são separados em um purificador e reciclados. A adição de água no misturador é feita mediante a introdução de água suja diretamente desse purificador.

Como as poeiras umedecidas contendo cal são extremamente pegajosas, o misturador é equipado com um sistema de limpeza totalmente automático.

Após o prato pelletizador, as pelotas são secas e podem sem problemas ser armazenadas em silos. As pelotas obtidas apresentam uma alta força mecânica, e permanecem estáveis mesmo em uma atmosfera úmida, e podem ser transportados por longas distâncias.

2.2 Processo Waelz da BUS

Exemplo: BUS Zinkrecycling Freiberg GmbH, Alemanha

Tecnologia: Waelz – BUS

Nesse processo é utilizado um forno rotativo para transformar os resíduos industriais, ricos em zinco, em um óxido de zinco laminado (ou óxido Waelz). Esse óxido, por sua vez, é transformado em zinco metálico.

No forno rotativo, ou no processo do forno Waelz, as seguintes matérias-primas podem ser utilizadas:

- Pó de Filtro de usinas siderúrgicas elétricas
- Lodo das usinas siderúrgicas
- Pellets dos resíduos das usinas siderúrgicas
- Coque, úmido
- Coque, seco (coque de petróleo, coque de antracito)
- Gás de dessulfuração com gesso, úmido
- Gesso, moído e seco
- Cal viva
- Cal hidratada

Os pós e lamas, normalmente gerados em diversas unidades, são levados e armazenados corretamente na central de preparação.

Para melhorar a propriedade dos materiais, um sistema de granulação ou pelotização é utilizado. Esse sistema de preparação tem em seu coração um Misturador EIRICH, operando por batelada, preparando os materiais em alguns casos para um tambor rotativo.

O forno rotativo Waelz, ligeiramente inclinado, tem 43 metros de comprimento com um diâmetro de 3,6 m girando aproximadamente uma vez por minuto. A batelada viaja lentamente através do forno, enquanto está sendo secada e aquecida pelo gás do forno viajando na direção oposta. Na zona de reação, os óxidos de metal contidos são reduzidos a uma temperatura de 1.200°C, em que o zinco e o chumbo são vaporizados. O ar do processo faz com que os metais se reoxidem e passem junto com o gás cru para o sistema de purificação de gás. O óxido laminado é separado em tubos chatos de resfriamento e filtros, e dali ele é transportado para silos para armazenagem intermediária.

Os refugos que deixam o forno podem ser utilizados em aterros ou na construção de estradas.

O processo patenteado do forno Waelz usa a reação de entalpia da oxidação do ferro dentro do forno rotativo. Isso reduz drasticamente o consumo de energia (gás e coque) e a produção do óxido laminado melhora cerca de 30%. Essa tecnologia não produz desperdício de água e as emissões de CO₂ são 40% menores do que o processo padrão sem utilização da energia da oxidação do ferro.

2.3 Reciclagem de Resíduos em uma Planta de Sínter

Exemplo: Usina Siderúrgica Hüttenwerke Krupp Mannesmann

Após pesquisas, junto da Universidade Técnica RWTH Aachen e o instituto de Pesquisa SGA Liebenburg, foi esclarecido que:

- Os materiais contendo ferro podem ser reciclados na sinterização;
- A qualidade metalúrgica do ferro gusa não é afetada, devido ao material reciclado ser idêntico à da fórmula da mistura do sínter.

Objetivando a recuperação do ferro e redução de custos de descarte, esse estudo foi realizado, porém, no início da operação a adição direta desses pós para a sinterização, prejudicou a permeabilidade do leito da sínter, reduzindo consideravelmente a sua eficiência e produtividade.

Com essa constatação, a HKM instalou um processo de aglomeração piloto antes do retorno dos pós para a sínter. Os resultados obtidos foram tão convincentes que a planta industrial foi erguida.

Muitos testes foram realizados com diversos sistema de mistura afim de estudar a eficiência de aglomeração dos materiais. A HKM compilou um catálogo de avaliação abrangente e testou em particular um Misturador Intensivo Contra Corrente EIRICH em comparação com um misturador horizontal de eixo único.

Os estudos demonstraram que o misturador EIRICH teve um desempenho superior em praticamente todos os critérios. As características mais importantes e pronunciadas foram:

- Qualidade da granulação;
- Distribuição controlada do tamanho da partícula;
- Absorção da água/umidificação;
- Dissolução de pedaços maiores;
- Autolimpeza permanente;
- Desgaste.

As seguintes matérias-primas são processadas:

- Poeira do gás de topo do Alto Forno, muito fina, úmida;
- Poeira do despoeiramento, grossa e abrasiva (poeiras da planta do resfriamento de sinter, britagem e separação);
- Poeira da fundição, secas e finas;
- Aglutinantes (cal, cimento, etc.);
- Água;
- Após os materiais serem pesados, são colocados no misturador para sua aglomeração. Os aglomerados, extremamente viscosos, são esvaziados em um Box-Feeder que os adiciona continuamente na esteira do processo de sinterização.

Como resultado operacional:

- A aglomeração dos pós melhora a permeabilidade da mistura de sinterização, o que conduz a um aumento na produção;
- O conteúdo de pós no gás de despoeiramento no sistema de sinterização é reduzido;
- As micropartículas contendo cobre nos pós provenientes do despoeiramento são aglomeradas, reduzindo o conteúdo de cobre na saída do gás e seu efeito catalítico na formação de dioxina.

2.4 O processo PRIMUS

Tecnologia: Primorec S.A.

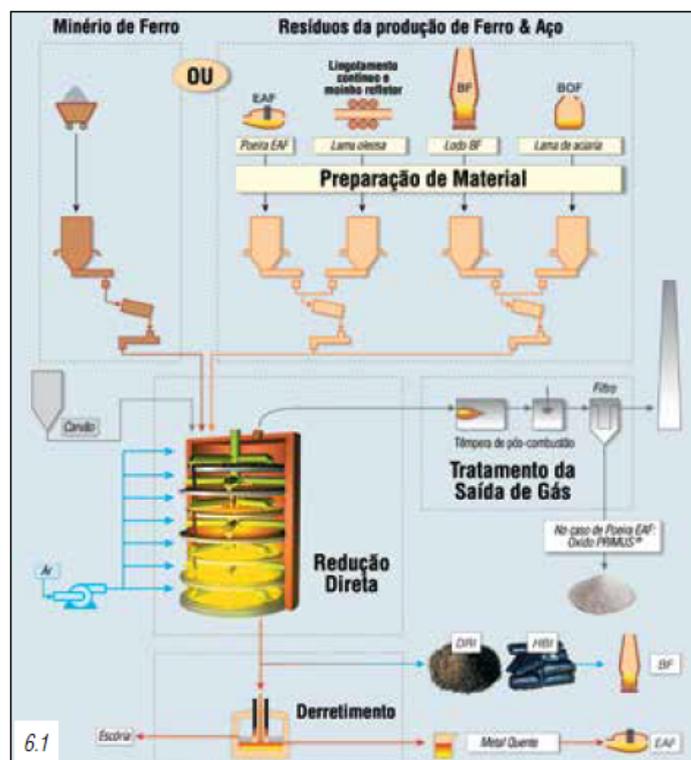


Figura 2. Fluxograma Processo Primus.

Esse processo tem em seu coração um forno de múltiplas câmaras para a redução direta, com possibilidade de utilização de carvão de baixa qualidade, que transforma o ferro pré-reduzido em ferro gusa.

Esse sistema é uma solução inovadora para:

- Produção de ferro esponja (DRI) ou ferro gusa a partir do pó de ferro em um processo ecologicamente compatível. Ele pode, portanto, ser considerado como um alto forno em pequena escala.
- Reciclagem de resíduos da produção de ferro e aço com o objetivo de recuperar o ferro e o zinco, bem como outros metais não-ferrosos.

A planta em Differdange foi concebida para a reciclagem de todos os resíduos da indústria de aço de Luxemburgo, incluindo pós do forno elétrico e lamas do alto forno.

Após a pesagem dos resíduos e dos aglomerantes, os materiais são processados em um misturador EIRICH, considerando as umidades das matérias-primas e a perfeita umidificação para o processo subsequente.

Após o misturador, um tambor rotativo prepara as pelotas, as quais são secadas para envio ao forno Primus.

A atmosfera do forno faz com que o zinco reduza e seja levado pelos gases, o qual tem uma atmosfera oxidante, e faz com que o zinco se reoxide, proporcionando a sua separação no filtro de limpeza.

O ferro esponja aquecido é descarregado no fundo da fornalha e continuamente carregado para o forno de derretimento PRIMUS. O forno especialmente desenvolvido de três fases a arco elétrico produz continuamente ferro gusa e escória.

A escória inerte é comparável à escória dos altos fornos e pode ser utilizada, por exemplo, na construção de estradas.

2.5 O processo OxyCup

Exemplo: Thyssen Krupp Stahl (TKS) em Duisburg, Alemanha
Tecnologia: Küttner

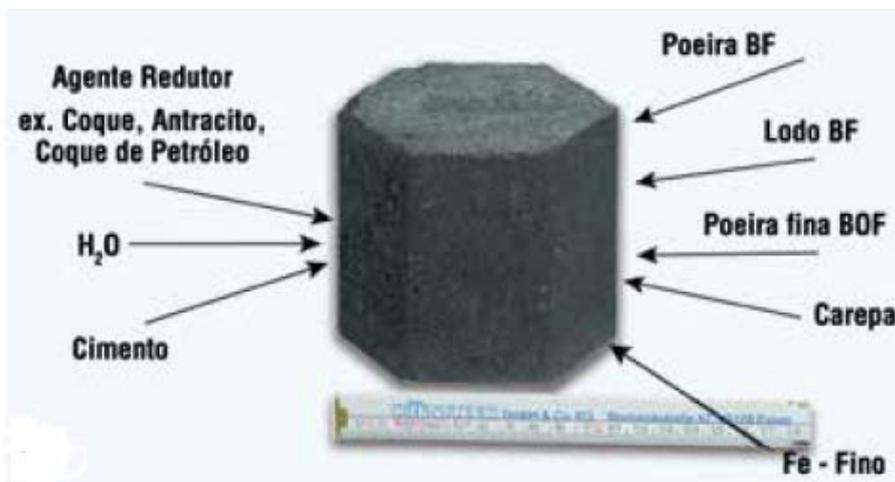


Figura 3. Briquete.

A principal ideia por trás desse processo é a fabricação de briquetes feitos a partir do ferro e carbono contendo resíduos que são reduzidos no forno DRI (shaft furnace) e transformados por derretimento em ferro gusa em um passo.

Um dos pontos importante é a possibilidade de utilizar resíduos que contenham zinco e não podem ser reutilizados por vias normais.

Esse é conceito de “resíduo zero”, onde podem ser processados:

- Pós de BOF,
- Pós de sinter,
- Lama do alto forno,

- Lama da laminação,
- Coque.

No sistema de preparação os materiais são transportados, resfriados e processado em um misturador EIRICH com adição de aglutinantes para a formação de um material similar a um concreto. Esse material é transportado para uma linha de moldagem de briquetes, similar ao processo de blocos de pavimentação, onde é moldado em tijolos hexagonais com teor de ferro de aproximadamente 50%.

O papel do misturador é de grande importância, pois, além da homogeneidade de diversos materiais de propriedades diferentes, as lamas devem ser desintegradas. Com isso foi feita a opção pelo misturador EIRICH.

Devido à alta superfície específica dos materiais finos e altas temperaturas, a velocidade de reação no forno é muito rápida. Como os briquetes tem o mesmo tamanho, eles criam um ambiente de permeabilidade bom para os gases. Na medida em que eles descem, vão sendo reduzidos e chegam a área de derretimento. O metal e escória são levados para fora do forno e o zinco é volatilizado e sai do forno com o gás do topo.

4 CONCLUSÃO

Com a abordagem de não descartar resíduos, os processos devem ser selecionados de acordo com as condições existentes em cada siderúrgica, considerando suas características metalúrgicas, propriedades físicas e possíveis aglomerantes a serem utilizados. Nesse artigo, foram apresentados alguns exemplos, porém, uma análise detalhada, caso a caso, deve ser realizada considerando as diferentes fontes de resíduos.

A preparação adequada do material frequentemente é um importante passo que é desconsiderado, porém é um dos fatores o qual resultará no êxito ou não do processo.

Agradecimentos

A todos que nos disponibilizaram as informações utilizadas neste artigo, tanto pelos detentores das tecnologias quanto pelas usinas em operação.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Revista Millennium Steel, 5/2004, Autor: Juergen Blatz
- 2 Revista MPT Internation, 1/2006, Autor: Christian Bartels-von Varnbüler, Michael Lemperle and Hans J. Rachner,
- 3 Arquivos Internos Grupo EIRICH