



PRÁTICA LABORATORIAL SEPARAÇÃO MAGNÉTICA

1. OBJETIVO

Realizar um ensaio laboratorial de separação magnética com uma amostra de minério de ferro e verificar a eficiência do processo mediante balanço metalúrgico.

2. ASPECTOS GERAIS

A separação magnética explora o comportamento das partículas minerais quando apresentadas a um campo magnético. Quando uma partícula é atraída pelo campo, diz-se que ela é paramagnética ou ferromagnética, e lhe é conferida uma trajetória distinta em relação ao restante da amostra, que não sofre influência do campo (partículas diamagnéticas) (PERES et al., 2007).

As operações de separação magnética são classificadas conforme o meio utilizado e intensidade do campo. Assim, tem-se a separação magnética, a seco, de baixa e alta intensidade e, a úmido, de alta e baixa intensidade (SAMPAIO; FRANÇA; LUZ, 2007). Existe também, a separação magnética de alto gradiente, mediante a introdução de um material ferromagnético no campo, fazendo as linhas do campo convergirem para um ponto, de forma a aumentar o gradiente de campo (CHAVES, 2013). Os campos magnéticos aplicados podem ser provenientes de ímãs permanentes ou induzidos por meio da passagem de corrente elétrica em uma bobina (CHAVES, 2013).

O ensaio em questão será realizado em um separador RE-ROLL que trabalha a seco em média intensidade. Trata-se de um separador de ímã permanente em que o tambor de cabeça do transportador de correia tem em seu interior um setor com magnetos permanentes. Estes magnetos são constituídos de ímãs montados com polaridades opostas. (SAMPAIO; FRANÇA; LUZ, 2007). A Figura 1 ilustra o equipamento que será utilizado.

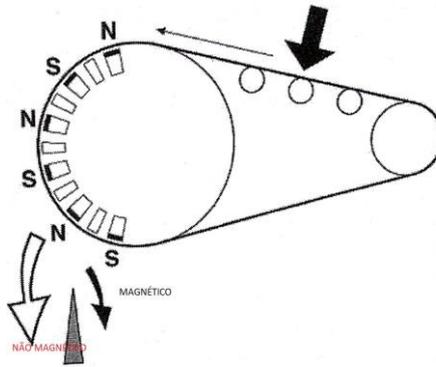


Figura 1 - Esquema de funcionamento do separador magnético

Fonte: Chaves, 2013

Os ímãs fixos atraem os materiais magnéticos fazendo com que estes continuem grudados na correia até o final do tambor. As partículas não magnéticas se soltam logo que a correia faz a curva e caem na repartição mais a direita. Entre os dois fluxos de materiais fica a fração denominada mista, que não se adequa fielmente a nenhuma das outras amostras, podendo ser partículas não liberadas totalmente.

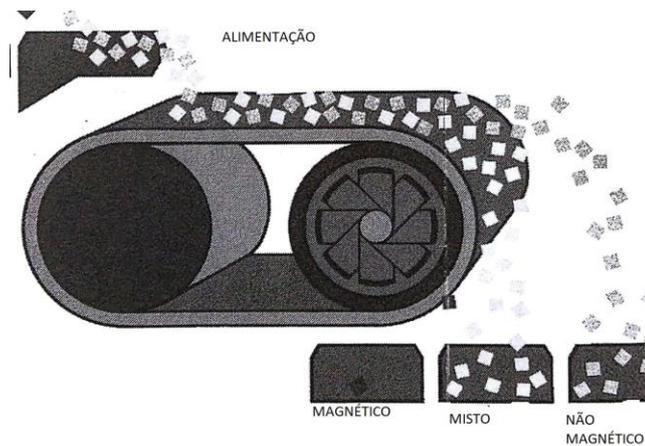


Figura 2 - Esquema de funcionamento do separador magnético

Fonte: Chaves, 2013.

O operador deve controlar e se atentar a alguns pontos durante o ensaio com a finalidade de otimizar a separação. A saber:

i. Vibração do alimentador:

Deve ser tal que proporcione uma monocamada uniforme e bem distribuída de minério sobre a correia. Uma vibração excessiva provoca uma



camada espessa que acaba por interferir na eficiência de separação (partículas não magnéticas são arrastadas mecanicamente na direção oposta).

ii. Velocidade do rotor:

Deve ser controlada de modo a evitar que as partículas magnéticas sejam arremessadas para o produto não magnético.

iii. Posição das chapas divisoras reguláveis (splitters):

Deve ser ajustada para proporcionar a melhor separação possível (visual).



Figura 3 - Separador magnético de ímãs de terras-raras do LTM

3. PROCEDIMENTO DO ENSAIO

i. Amostra

A amostra utilizada foi doada pela companhia Vale S/A, tendo sido tomada na alimentação do circuito de flotação de Timbopeba. Ela foi fornecida a úmido, sendo inicialmente submetida à secagem em estufa. Após seco, o material foi homogeneizado em pilha alongada e dividido em alíquotas de 500 g.

ii. Ensaio:

- a. Adicionar ao silo 500 g da amostra
- b. Ligar o rotor.
- c. Ajustar a velocidade de rotação.
- d. Ajustar o alimentador vibratório para obter uma monocamada sobre a correia.
- e. Ajustar as chapas divisoras reguláveis.

- f. Etiquetar os produtos.
- g. Pesar o material e proceder picnometria da alimentação e dos produtos para determinar o teor de ferro.
- h. A massa específica medida (ρ_p) deve ser aplicada na equação 1 e a partir da equação 2 determina-se o teor de Fe. Para utilização desta metodologia, assume-se a presença apenas de hematita (Fe_2O_3) e sílica (SiO_2), sendo que os demais constituintes representam menos de 5% da amostra (Verificar análise de química pelo método FRX da alimentação).

$$\rho_p = \frac{1}{\frac{f_h}{\rho_h} + \frac{(1-f_h)}{\rho_s}} \quad (1)$$

$$Fe (\%) = 0,7 \cdot f_h \cdot 100 \quad (2)$$

Em que ρ_p é a massa específica dos produtos; ρ_h é a massa específica da hematita ($5,2 \text{ g/cm}^3$); ρ_s é a massa específica da sílica ($2,65 \text{ g/cm}^3$) e f_h é a fração de hematita na amostra. O fator 0,7 da equação 2 representa o teor de ferro da hematita pura (70%) (NUNES; COUTO; FRANÇA, 2010).

Uma análise de fluorescência de raios-X (FRX) foi conduzida com a amostra de alimentação e os resultados podem ser visualizados na tabela 1.

Tabela 1 – Resultado da análise de FRX da alimentação da flotação.

| ANÁLISE QUÍMICA - BASE SECA | |
|--------------------------------------------|---------|
| Perda ao fogo à 1100° C | 1,37 % |
| ANÁLISE QUÍMICA SEMIQUANTITATIVA | |
| Óxido de Ferro (Fe_2O_3) | 62,3 % |
| Óxido de silício (SiO_2) | 34,5 % |
| Óxido de alumínio | 1,44 % |
| Óxido de manganês | 0,126 % |
| Óxido de tungstênio | 0,125 % |
| Pentóxido de fósforo | 0,090 % |
| Óxido de potássio | 0,014% |

Fonte: Laboratório de análises Mineração Curimbaba.

4. RESULTADOS

Calcule as recuperações (adote os teores de ferro calculados através da picnometria) e complete a tabela abaixo.



ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo

PMI3102 – Introdução à Engenharia de Minas

| | Massa (g) | Massa (%) | Ferro (%) | Enriquecimento (%) | Recuperação em massa (%) | Recuperação metalúrgica (%) |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Magnético (concentrado) | | | | | | |
| Não magnético (rejeito) | | | | | | |
| Alimentação (calculada) | | | | | | |
| Alimentação (analisada) | | | | | | |

Comente os resultados obtidos. Ocorreram perdas significativas no ensaio? O balanço está fechando adequadamente sem ajustes matemáticos? O processo foi eficiente? O teor de concentrado permite o uso para a siderurgia?

O relatório deve conter uma breve introdução sobre a técnica utilizada, os materiais e métodos utilizados, os resultados e discussões, as conclusões e as referências utilizadas e citadas no texto.

REFERÊNCIAS

CHAVES, A. P. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios: Separação densitária**. Volume 6. Editora Oficina de Textos, 2013.

NUNES, D. G. ; COUTO, H. J. B. ; FRANÇA, S. C. A. Aplicação da flotação em coluna na concentração de minério de ferro de baixo teor. In: **XVIII Jornada de Iniciação Científica**, CETEM, 2010. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/529/1/01-Daniel%20Guedes%20Nunes.pdf> Acesso em: 23 de abril de 2019.

PERES, A. E. C. et al. Métodos de concentração. In: VALADÃO, G. E. S.; ARAUJO, A. C. **Introdução ao tratamento de minérios**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2007.

SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; LUZ, A. B. Ensaio de separação magnética e eletrostática. In: SAMPAIO, J. A.; FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. **Tratamento de Minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.

SUGESTÕES DE BIBLIOGRAFIAS COMPLEMENTARES

- 1) Capítulo 1 – *Noções básicas* do livro: CHAVES, A. P. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**: bombeamento de polpa e classificação. Volume 1. Editora Oficina de Textos, 2012.
- 2) Capítulo 2 – *Determinação das densidades de sólidos e de polpas* do livro: FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. **Tratamento de Minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.
- 3) Capítulo 18 – *Ensaio de separação magnética e eletrostática* do livro: FRANÇA, S. C. A.; BRAGA, P. F. A. **Tratamento de Minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2007.
- 4) Capítulo 8 – *Separação magnética* do livro: CHAVES, A. P. **Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**: Separação densitária. Volume 6. Editora Oficina de Textos, 2013.