

A PENEIRA EXCÊNTRICA CIRCULAR NA CLASSIFICAÇÃO DO MINÉRIO DE FERRO COM UMIDADE NATURAL

Oswaldo Delfim¹

Resumo

Com o aumento da exportação do minério de ferro para os mercados asiáticos e consequentes novos parâmetros nas especificações, principalmente granulométricas para o minério com maior grau de pureza, viabilizaram-se importantes mudanças no processo produtivo, como por exemplo, a classificação do minério em sua umidade natural. Os ganhos adquiridos nesta nova condição de processo vão desde o aumento da recuperação mássica (de 90 a 95 para 100%), menor investimento no Capex e Opex, além dos ganhos na área ambiental como a eliminação da água na rota do processo e das barragens de rejeitos com consequente facilidade na obtenção do licenciamento ambiental. Neste artigo apresentamos os detalhes técnicos das condições dinâmicas ideais da peneira vibratória dedicada a esta nova aplicação.

Palavras-chaves: Peneiramento; Minério de ferro; Peneira vibratória; Classificação em umidade natural.

ECENTRIC CIRCULAR VIBRATING SCREEN FOR CLASSIFICATION OF IRON ORE IN ITS NATURAL MOISTURE

Abstract

With the increased of the iron ore exportation to Asian markets and consequent new particle size characteristics in use, especially for higher purity ore, important changes are made possible in the production process, such as the classification of this ore in its natural moisture. The gains achieved in this new process condition ranging from increased the ore mass recovery (from 90/95 to 100% of the mass recovery, less investment in Capex and Opex, besides the gains in the environmental area such as the elimination of water on the process route and tailings dams, that consequently helps to get the environmental licensing more easily. This paper presents the technical details of the ideal dynamic condition of vibrating screen type customized to this new application.

Keywords: Screening; Iron Ore; Vibration Screen; Natural moisture classification.

¹ Gerente de Mineração, HAVER&BOECKER LatinoAmericana, São Paulo, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Nestes últimos anos este segmento da mineração vem adotando, tanto para as novas plantas de processamento do minério de ferro como para adequação de algumas já existentes, a classificação vibratória do minério de ferro à umidade natural (sem adição de água) em substituição a tradicional classificação a úmido (com adição de água).

Os principais objetivos desta nova tendência é diminuir o investimento inicial em equipamentos (Capex), no processo produtivo (Opex) e os impactos ambientais atendendo as condições atuais do mercado.

Com esta demanda, foi necessária a análise, avaliação e adoção de um sistema dinâmico de classificação vibratória, de modo a não utilizar sprays de água nas peneiras de classificação pois, dependendo da época do ano, este minério apresenta uma alta umidade (até 10%) em conjunto com uma grande proporção de material muito fino (até 30% abaixo de 150 microns).

Nestas condições, na análise do comportamento individual das partículas do minério, onde a proporção de partículas muito finas é extremamente alta e conseqüentemente, com uma alta área de superfície que associada à alta umidade, naturalmente estas partículas agregam as partículas maiores retidas na peneira (over size) portanto, uma grande proporção das mesmas não se direciona para o passante (under size), diminuindo drasticamente a eficiência de classificação.

Para este tipo de aplicação sempre foi recomendado a classificação a úmido (com acréscimo de água via sprays), mas com o intuito de mitigar os problemas desta classificação nesta condição, sem a adição da água (umidade natural), nas novas plantas em mineração de ferro foi necessário desenvolver peneiras vibratórias com uma condição dinâmica que garantisse: a melhor estratificação, transporte e conseqüente limpeza das telas, possível para esta condição extremamente crítica.

2 CONDIÇÃO DINÂMICA E ACELERAÇÃO K E Kv

Neste caso o principal fator, nas condições dinâmicas de uma peneira vibratória para se atingir a melhor eficiência possível de classificação, é imprimir a mais alta aceleração específica no material (Kv) a ser classificado, além de ser adotado a melhor configuração e especificação do tipo de superfície de peneiramento (telas).

Neste artigo, vamos nos restringir somente à análise específica destas condições dinâmicas.

Em geral, medimos e divulgamos a aceleração de vibração do conjunto vibratório de uma peneira (K) em g (aceleração da gravidade), que na maioria dos casos fica em torno de 4g, ou seja, 4 vezes a aceleração da gravidade, mas especificamente para a esta aplicação (umidade natural com muitos finos) na época úmida (estação chuvosa) podemos chegar a uma aceleração K de até 5,5 g.

A aceleração K de um equipamento vibratório é simplesmente a relação entre a força centrífuga gerada pela sua condição dinâmica e a aceleração da gravidade.

Veja na figura abaixo (figura 1) a simulação de um ciclo de movimento de uma peneira vibratória (circular ou linear) colocado em uma curva senoidal onde mostramos as fases com o material acoplado na peneira (tela), depois lançado e novamente em contato com a tela.

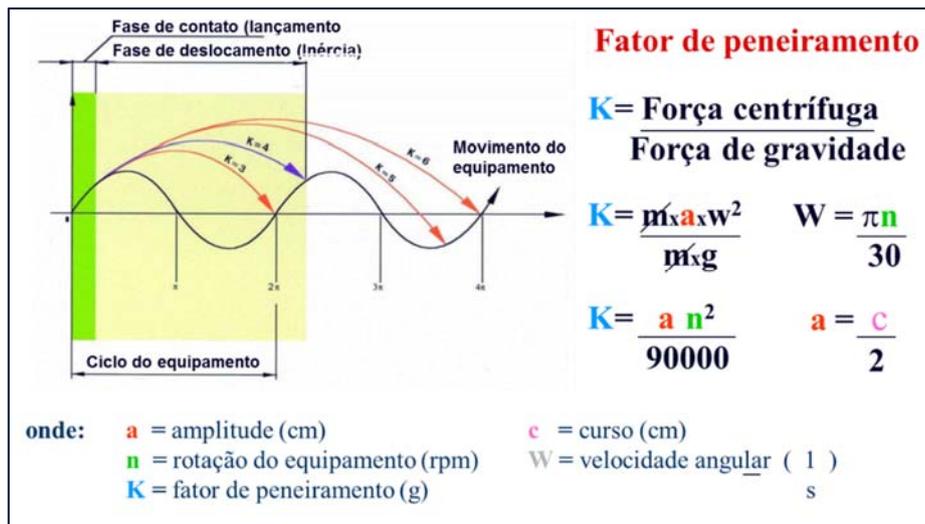


Figure 1. Princípio de peneiramento = K – Teoria básica.

O objetivo desta figura é demonstrar um problema muito recorrente nas peneiras em operação, que é o caso das peneiras sub ou super aceleradas, em ambos os casos teremos problemas no desempenho do equipamento, sendo que no caso da super aceleração também teremos problemas prematuros na estrutura e componentes mecânicos do equipamento.

Como já mencionado acima, neste exemplo (Fig 1) estamos adotando uma aceleração K ideal em torno de 4g, mas dependendo da aplicação a aceleração ideal pode ser maior ou menor que este valor, tudo vai depender da criticidade e características do material a ser peneirado.

No entanto, “como já mencionado acima”, o principal fator dinâmico responsável pelo desempenho (eficiência) deste peneiramento é aceleração específica no material (Kv) portanto é necessário se entender a diferença da aceleração do equipamento K com o Kv, que seria a diferença entre a aceleração de lançamento da caixa da peneira (K) com a aceleração de impulso de lançamento da partícula (minério) Kv.

O modo mais simples de se explicar esta diferença é colocarmos de uma forma vetorial as relações das forças que atuam neste sistema dinâmico (figura 2)

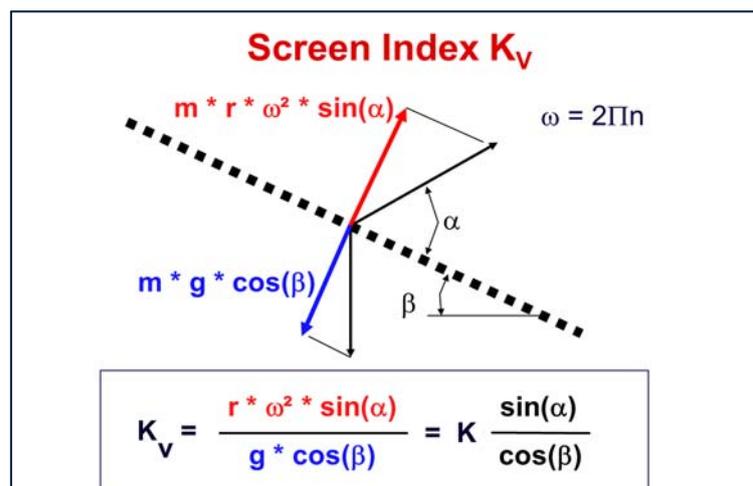


Figure 2. Índice de peneiramento.

Em suma, a aceleração específica de lançamento da partícula Kv é obtida através da decomposição de forças (centrífuga e gravidade) no mesmo eixo de lançamento da partícula, que é perpendicular a superfície de peneiramento (tela).

Para obtermos esta decomposição de forças temos que definir os ângulos α e β , sendo:

- α o ângulo de incidência da força centrífuga gerada pelo acionamento da peneira.
- β o ângulo de inclinação da superfície de peneiramento (telas/deck)

Veja abaixo na figura 3 a indicação destes ângulos nas peneiras vibratória horizontal e inclinada:

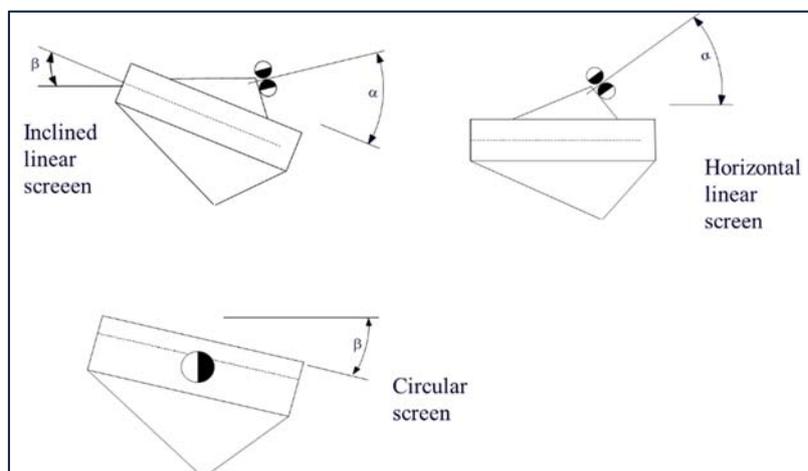


Figure 3. Fator de peneiramento do material K_v .

No caso de um equipamento vibratório de movimento linear o ângulo α , incidência da força, é definido durante a concepção do projeto deste equipamento e na maioria das vezes é em torno de 45° com relação a superfície do deck.

Novamente, é importante lembrar que 45° é o mais usual, mas nada impede de adotarmos outro ângulo que seja mais adequado à uma aplicação específica.

No caso de um equipamento com movimento circular o ângulo α é de 90° .

Com relação ao ângulo β , inclinação do deck ou superfície de classificação (telas), em geral, para uma peneira linear é um ângulo menor que a de movimento circular, podendo até ser horizontal (β =zero), ou negativo utilizado para peneiras desaguadoras. Também temos alguns casos especiais, por exemplo, peneiras bananas onde o ângulo β vai variar de acordo com o ângulo adotado ao longo do deck, ou desta superfície (telas).

De uma forma mais didática é interessante ressaltarmos que o movimento circular depende da inclinação para transportar, ou seja, ele somente classifica e o transporte é feito pela gravidade, enquanto que o movimento linear transporta e classifica (Figura 4).

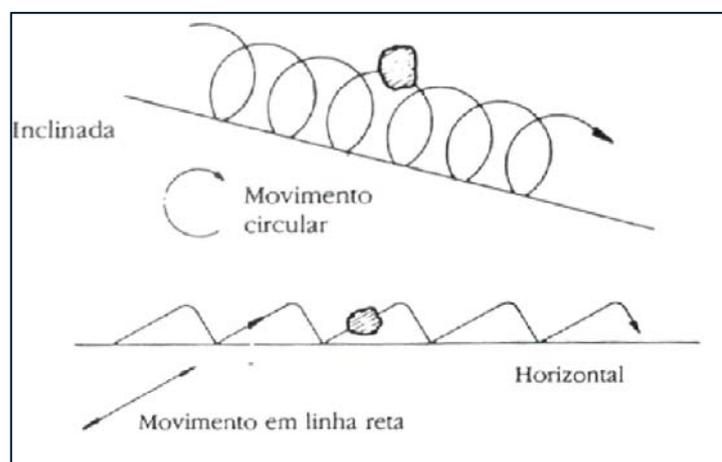


Figure 4. Movimentos de peneiramento.

Com isto, outra conclusão que tiramos é que, geralmente, o ângulo β (inclinação do deck de classificação) é menor para o movimento linear que o circular.

Nestas condições, podemos analisar as diferenças entre o K_v de uma peneira linear com outra circular (ver figura 5 abaixo).

Somente como exemplo, vamos analisar duas peneiras 8'x20' circular e linear, cujo uso é bem tradicional na mineração, sendo que para esta análise comparativa vamos partir de uma condição de vibração (amplitude e frequência) idêntica para ambas.

Posteriormente podemos alterar, ou acelerar, a condição da peneira linear e continuar a nossa comparação.

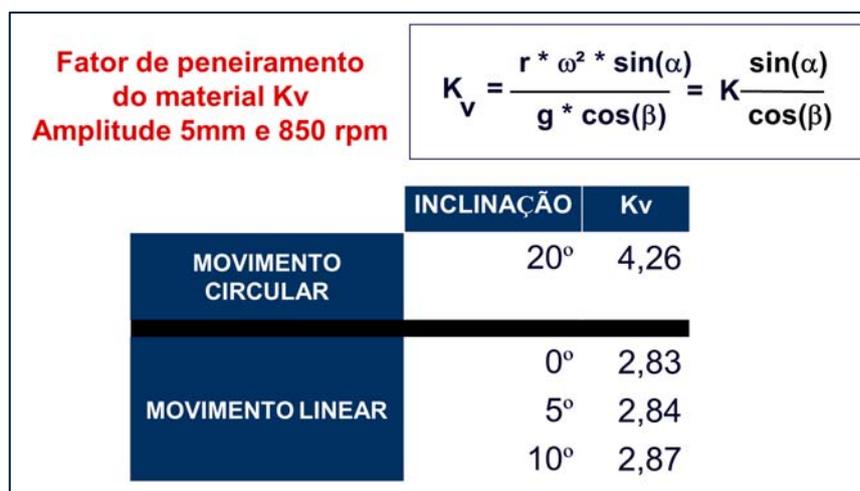


Figure 5. Fator de peneiramento do material.

As primeiras conclusões que tiramos é que, em uma mesma condição dinâmica, as diferenças entre a peneira 8'x20' circular e a linear é de que a peneira circular terá um K_v de 48 a 50% maior, no entanto sabemos na prática que as peneiras lineares sempre devem ter uma aceleração (K) maior para minimizar os seus problemas de performance (estratificação, entupimentos de telas, etc.).

Mesmo considerando uma maior aceleração (K), por exemplo, 4,75 g nas peneiras de movimento linear, o seu K_v (com 10° de inclinação) será de 3,41g, ou seja, a peneira de movimento circular ainda terá um K_v 25% maior, com menores esforços estruturais já que seu K será menor (4g).

3 SISTEMA DE VIBRAÇÃO CIRCULAR LIVRE E EXCENTRICA

Como descrito no início deste artigo, o principal fator nas condições dinâmicas de uma peneira vibratória, para se atingir a melhor eficiência possível de classificação, em uma aplicação crítica como o peneiramento do minério de ferro em sua umidade natural, sem o acréscimo de água, é a sua aceleração dinâmica específica no material (K_v) a ser classificado, mas também é de fundamental importância se manter esta condição dinâmica durante todo o processo de classificação.

Para isto é necessário um sistema de acionamento com um diferencial que mantenha a amplitude constante, e conseqüentemente, o K_v sob quaisquer circunstâncias de operação, que neste caso só é possível com a adoção de um acionamento excêntrico circular de amplitude constante.

Para facilitar o entendimento das diferenças de uma peneira circular cuja amplitude vai variar de acordo com a carga e uma peneira circular onde a amplitude será constante, vamos denominar a primeira de peneira circular Livre "free floating" e a segunda de

peneira circular Excêntrica “four bearing positive stroke”. e entendermos as diferenças básicas de seus princípios de funcionamento.

A primeira diferença entre a peneira livre e a excêntrica é de que a peneira livre é livremente apoiada em suas molas, o que explica sua denominação, e a peneira excêntrica é rigidamente apoiada sobre seu eixo.

A segunda diferença é de que a amplitude de trabalho de uma peneira livre é a relação entre seu momento de trabalho e seu peso vibrante (conjunto estrutural mais minério) enquanto a amplitude da peneira excêntrica é obtida através da usinagem da excêntrica do seu eixo e, portanto, fixa.

A terceira diferença é a peneira excêntrica é a única peneira balanceada onde o contra-peso é utilizada para igualar as forças geradas pela caixa apoiada na parte excêntrica do eixo e não como na peneira livre onde estes pesos são massas desbalanceadas gerando a força centrífuga que resultará na amplitude de vibração da caixa apoiada, livremente, sobre as molas.

A princípio pode parecer um pouco confuso, mas vamos descrever e comparar as diferenças de concepção destes dois tipos de acionamentos:

As peneiras com acionamento excêntrico, de um eixo e quatro mancais (ver figura 6), têm amplitude constante, independentemente da carga solicitada, diferenciando-se das peneiras com acionamento de oscilação livre (ver figura 7), cuja amplitude varia de acordo com esta carga.

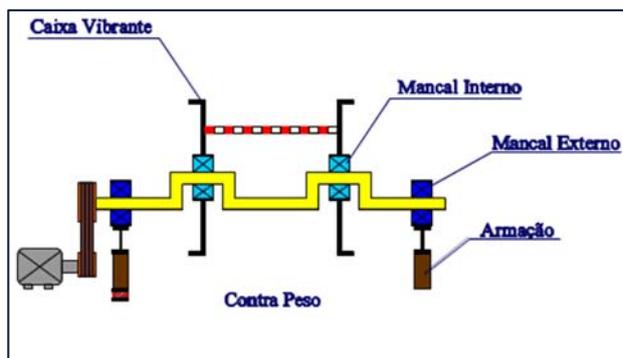


Figure 6. Acionamento excêntrico

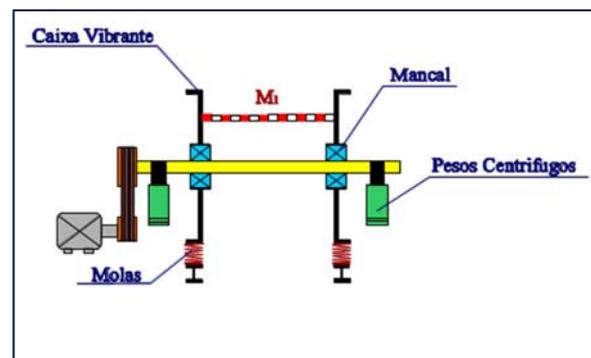


Figure 7. Acionamento livre

A diferença básica entre estes dois acionamentos é, na peneira excêntrica o movimento de vibração (amplitude) é usinado na parte do eixo em que a caixa vibrante é fixada (2 mancais internos), desvinculando-se do suporte desta caixa, pois é feito nos 2 mancais externos e nos amortecedores de borracha, enquanto que na peneira livre : o movimento de vibração é conseguido através da força centrífuga gerada por um eixo desbalanceado, também fixado a caixa vibrante, mas que está livremente apoiada sobre molas.

Portanto, para aplicações críticas, principalmente para materiais de alta densidade, o acionamento excêntrico é o mais indicado devido a não variação da sua amplitude, mantendo assim as condições dinâmicas ideais, enquanto que no acionamento livre estas condições se alteram de acordo com a carga aplicada, através da redução de sua amplitude e alteração do seu movimento, de circular para elíptico, ocasionando uma redução na velocidade de transporte, aumentando a camada do material e impossibilitando a estratificação desse material, que é fundamental para uma boa classificação.

Outras vantagens do acionamento excêntrico é a diminuição das cargas dinâmicas transmitidas para a estrutura de apoio, através de uma balanceamento de massas pelos contrapesos localizados entre os rolamentos internos e externos (ver fig. 6 $M1 \times a = M2 \times b$), e também um maior esforço de expulsão dos materiais presos na malha,

através da componente vertical do movimento circular, o que é garantido sob quaisquer circunstâncias, dificultando assim o entupimento das telas.

Outra diferença, as peneiras excêntricas apresentam em relação às livres as funções das molas de borracha (tipo pé de elefante), que substituem as molas helicoidais das peneiras livres, sendo a primeira manter a caixa vibratória na inclinação ideal e a segunda aliviar os mancais externos e isolar a transmissão de cargas para as bases.

4 CONCLUSÃO

Para uma classificação vibratória sem a adição de água, em um material cuja granulometria apresenta uma grande quantidade de finos (até 30% menor que 150 microns), e nas estações de chuvas podendo chegar a uma umidade natural de até 10%, sem dúvida temos uma aplicação extremamente crítica, principalmente em relação a quantidade de finos que deveriam passar, mas ficam retidos no over size reduzindo a eficiência de classificação.

Para esta aplicação, foi necessário adotar um sistema vibratório que garanta o melhor desempenho de peneiramento através da maior aceleração específica no material (Kv) e que mantenha estas condições dinâmicas independentes das variações do processo, que neste caso é o movimento circular obtido pelo acionamento excêntrico.

Em suma, considerando as órbitas dos movimentos das peneiras vibratórias mais utilizadas na mineração, que vão desde a linear, passando por intermediárias (por ex. elíptica) até o circular, fica claro e, detalhadamente, explanado neste artigo que, o melhor resultado será do movimento circular.



Figure 8. Peneira excêntrica.

REFERÊNCIAS

- 1 Arthur Pinto Chaves e Antonio Eduardo Clark Peres. Teoria e Prática do Tratamento de Minérios/britagem, peneiramento e moagem, Volume 3. 2ª Edição. São Paulo: Signus Editora; 2003.