



TECNOLOGIA DE SINTERIZAÇÃO **MINITEC**®

MINITEC®

www.minitec.eng.br



VALE MANGANÉS SA, Simões Filho, Brasil, tem uma planta de sinterização da MINITEC em operação desde 2007.

INTRODUÇÃO

A aglomeração de finos de minério – na forma de sinter ou pelotas – tem-se tornado cada vez mais importante nos processos siderúrgicos e metalúrgicos, em geral, uma vez que a qualidade dos minérios tem se deteriorado, demandando concentração. Além disso, o sinter melhora o desempenho do alto forno e melhora o comportamento de fusão em fornos elétricos de redução de não ferrosos, reduzindo o consumo específico de energia, aumentando a produção e reduzindo o risco de reações violentas.

A Miniplanta de Sinterização – Processo SKP® – foi desenvolvida pela MINITEC MINITECNOLOGIAS LTDA, visando o baixo custo de investimento assim como baixo custo operacional e de manutenção. Especialmente as plantas pequenas são mais econômicas que as unidades convencionais, tipo *Greenawalt* (panela) ou *Dwight-Lloyd* (esteira).

O processo SKP® apresenta a flexibilidade de todos os processos de sinterização, oferecendo a possibilidade de aglomeração de todos os tipos de minérios, como ferro, manganês, níquel, estanho, cromo, entre outros minérios e materiais. Matérias primas ultrafinas (menor que 100 mesh) também podem ser sinterizadas com a simples introdução de um misturador intensivo no processo.

Resíduos industriais como carepa, pó coletado nos filtros de mangas e/ou precipitadores eletrostáticos, lamas, pó do balão de pó de altos fornos, escórias etc. podem ser reciclados neste processo, blendado com minérios ou separadamente, produzindo sinter de características predeterminadas.

Esse novo sistema de sinterização é um processo semicontínuo, consistido de um número de painéis dispostas lado a lado em um arranjo tipo carrossel, sucessivamente alimentadas, processadas e descarregadas. Todo o processo é controlado por uma estação supervisória tornando a operação completamente automática.

DESCRIÇÃO DO PROCESSO SKP®

O processo descrito abaixo corresponde à configuração padrão. Esta configuração pode ser adaptada para atender as características físicas e químicas de minérios específicos ou de sinter produto, bem como os requerimentos de cada cliente.

O processo de sinterização começa com a preparação das matérias primas a serem sinterizadas, consistindo de finos de minérios, finos de coque, carvão vegetal ou outros combustíveis sólidos, fundentes, resíduos industriais e finos de retorno (sinter abaixo de 5 mm). Estes materiais são misturados em um tambor rotativo e água é adicionada de modo a atingir a micropelotização apropriada da mistura e obter a permeabilidade adequada durante o processo de sinterização. A mistura micropelotizada é transferida em uma correia transportadora até a máquina de sinterização. Antes de serem carregadas com a mistura, as painelas recebem uma camada de, aproximadamente 50 mm de sinter ou minério granulado de tamanho adequado (*“bedding”*), para proteger as grelhas do excesso de temperatura. Depois de carregada, a painela é posicionada debaixo da câmara de ignição, onde ocorre a combustão do coque da camada superior, através da chama dos queimadores a gás (GLP, GN etc.) ou óleo. O ar é succionado em direção ao fundo da painela, queimando o combustível sólido e progressivamente sinterizando toda a mistura. A sinterização ocorre durante o período de transferência da painela da câmara de ignição, em passos sucessivos, até o ponto de descarga do sinter, no quebrador. O bolo de sinter é descarregado no quebrador, que define seu tamanho máximo; em seguida o sinter vai para um resfriador. Depois de parcialmente resfriado, é encaminhado para a estação de peneiramento, onde são separados o sinter produto, *bedding* e finos de retorno.

Utilizando minério de ferro, o produto obtido a partir do processo de sinterização apresenta excelentes características para carga de alto forno, como:

- Análise química homogênea
- Boa distribuição granulométrica
- Redutibilidade
- Resistência mecânica

Essas características resultam em aumento de produtividade do alto forno (de 15 a 20%) e redução do consumo específico de coque ou carvão vegetal (de 8 a 10%).

A estação supervisória controla todos os passos do processo de sinterização. Da sala de controle o operador tem total controle de toda a planta através dos terminais de computadores.

A miniplanta de sinterização é projetada de forma a atender todos os aspectos de proteção ambiental. Unidades apropriadas de despoeiramento são previstas para despoeirar o gás resultante do processo de sinterização e resfriamento do sinter, assim como para o manuseio de materiais. Caso requerido, sistemas de tratamento de DeSO_x, DeNO_x e hidrocarbonetos podem ser previstos para atender a legislação ambiental, e até mesmo tratamentos de gás mais complexos podem ser aplicados no caso de aglomeração de resíduos perigosos ou normas ambientais restritivas.

Essa tecnologia é orientada para atender os requerimentos do processo a jusante, como minialtos fornos, fornos elétricos de redução (FER) etc.

Ênfase na concepção da planta e dos equipamentos é dada no sentido de cumprir as exigências do processo de sinterização, em termos de qualidade, produtividade e facilidade de manutenção.

Um dos principais benefícios do processo SKP® é sua característica patenteada na qual cada duto é equipado com uma válvula de controle, permitindo a definição de qualquer perfil de depressão e vazão desejado ao longo do o processo de sinterização.

As principais vantagens da minissinterização SKP® são:

- Baixo investimento específico
- Minimização da entrada de ar falso
- Excelente qualidade do sinter
- Automação total do processo
- Baixo custo de produção
- Alta flexibilidade operacional
- Projeto de fácil manutenção
- Planta compacta
- Curto cronograma de implantação



SISTEMA DE MANUSEIO DE MATÉRIA PRIMA



SILOS DE MATÉRIAS PRIMAS

Para a dosagem da mistura, a MINITEC desenvolve a melhor solução para cada caso. Os silos são projetados de acordo com cada material e suas características e propriedades para evitar a formação de pontes dentro dos silos, para proporcionar o escoamento adequado dos materiais e reduzir a segregação das partículas grosseiras e finas durante o carregamento e descarga.

A segregação nos silos durante o carregamento e descarga ocorre em diferentes modos em diferentes níveis de carregamento do silo. Um maior número de silos permite a descarga simultânea de um tipo de minério de pelo menos dois silos com diferentes níveis de carregamento, o que compensa a variação de segregação de partículas grossas e finas de minério durante o carregamento e descarga.

A descarga de matérias primas por correias dosadoras dos silos é controlada pelo “sistema de dosagem em tempo real”. Com esse controle, a composição desejada da mistura obedecerá a taxas predeterminadas ao longo de toda a operação.



SISTEMAS DE MANUSEIO

A MINITEC especifica e trabalha apenas com equipamentos robustos e potentes para os sistemas de transportadores de correia, para garantir a transferência e manuseio eficiente e confiável de diferentes materiais (incluindo minério de ferro, concentrado, calcário, coque, carvão vegetal, lama, pó etc.) para ou a partir do processo de sinterização. Todos os sistemas de manuseio de materiais são projetados para minimizar e otimizar a operação.

Como resultado obtém-se: um significativo decréscimo nos custos de investimento, um processo global de logística melhorado e quantidade de materiais homogeneizada. A capacidade de misturar diferentes produtos permite ao operador da planta maior flexibilidade em garantir o futuro da sua unidade. E todas as soluções estão disponíveis em uma única fonte.

BENEFÍCIOS PRINCIPAIS:

- Excelente homogeneidade da mistura
- Maior precisão na dosagem das matérias primas
- Maior flexibilidade em alterar as matérias primas
- Modificação das receitas de mistura no menor tempo possível



SISTEMA DE MISTURAMENTO E MICROPELOTIZAÇÃO

Para o misturamento e micropelotização da mistura, a MINITEC desenvolve a melhor rota de processo, de acordo com os materiais a serem utilizados, de modo a atingir a produtividade e a qualidade requerida do produto final.

Excelente homogeneidade e alta permeabilidade da mistura são fatores decisivos para atingir alta produtividade e qualidade do sinter com consumo reduzido de energia. Com o tambor de misturamento convencional, apenas uma limitada homogeneidade da mistura de sinter pode ser obtida e a granulometria dos materiais é restrita a uma faixa muito específica.

Para os casos de minérios muito finos a MINITEC desenvolveu um misturamento sequencial com utilização de misturador intensivo e misturador convencional de tambor.

A quantidade de água requerida para o processo será adicionada no misturador em predeterminadas taxas por meio de sprays, de modo a ajustar a ótima umidade/permeabilidade da mistura.

De acordo com a configuração requerida para a planta, o misturamento e micropelotização podem ser do tipo contínuo ou batelada.

PRINCIPAIS BENEFÍCIOS:

- Excelente homogeneidade, como resultado do misturamento turbulento, e preparação aprimorada da mistura
- Capacidade de misturar altas taxas de minérios de ferro ultrafinos (*pellet feed*) e outros materiais ultrafinos
- Qualidade do sinter melhorada com a redução de desvios padrão (maior homogeneidade)
- Consumo reduzido de coque/carvão vegetal
- Pátios de pré-blendagem/blendagem não são requeridos
- Fase de pelotização no tambor de micropelotização é possível



Misturador Intensivo



MÁQUINA DE SINTERIZAÇÃO

CARROSSEL

A minissinterização – Processo SKP® – é marcada pelo arranjo de painéis lado a lado em um carrossel. Neste carrossel, que gira intermitentemente, as painéis de mistura são alimentadas, sinterizadas e descarregadas dentro de um sistema destinado a quebrar, resfriar e peneirar o sinter produto e os finos de retorno.

Na primeira fase do processo o *bedding* é alimentado dentro da panela, cobrindo uniformemente as grelhas. No segundo passo, a mistura é também carregada uniformemente sobre o *bedding*, assegurando a correta espessura da camada e o nivelamento apropriado. A panela é então posicionada abaixo da câmara de ignição, onde ocorre a ignição da mistura. Durante o subsequente giro da máquina, passo a passo, o processo de sinterização é completado. Finalmente a panela é basculada e o bolo de sinter é descarregado dentro da estação de quebra, onde o sinter é quebrado e então transportado para o resfriador, para ser resfriado. O sinter resfriado é transportado para a estação de peneiramento, de modo a separar sinter produto, *bedding* e finos de retorno.

SISTEMA DE SUÇÃO

O sistema de sucção consiste em um conjunto de dutos, individualmente conectados ao fundo de cada panela, e que gira com o carrossel. No centro há um coletor, conectado com um tubo fixo por meio de um selo d'água rotativo. Deste coletor o gás passa através do sistema de despoeiramento, pelo ventilador e é descarregado na atmosfera pela chaminé. Cada duto individual é equipado com uma válvula de controle, permitindo a definição de qualquer perfil de depressão e vazão desejado. A estação supervisória controla automaticamente todos os passos da máquina de sinterização.

ESTAÇÃO DE ALIMENTAÇÃO

Como as painelas são circulares, sua alimentação é feita por dois silos rotativos, um para *bedding* e um para mistura.

Silo de *bedding* – A camada de proteção é descarregada via um rolo cônico aletado. A rotação do rolo e do silo determina a altura da camada sobre as grelhas.

Silo de mistura – O material é descarregado por meio de um rolo cônico aletado. A vazão de mistura é ajustada pela rotação do rolo e do silo. O projeto é desenvolvido de acordo com as características de escoamento de cada mistura, de modo a controlar a segregação e permitir um perfeito nivelamento da superfície da camada dessa mistura.



CÂMARA DE IGNIÇÃO

A câmara de ignição opera com queimadores intensivos no topo para melhor distribuição de calor na superfície do sinter: e, devido ao seu projeto especial, também requer consumo específico de combustível inferior, em comparação com o projeto convencional de sinterização de esteira.

A câmara de ignição com queimadores de topo apresenta um avançado monitoramento de chama e controle e ajuste de gás. Isso permite ignição estável e constante com temperatura de até 1.200 °C, se o minério em uso exigir elevada carga térmica na ignição.

As principais características são:

- Ignição uniforme
- Operação altamente flexível, em resposta às flutuações na permeabilidade da camada de material
- Possibilidade de operação com alta taxa de excesso de ar
- Normas rigorosas de segurança



ESTAÇÃO DE DESCARGA

A panela é basculada, uma vez que ela chega à estação de descarga, e descarrega o sinter sobre um deck de quebra, especialmente projetado e revestido com material resistente à abrasão, de onde desliza para o rolo do quebrador, cujos dentes quebram o sinter em pedaços no tamanho máximo desejado, geralmente 75 mm.

A estação de descarga consiste de:

- Deck de quebra, especialmente projetado e revestido com materiais resistentes à abrasão para vida longa de serviço
- Rolo do quebrador equipado com braços projetados e revestidos com materiais resistentes à abrasão para vida longa de serviço
- Acionamento do quebrador com motoredutor e acoplamento de segurança
- Sistema hidráulico de basculamento





RESFRIAMENTO E ESTAÇÃO DE PENEIRAMENTO

RESFRIADOR DE SINTER

O resfriamento mais comum do sinter é feito em resfriadores circulares. No caso de sinterizações de menor porte, por questão de custo-benefício utilizam-se os transportadores metálicos de resfriamento ou em um silo de resfriamento, de projeto especial, insuflando ar através da camada de sinter, em contra corrente.

O ar necessário para o resfriamento é fornecido por um sistema de sopradores conectado ao silo metálico.

Uma alternativa para o silo de resfriamento é um transportador metálico resfriado a ar, o qual resfria o sinter quebrado enquanto transporta o mesmo até a estação de peneiramento.

ESTAÇÃO DE PENEIRAMENTO

Depois de resfriado, o sinter é conduzido à estação de peneiramento e britagem, onde é peneirado para ser utilizado em três diferentes aplicações: finos de retorno para o processo de sinterização, *bedding*, e sinter produto, seja destinado ao alto forno ou ao forno elétrico de redução. Se necessário, o sinter produto pode ser britado para ajuste de tamanho.

As partículas menores são recirculadas no processo de sinterização, as partículas de tamanho médio usualmente são usadas como *bedding* para proteger as grelhas, e as partículas maiores são transportadas para os fornos de fusão.



SISTEMA DE DESPOEIRAMENTO

As plantas de sinterização da MINITEC são projetadas para atender os regulamentos ambientais mais severos.

Para uma coleta de pó efetiva, os filtros de mangas e/ou precipitadores eletrostáticos despoeiram o gás resultante do processo de sinterização. Processos para limitar as emissões de SO_x , NO_x e hidrocarbonetos orgânicos/VOC estão disponíveis, assim como processos mais elaborados para tratamento de gases quando requerido, incorporando equipamentos de atenuação de ruído para atender às regulamentações locais.

Para coleta de pó do sistema de manuseio de materiais, resfriador de sinter e estação de peneiramento, um filtro de mangas ou precipitador eletrostático é instalado a fim de atingir uma alta eficiência de captura de pó.



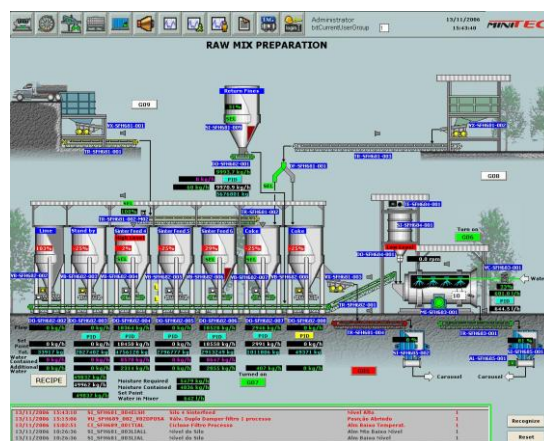
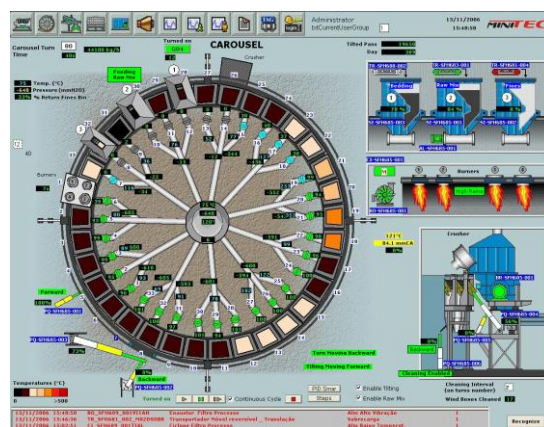
ELÉTRICA E AUTOMAÇÃO PARA PLANTAS DE SINTERIZAÇÃO

A operação da planta de sinterização é controlada e monitorada remotamente da sala de controle central. Esse conceito permite:

- Observação e avaliação contínua do processo e do estado operacional dos equipamentos principais.
- Correção, se necessário, das condições atuais de ajuste ou outros valores requeridos.
- Operação da planta com o mínimo de pessoal.
- O sistema de automação é baseado em microprocessador (CLP).

A nível de controles de processo/tecnológico, as principais aplicações são:

- Carregamento dos silos de matérias primas
- Sistema de dosagem das matérias primas completamente configurável
- Controle da taxa de finos de retorno
- Controle da adição de água e umidade da mistura para permeabilidade constante
- Controle do nível do silo pulmão de mistura
- Controle do carregamento de mistura para carregamento de material constante e livre de compactação
- Controle de vazão de ar e de gás para os queimadores da câmara de ignição
- Estabilização de temperatura e pressão para ignição precisa
- BTP ("Burn-Through Point") e controle da velocidade da máquina de sinterização
- Controle da velocidade do resfriador
- Controle do sistema de exaustão



PROJETO DA PLANTA E OS PRINCIPAIS ASPECTOS

As miniplantas de sinterização são projetadas para o contínuo fornecimento de produto, mas também visando a flexibilidade de lidar com as demandas flutuantes nos requisitos de produção. É até mesmo possível operar a sinterização do tipo carrossel por apenas um ou dois turnos por dia.

As miniplantas de sinterização estão disponíveis nos seguintes tamanhos e capacidades:

Modelo	Área de sinterização	Produção nominal ⁽¹⁾	
	m ²	tpd	tpa
SKP 50	7,3	150	50.000
SKP 100	13,5	300	100.000
SKP 150	16,6	450	150.000
SKP 200	22,8	600	200.000
SKP 250	29,1	750	250.000
SKP 300	35,3	900	300.000
SKP 350	41,5	1.060	350.000

⁽¹⁾ Baseado em *sinter feed* de minério de ferro e apenas para referência. A produção depende das características das matérias primas.

A capacidade de produção mostrada acima é baseada na sinterização de minério de ferro. Para outros materiais, e até mesmo para minério de ferro, a taxa de produção pode variar devido a suas características específicas.

Dimensões do carrossel

7,3 a 41,5 m² de área de sinterização

Capacidade

Sinter produto: 50.000 a 350.000 tpa⁽¹⁾

Disponibilidade: 330 a 345 dias/ano

Taxas de produção específica de até 45 t/24 h/m²

Consumos típicos (por t de sinter produto)

Finos de minério de ferro (- 8mm): 930 kg

Calcário (-3 mm): 100 kg

Finos de coque (-4 mm): 70 - 90 kg

Pó de despoejamento: > 30 kg

Finos de retorno (-6 mm): 420 kg

Combustível gasoso: 40.000 - 50.000 kcal

Energia elétrica: 65 kWh

Água de processo: 0,1 - 0,5 m³

Mão de obra operacional (base de 4 turnos)

16 homens

Parâmetros de processo⁽²⁾

Basicidade (CaO/SiO₂): 1,2 - 2,9

Altura da camada de mistura: 500 - 630 mm

Depressão: 1.300 - 1.900 mmCA

Taxa de finos de retorno: 18 - 25 %

Qualidade do produto⁽²⁾

Shatter index (+9,52): 75-85 % (coque) e 65-80 % (carvão veg.)

RDI (- 2,83 mm): 28-30 % (coque) e 30-32 % (carvão veg.)

FeO: 5-8 % (coque) e 7-11 % (carvão veg.)

⁽²⁾ Todos os dados acima são indicativos e podem variar de caso a caso.

Testes em escala piloto determinam os parâmetros para a mistura chave de minérios (produção específica de sinter como função da depressão aplicada e qualidade requerida do sinter) para o uso juntamente com fundentes e combustível sólido. Estes parâmetros formam a base para o projeto da planta de sinterização. Nossa unidade piloto testa as propriedades do sinter para atender a normas internacionais, como a ISO, ASTM, JIS e DIN.

Cronograma de implantação

Devido à simplicidade do equipamento do processo de sinterização SKP®, o tempo total de implantação, incluindo a fase de engenharia e projeto, é de 18 meses.

Nosso portfólio de serviço inclui:

- Testes piloto de sinterização
- Consultoria operacional e avaliação da planta (incluindo suporte no *startup* e *shutdown*)
- Medições de custo-eficiência
- Estudos de viabilidade técnica e econômica
- Serviços de pesquisa e análise
- Treinamento em e fora de campo
- Utilização de materiais residuais (resíduos)

LISTA DE REFERÊNCIA

Cliente: MAMORÉ
Local: Pirapora do Bom Jesus, Brasil
Produção: 80.000 tpa
Matéria prima: Cassiterita
Start up: 1999



Cliente: USIMAR
Local: Marabá, Brasil
Produção: 250.000 tpa
Matéria prima: Minério de ferro
Start up: 2006



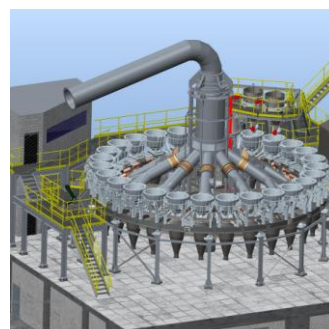
Cliente: VALE MANGANÊS
Local: Simões Filho, Brasil
Produção: 165.000 tpa
Matéria prima: Minério de manganês
Start up: 2007



Cliente: SBQ STEELS
Local: Distrito de Nellore, Índia
Produção: 250.000 tpa
Matéria prima: Minério de ferro
Start up: 2010



Cliente: SATKA
Local: Satka, Rússia
Produção: 165.000 tpa
Matéria prima: Minério de manganês
Start up: 2014



PARCEIROS

Empresa: STG Group S.p.A.
Sede: Itália
Região de atuação: Países da ex-União Soviética e Oriente Médio
Site: www.stggroup.it
E-mail: info@stggroup.it



Empresa: Ghalsasi Group
Sede: Índia
Região de atuação: Índia
Site: www.ghalsasigroup.com
E-mail: info@ghalsasigroup.com



Empresa: Tenova Pyromet
Sede: África do Sul
Região de atuação: África Subsaariana
Site: www.tenovagroup.com
E-mail: pyromet@za.tenovagroup.com



ESCRITÓRIOS:

MINITEC MINITECNOLOGIAS LTDA

Rua Bananal, 405, 5º Andar, Santo Antônio

Divinópolis, Minas Gerais, Brasil

CEP: 35500-036

Telefone: +55 37 3085-7113

E-mail: minitec@minitec.eng.br

www.minitec.eng.br

MINITEC EQUIPAMENTOS SIDERÚRGICOS LTDA

Rua Minas Gerais, 1.901, Ipiranga

Divinópolis, Minas Gerais, Brasil

CEP: 35502-026

As informações fornecidas neste folheto contem meramente descrições gerais ou características de desempenho no qual em caso real de uso nem sempre se aplica como descrito ou o qual pode mudar como resultado de outros desenvolvimentos dos produtos. A obrigação de fornecer as respectivas características somente existirá se expressamente acordado nos termos do contrato.

Todos os direitos reservados. Sujeito a mudança sem aviso prévio.
SKP é uma marca registrada da MINITEC MINITECNOLOGIAS LTDA.

Agosto, 2013