



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0806493-8 B1

(22) Data do Depósito: 08/01/2008

(45) Data de Concessão: 02/05/2017



(54) Título: PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE COQUE COM BASE EM DENSIDADE EM PLANTA DE PASTA

(51) Int.Cl.: C10B 57/00; B07B 4/08; C25C 3/12

(30) Prioridade Unionista: 08/01/2007 US 60/883,939

(73) Titular(es): ALCAN INTERNATIONAL LIMITED

(72) Inventor(es): PIERRE LAURIN; NATHALIE BOUCHARD; WEIXIA CHEN; CYRIL GAUDREAU; YVON MÉNARD

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**PROCESSO DE SEPARAÇÃO DE COQUE COM BASE EM DENSIDADE EM PLANTA DE PASTA**".

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

5 CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um processo e aparelho para separação de coque de petróleo na base de densidade, e particularmente para produzir uma fração de coque densa usada na produção de ânodos de carbono para produção de alumínio.

10 DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR

Ânodos de carbono são produzidos em uma planta de pasta para a redução eletrolítica de alumínio. Aproximadamente uma tonelada de carbono é consumida para cada duas toneladas de alumínio produzidas. Uma fonte típica de carbono para a planta de pasta é coque de petróleo calcinado. Densidade do coque tem um impacto importante sobre as propriedades dos ânodos. O material bruto de coque chega na planta como um material tendo uma gama extensiva de tamanhos de partícula e densidades. Na planta de ânodo, o coque é separado em várias frações dimensionadas. Uma quantidade específica de cada fração dimensionada entra na produção de um ânodo para produzir uma granulometria predefinida no ânodo acabado necessária para satisfazer as especificações de desempenho.

WO 82/02503 por Forsberg et al. descreve um separador de corrente de ar para separar uma fração mais pesada tal como pedras, de uma mistura de partículas mais leves com propriedades diferentes. O separador compreende um transportador vibratório e uma série de bicos de ar direcionados em geral na direção de transporte na extremidade de descarga do transportador. Ambas frações mais leves e mais pesadas são colhidas em uma calha oscilante tendo uma porção horizontal e uma porção inclinada. A fração mais leve que descarrega do transportador é capturada no fluxo de ar do bico de ar sobre a porção horizontal da calha oscilante onde a fração mais leve é colhida em uma abertura de saída lateral. WO 82/02503 ensina que a fração de pedra mais pesada que cai na porção inclinada da calha

oscilante não é capaz de mover-se para cima e a fração de pedra mais pesada é descarregada na extremidade inclinada inferior do separador.

Patente U.S. 3.485.361 por Adams descreve um dispositivo para separar peças de fragmentos e torneamentos de usinagem. O dispositivo
5 compreende uma grade perfurada na qual uma mistura de peças/fragmentos/torneamentos é colocada, a mistura é alimentada sobre uma calha agitadora, em cuja descarga a mistura é exposta a uma corrente de ar de velocidade alta direcionada para acima através da grade na mistura de peças/fragmentos/torneamentos. Os fragmentos e torneamentos mais leve
10 são capturados no fluxo de ar enquanto as peças são apropriadamente descarregadas sem ser capturadas.

Patente U.S. 4.793.918 por Thomas descreve um separador por gravidade para substância particulada depositada em uma plataforma perfurada do separador. A taxa de separação é controlada variando o aumento da
15 extremidade e a inclinação lateral do separador e inclui provisão de ar direcionada para separar as áreas da plataforma. A plataforma inclui pelo menos duas coberturas perfuradas separadas por raias transversais, estas características melhoram a separação dos sólidos. O separador da patente U.S. 4.793.918 descreve que a porção mais pesada é descarregada na extremi-
20 dade inferior da plataforma inclinada do separador.

GB427.499 por Barker descreve um aparelho para separar sujeira de carvão onde material entra em uma tina de alimentação de entrada e desce ao longo de uma série de plataformas inclinadas recíprocas com um fundo permeável a ar. A mistura de sujeira/carvão é submetida a uma cor-
25 rente ascendente de ar que ajuda a estratificar os materiais. A sujeira/carvão estratifica-se enquanto reviram-se no declive das plataformas. A sujeira mais densa e mais fina é descarregada em uma primeira saída da tina com o carvão mais leve continuando embaixo da plataforma declivada em uma camada acima da sujeira sendo descarregada. Este carvão mais leve é submetido
30 à segunda plataforma permeável a ar similar à primeira plataforma onde um fluxo de carvão/sujeira é descarregado em uma segunda saída da tina e retornado para a tina de alimentação de entrada. A fração de carvão limpo de

tamanho de partícula mais leve e maior passa sobre uma placa de barragem para coleta.

Patente U.S. 6.838.024 B1 refere-se a um processo de produção para obter blocos de carbono intencionados para a produção de alumínio. O processo da patente U.S. 6.838.024 compreende separação de uma entrada de carbono inicial em pelo menos duas frações dimensionadas, e tomando a maioria destas frações dimensionadas e esmagando e as misturando para obter um produto tendo uma proporção controlada de partículas ultrafinas. Esta patente ensina que a presença de grãos de partículas ultrafinas aumenta a densidade dos blocos de carbono produzidos.

S. Wilkening ensina em "Potentialities in the Paste Plant", Light Metals, 1997, páginas 569-576, que o coque pode ser separado com base na densidade. Wilkening estabelece que dada a mesma receita de tamanho das partículas uma densidade evidente mais alta terá um efeito favorável na permeabilidade de resistência e resistividade do carbono produzido. Uma faca de ar é sugerida por Wilkening para a separação por densidade do coque.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É uma meta da presente invenção produzir um produto de coque densificado para produção de ânodos de carbono, tendo densidade aumentada.

É uma outra meta da presente invenção continuamente produzir o coque densificado de uma maneira controlável.

De acordo com um aspecto da presente invenção, é provido um processo para separar uma fração de coque densa de um primeiro fluxo de coque particulado para a produção de anodos de carbono, fornecendo o primeiro fluxo de coque particulado tendo uma primeira densidade média e uma primeira distribuição de tamanho de partícula média, o processo compreendendo as etapas de: alimentar o primeiro fluxo de coque particulado para um separador de densidade a uma taxa de fluxo de entrada, e estratificar o primeiro fluxo de coque particulado no separador de densidade em um leito de densidade graduada compreendendo pelo menos duas frações par-

ticuladas separadas de densidade média diferente, as pelo menos duas frações compreendendo uma fração de coque leve e a fração de coque densa, em que a fração de coque densa é encontrada em uma camada ao fundo do leito graduado e separar a fração de coque leve da fração de coque densa no separador de densidade, a fração de coque densa tendo uma densidade média que é maior que a primeira densidade média e uma distribuição de tamanho de partícula média substancialmente equivalente à primeira distribuição de tamanho de partícula média.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, é provido um processo para separar uma fração de coque densa de um fluxo de coque particulado de entrada para produção de ânodos de carbono, o processo compreendendo as etapas de: fornecer um fluxo de coque particulado de entrada, combinar o fluxo de coque particulado de entrada com um fluxo de reciclo para produzir um fluxo de coque de alimentação combinado, a. alimentar o fluxo de coque de alimentação combinado para um separador de tamanho de partícula, separar o fluxo de coque de alimentação combinado em uma fração de coque de tamanho grande, pelo menos uma fração de coque de tamanho médio, e uma fração de tamanho subdimensionado, i. em que a fração de coque de tamanho médio tem uma primeira densidade média e uma primeira distribuição de tamanho de partícula média; b. alimentar o fluxo de coque de tamanho médio para um separador de densidade a uma taxa de fluxo de entrada; e c. estratificar o coque particulado de tamanho médio no separador de densidade em um leito de densidade graduada compreendendo pelo menos duas frações particuladas separadas de densidade média diferente, as pelo menos duas frações compreendendo uma fração de coque leve e a fração de coque densa, em que a fração de coque densa é encontrada em uma camada ao fundo do leito graduado e separar a fração de coque leve da fração de coque densa no separador de densidade, a fração de coque densa tem uma densidade média que é maior que a primeira densidade média e uma distribuição de tamanho de partícula média substancialmente equivalente à primeira distribuição de tamanho de partícula média.

De acordo com um outro aspecto da presente invenção, é provido um aparelho para produzir uma fração de coque densa para produção de ânodos de carbono, o aparelho compreendendo: uma mesa oscilante inclinada compreendendo: uma extremidade superior que descarrega a fração de coque densa, uma extremidade inferior, e uma plataforma retendo o coque particulado que se estende entre a extremidade superior e a extremidade inferior, a plataforma sendo permeável a gás e adaptada para receber um primeiro fluxo de coque a ser densificado para a fração de coque densa; e um movedor de gás, produzindo uma taxa de fluxo de gás através da plataforma permeável a gás.

De acordo com ainda um outro aspecto da invenção, é provido um aparelho para produzir uma fração de coque densa para produção de ânodos de carbono, o aparelho compreendendo: um separador de tamanho de partícula tendo pelo menos duas plataformas produzindo uma fração de coque de tamanho grande, pelo menos uma fração de coque de tamanho médio e uma fração de tamanho pequeno, um aparelho de transferência de coque que transfere a pelo menos uma fração de coque de tamanho médio para um separador de densidade, o separador de densidade tendo uma mesa oscilante inclinada compreendendo: uma extremidade superior que descarrega a fração de coque densa, uma extremidade inferior, e uma plataforma retendo o coque particulado que se estende entre a extremidade superior e a extremidade inferior, a plataforma sendo permeável a gás e adaptada para receber um primeiro fluxo de coque a ser densificado na fração de coque densa, e um movedor de gás, produzindo uma taxa de fluxo de gás através da plataforma permeável a gás.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Outras características e vantagens da presente invenção ficarão evidentes da descrição detalhada a seguir, considerada em combinação com os desenhos em anexo, em que:

Figura 1. é um diagrama de fluxo do processo para a preparação de várias frações de coque de acordo com a técnica anterior;

figura 2 é um diagrama de fluxo do processo para a densificação

de coque de petróleo de acordo com uma modalidade da presente invenção;

figura 3 é um diagrama de fluxo do processo para a densificação de coque de petróleo de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção;

5 figura 4 é um diagrama de fluxo do processo do procedimento experimental usado para fabricação de eletrodos de teste;

 figura 5a é um diagrama da densidade de ânodo cozido versus % de piche para um ânodo produzido de uma amostra (Coque A) e de uma amostra de Coque A densificado produzido de acordo com uma modalidade da presente invenção;

10 figura 5b é um diagrama como para a figura 6a usando uma amostra de coque de densidade baixa (Coque B) e de uma amostra de Coque B densificado produzido de acordo com em modalidade da presente invenção; e

15 figura 6 é um gráfico da densidade do coque de petróleo de entrada e do coque de petróleo densificado produzido de acordo com a presente invenção versus o tempo (em minutos) de tratamento da amostra de coque dentro do aparelho da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA MODALIDADE PREFERIDA

20 Na fabricação de ânodos de carbono, o material de partida, coque de petróleo, é entendido ser um material contendo carbono particulado obtido de óleo bruto que foi tratado para remover qualquer componente volátil. É conhecido que coque de petróleo contém partículas de várias densidades. Partículas de densidade mais baixa surgem de uma variedade de razões mas primariamente porque o coque de densidade baixa inclui uma porcentagem maior de poros. Portanto à medida que a porcentagem de coque de densidade baixa presente nos ânodos aumenta, a densidade, e as propriedades mecânicas e elétricas dos ânodos diminuem.

30 A presente invenção fornece um processo e um aparelho para aumentar a densidade das frações de coque de petróleo particulado usadas na produção de ânodos. O processo da presente invenção inclui a vantagem que durante a operação, o processo e o aparelho tendem ser autorregulado-

res. O praticante versado na técnica entenderia a expressão "autorreguladores" significa que o processo e aparelho continuam produzindo uma fração de coque particulado consistentemente densificada apesar das flutuações no material bruto de coque de petróleo de entrada sendo alimentado ao processo e aparelho.

Figura 1 representa um processo da separação do coque de petróleo de acordo com a técnica anterior, que é exclusivamente com base na classificação de tamanho de partícula do coque de petróleo. O sistema da Figura 1 produz frações de coque tendo distribuição de tamanho de partícula consistente, e não considera aumentar a densidade das frações de coque de petróleo.

Um fluxo de coque de petróleo calcinado 3 é alimentado para um sistema de classificação de tamanho e pode ter um tamanho de partícula de gama extensiva. Uma planta de ânodo da Figura 1, tipicamente usa um fluxo de material de coque de petróleo de entrada 3 e separa o material em várias frações específicas em tamanhos. Estas frações dimensionadas são combinadas em proporções apropriadas para produção de ânodos.

Um fluxo de coque de petróleo de entrada 3 é combinado com um fluxo de reciclo 9 para produzir um fluxo combinado de coque de petróleo 5. O fluxo combinado 5 é transportado por um transportador de pó apropriado ou sistema para um separador de tamanho particulado. O separador de tamanho particulado é tipicamente uma tela vibratória de multiplataformas tendo vários tamanhos de malha de tela, que separa ou corta o fluxo de coque de petróleo combinado 5 em várias frações dimensionadas.

A primeira plataforma mais alta 22 da tela 20 remove a fração de tamanho de partícula maior ou fração "de tamanho grande". Uma ou mais frações "de tamanho médio" (neste caso 2 são ilustradas) 11, 13 são retiradas de uma ou mais plataformas intermediárias 24,26. A fração "de tamanho pequeno" que atravessou todas as telas é colhida ao fundo 28 da tela 20. O sistema de transportadores, a tela vibratória 20 (ou telas) e o britador 60 são todos os tipos de equipamento que são bem conhecidos ao praticante versado.

O fluxo "de tamanho grande" 7 é transportado por um transportador apropriado ou sistema de transportadores para um britador 60. O britador 60 reduz o tamanho da fração de coque de petróleo "de tamanho grande" 7 para um mais apropriado para produção de ânodos. Como foi visto, o
5 fluxo de material esmagado 9 é reciclado e combinado com fluxo de entrada 3 para produzir fluxo combinado 5. A tela de multiplataformas 20 também separa a fração de tamanho de entrada em dois fluxos de fração "de tamanho médio" 11 e 13. O fluxo de fração "de tamanho pequeno" 15 é colhido ao fundo 28 da tela 20 e é transportado apropriadamente para outro moinho
10 (não-mostrado) para alcançar tamanhos de partícula até melhores necessários para a produção de ânodos. Será entendido que o aparelho pode incluir vários depósitos-alimentadores para controladores de armazenamento temporário do produto e da alimentação.

Em contraste, o processo da presente invenção, uma modalidade
15 de deste é representada na Figura 2, usa separação tanto por tamanho como de densidade controlada para produzir um produto de coque de petróleo tendo uma densidade mais alta e mais consistente em um modo de processo contínuo, semicontínuo ou por batelada. Além disso, o processo da presente invenção produz uma fração de coque densa tendo uma distribuição
20 de tamanho de partícula substancialmente equivalente à produzida pelo processo da técnica anterior.

Na figura 2, um fluxo de coque de petróleo particulado de entrada 103 é combinado com fluxo de reciclo de coque 109 para produzir fluxo combinado 105. O fluxo de coque combinado 105 é transportado por um
25 transportador de carbono ou sistema apropriado para um separador de tamanho particulado. Em uma modalidade preferida, o separador de tamanho particulado é uma tela vibratória de multiplataformas 120.

A plataforma de tela superior 122 separa a fração de coque "de tamanho grande" 107 que é transportada para um britador 160. O fluxo particulado esmagado 109 que deixa o britador é combinado com o fluxo de
30 coque de petróleo de entrada 103.

O fluxo de fração "de tamanho médio" 111, 113 colhido das pla-

taformas 124, 126, respectivamente, é cada um transportado para os separadores de densidade 182 e 190. Apenas duas frações são ilustradas pelo mesmo tratamento pode ser aplicado a qualquer número de frações "de tamanho médio".

5 O fluxo de coque de entrada 111, 113 são cada transportado ou vertido por gravidade em um separador de densidade. O separador de densidade, em uma modalidade preferida, é um separador de densidade de mesa oscilante 182, 190. Os separadores de densidade 182, 190 separam a fração de coque de petróleo de entrada em pelo menos duas frações particu-
10 ladas dos modos a seguir.

Os separadores de densidade 182 e 190 têm uma mesa vibratória e inclinada. A mesa inclinada inclui uma plataforma permeável a gás que é projetada para reter o coque de petróleo de entrada alimentado no separador de densidade. A mesa inclinada dos separadores 182, 190 são fixas a
15 uma frequência de oscilação que pode ser regulada e cuja ação, quando combinada com o fluxo superior de gás através da plataforma permeável a gás, estratifica o coque de entrada de modo que as partículas de densidade maior permanecem adjacentes à superfície da mesa inclinada e aquelas de densidade mais baixa distribuem-se mais distante da superfície da mesa.
20 Desse modo, as diferentes frações de densidade média diferente podem ser depois separadas do material estratificado.

Separadores deste tipo podem ser referidos como "desempedreadores" em que a inclinação da mesa é de um primeiro lado superior a um lado inferior oposto. O lado inferior oposto inclui uma barragem ou parede
25 que é substancialmente paralela ao primeiro lado superior. A barragem ou parede no lado inferior controla a profundidade do leito do material a ser separado. Outros separadores de densidade incluem "separadores por gravidade" em que a inclinação da mesa é de um canto inferior superior (ou extremidade) a um canto inferior oposto (extremidade). Equipamento desempedrador inclui, por exemplo, equipamento fabricado por Oliver em Rocky
30 Ford, Colorado, USA (modelo 1205) e por Forsberg em Thief River Falls, Minnesota, USA (modelo P10). Separadores por gravidade incluem, por e-

xemplo, Oliver Modelo 4800 ou Forsberg Modelo 300V.

Em uma modalidade preferida da presente invenção, um "desempedrador" é usado. Tal equipamento é conhecido ser útil para separar partículas de densidades substancialmente diferentes, por exemplo, separar sementes (densidade baixa) de contaminantes rochosos (densidade alta), mas o "desempedrador" não foi até agora aplicado na separação de um fluxo de coque tendo um tamanho de partícula e densidade estreitos, como na invenção. Descobriu-se que o coque de petróleo tendo várias frações, de densidade similar e tamanho de partícula médio similar, pode ser separado eficazmente em tal equipamento, em geral considerado apenas para separação de densidade muito bruta de materiais distintamente diferentes.

Na modalidade preferida de "desempedrador", os separadores de densidade 182 e 190 incluem um movedor de gás (não-ilustrado) associado a eles, que podem ter qualquer uma de muitas formas. Em uma modalidade preferida, o movedor de gás é selecionado de um soprador, uma ventoinha, ou um reservatório de gás comprimido. Em uma modalidade particularmente preferida, o movedor de gás é uma ventoinha centrífuga. A ventoinha centrífuga pode também incluir um secador de ar e filtro na entrada da ventoinha. O soprador tem uma pressão e taxa de fluxo suficientes para fluidizar o fluxo de coque de tamanho médio retido na plataforma permeável a gás, e produzir um leito de densidade graduada (ou classificada) com uma camada mais densa de partículas ao fundo do leito adjacente à plataforma. A oscilação da mesa inclinada é de modo que a fração de coque densa 125 e 133 subirá a superfície inclinada da plataforma permeável a gás de forma que a camada mais densa descarrega-se em uma extremidade superior da plataforma inclinada dos separadores 182 e 190, respectivamente. Em uma modalidade preferida a oscilação pode ser excêntrica. Uma camada de coque mais leve fluidizada revira-se na plataforma inclinada para o lado inferior onde uma fração de coque leve é descarregada como fluxos 123 e 131 do separador 182 e 190, respectivamente.

Parâmetros operacionais do separador de densidade podem ser variados manual ou automaticamente por meio de um controlador. Os parâ-

metros operacionais do separador de densidade que afetam a densidade da fração de coque densa incluem, mas não são limitados a: a taxa de alimentação do fluxo de coque de entrada (no separador de densidade); a velocidade de oscilação (velocidade, frequência e excentricidade); a amplitude vibratória; a altura da barragem ou parede de saída no lado inferior da plataforma; a inclinação da plataforma permeável a gás, e o fluxo de gás do movedor ou soprador de gás. Estes parâmetros podem ser ajustados para controlar as taxas de fluxo relativas das frações de coque densas e leves. Para uma modalidade particular tendo fluxo de coque de entrada 111, 113, a densidade média da fração densa 125, 133 é controlada pela taxa de fluxo relativa das frações de coque densas. Na presente invenção, prefere-se que a taxa de fluxo da fração densa (125, 133) P1 seja fixado ou estabelecido em uma taxa de fluxo prefixada. Em uma modalidade preferida, a taxa de fluxo prefixada deveria ser pelo menos 50 % da taxa de fluxo de coque de entrada do fluxo de coque de entrada (111, 113), e mais preferivelmente pelo menos 70 % da taxa de fluxo de coque de entrada. As taxas de fluxo são em geral dadas em termos de "peso (massa)/tempo". Os separadores 182 e 190 são autorregulados com relação a qualquer flutuação de densidade na densidade do fluxo de coque de entrada 111 e 113. Ou seja, a densidade média dos fluxos 125 e 133 permanece relativamente constante até mesmo quando a densidade média dos fluxos de entrada 111 e 113 variar, não requerendo nenhum controle compensatório para manter uma densidade média-alvo nos fluxos 125 e 113 em muitos casos. Porém, será apreciado que se a densidade média dos fluxos de entrada 111 e 113 cair, por exemplo, a taxa de fluxo relativa nos fluxos 125 e 133 cai enquanto a densidade média permanece relativamente constante.

Deve ser enfatizado que a estratificação nos separadores de densidade é de modo que a distribuição de tamanho de partícula média dos fluxos de entrada 111 e 113 é substancialmente equivalente à dos fluxos de saída 125 e 133. A expressão "substancialmente equivalente" com respeito à distribuição de tamanho de partícula dos fluxos 125 e 133 é definida aqui, para maior clareza, como uma distribuição de tamanho de partícula que é

similar à dos fluxos de entrada 111 e 113 com respeito ao último valor e razão das várias frações dimensionadas dentro da distribuição com respeito uma à outra, e é de modo que os fluxos 125 e 133 podem ser usados da mesma maneira (e nas mesmas proporções) como os fluxos 111 e 113 teriam sido para a produção de ânodos de carbono.

Em uma modalidade preferida ilustrada na figura 2, um sistema de controle usando dois vasos de armazenamento ou depósitos-alimentadores de produto 184 e 192 que coletam as frações de coque densas 125 e 133, respectivamente, são usados. Os depósitos-alimentadores 184 e 192 atuam como um armazenamento temporário para a saída dos fluxos de fração de coque densa 125 e 133, colhendo e retendo as frações de coque densas e depois dosando ou alimentando a fração de coque densa para o processo subsequente em uma taxa constante predefinida (fluxos 127 e 135) de forma que uma proporção correta das frações dimensionadas é mantida. Esta operação mantém uma quantidade da fração de coque densa dentro de uma faixa de nível predeterminado nos depósitos-alimentadores 184 e 192, ajustando os parâmetros operacionais dos separadores de densidade 182 e 190. Descobriu-se que com um alimentador gravimétrico ou volumétrico na saída dos depósitos-alimentadores 184 e 192 produz o resultado satisfatório. Depósitos-alimentadores 184 e 192 podem ser, em uma modalidade preferida, ambos equipados com aparelho de medição de nível e controlador integrado para evitar de funcionarem vazios e transbordar seus conteúdos.

Em uma modalidade preferida, o controle de nível do sistema opera da seguinte maneira. Os separadores de densidade 182 e 190 são fixos, como explicado acima, para operar em um ponto de ajuste de fluxo de coque estabelecido nos fluxos de coque densos 125 e 133 (preferivelmente pelo menos 50 % do fluxo total 111 e 113 como observado acima) que assim estabelece a densidade de coque média nos fluxos 125 e 133. Os parâmetros operacionais dos separadores de densidade são variados para obter o valor de densidade prefixado. Como foi observado, a densidade média da fração densa tende a permanecer constante uma vez os parâmetros opera-

cionais acima mencionados foram apropriadamente ajustados, até mesmo se as densidades dos fluxos de entrada 111 e 113 oscilarem.

Para clareza, apenas um fluxo 125 será debatido, mas o mesmo controle pode ser aplicado a quaisquer dos fluxos densos (125, 133). A taxa de fluxo dos fluxos 125 será identificada como P1, e será prefixada usando os controles no separador 182 como observado acima, e a taxa de fluxo de saída do fluxo 127 será identificada como P2. O taxa de fluxo P2 é controlada por requerimentos do processo de produção de ânodo a jusante e sua taxa de fluxo do depósito-alimentador 184 é controlada, por exemplo, por um alimentador de peso (massa) ou de volume. Sob algumas condições onde a taxa de fluxo P1, para o depósito-alimentador 184, for inferior que a taxa de fluxo controlada P2 fora do depósito-alimentador, o nível de material no depósito-alimentador 184 cairia gradualmente e faria o processo parar uma vez o material no depósito-alimentador foi esvaziado (ou atingiu uma paralisação por nível baixo). O método de controle a seguir é proposto para evitar a parada do processo devido a um baixo nível ou a situação reversa que pararia o processo quando o depósito-alimentador estivesse cheio.

A modalidade mais simples da presente invenção compreende uma medição e controlador de nível baixo em cada um dos depósitos-alimentadores 184 e 192 que controla o regulador dos separadores de densidade 182 e 190, este arranjo maximiza a intensificação de densidade da fração de coque densa produzida ao mesmo tempo mantendo uma taxa de fluxo constante da fração de coque densa fora dos depósitos-alimentadores. Os separadores 182 e 190 podem ser adaptados para receber um sinal ou sinais de um ou mais controladores, para regular a separação particulada, através do ajuste dos parâmetros operacionais previamente debatidos. Considerando novamente apenas um separador 182 como um exemplo representativo, quando o produto de coque densificado no depósito-alimentador 184 cair abaixo da medição de nível baixo, o valor de fluxo prefixado, P1 pode ser variado ou ajustado para um valor mais alto que depois ligeiramente diminui a densidade média do fluxo 125. Isto é feito ajustando um ou mais dos parâmetros operacionais do separador de densidade, e mantém a quan-

tidade de coque densificado dentro de um nível predeterminado. Como a
 influência dos parâmetros operacionais no valor de fluxo P1 é em geral co-
 nhecida, não é necessário de fato medir a alteração em P1 para alcançar o
 controle necessário. Em uma modalidade preferida, o fluxo de gás é ajusta-
 5 do em um tal modo a fim de liberar uma quantidade maior de material para
 os fluxos de coque densificados 125 dos separadores de densidade 182. A
 quantidade de coque densificado no depósito-alimentador 184 é lentamente
 reenchida para um nível mais alto, embora em um nível de densidade ligei-
 ramente mais baixo, mas ainda mais alto que se a separação fosse conduzi-
 10 da sem um separador de densidade 182. Como observado, o mesmo méto-
 do de controle pode ser aplicado a qualquer separador de densidade aqui
 debatido. Os depósitos-alimentadores 184 e 192 podem, em algumas moda-
 lidades, cada um ser substituído por depósitos-alimentadores múltiplos em
 paralelo, em cujo caso a média dos níveis nos depósitos-alimentadores múl-
 15 tiplos é comparada ao limite de nível baixo.

Métodos de controle mais complexos podem ser visados que
 incluem dois ou mais estágios de detecção de nível baixo com duas ou mais
 estratégias de ajuste predefinidas para P1. Em uma modalidade preferida, o
 método de controle incluiria duas medições de nível e estratégias de ajuste.

20 Claramente, os depósitos-alimentadores 184 e 192 podem tam-
 bém ter um sistema complementar ao de um nível baixo, com um ou mais
 sistemas de medição e controle de nível alto, que trabalhariam de uma ma-
 neira análoga embora oposta como a medição de nível baixo. A medição de
 nível alto aumentaria o valor de fluxo prefixado e desse modo reduziria o
 25 fluxo de produto de coque densificado deixando os separadores 182 e 190.

Portanto, os separadores 182, 190 produzem a fração de coque
 densa nos fluxos 127, 135, e a fração de coque leve nos fluxos 123, 131,
 respectivamente.

30 Considerando a figura 2 mais uma vez, os fluxos da fração de
 coque de densidade mais leve ou mais baixa 123, 131 são combinados com
 o fluxo de coque "de tamanho pequeno" 115 do fundo 128 da tela de multi-
 plataformas 120. Este fluxo de fração dimensionado combinado 141 é tam-

bém moído para reduzir seu tamanho de partícula médio. Similarmente como na figura 1, este fluxo moído "de tamanho pequeno" 141 da figura 2 pode ser combinado com os fluxos de produto de coque particulado densificado 127 e 135 (não-mostrados) nas proporções apropriadas para produzir ânodos de carbono para produção de alumínio.

Figura 3 representa outra modalidade do processo e aparelho da presente invenção. Os números de equipamento e de fluxo que começam com 300 são análogos ao processo descrito na figura 2. O sistema 300 (começando com os numerais de referência no 300) poderia ser visado como um retroadaptação adicionado a um sistema de classificação de coque de petróleo existente 400 (o sistema existente é identificado com números de referência que começam com 400). O sistema total (sistemas combinados 300 e 400) da figura 3 poderia ser visado onde modificações para o sistema existente 400 são difíceis ou impossíveis devido a uma variedade de restrições físicas, tais como falta de espaço para o equipamento de densificação novo em uma construção existente.

O sistema recebe um fluxo de coque de petróleo de entrada 303, que é combinado com um fluxo de reciclo 309 para produzir um fluxo combinado 305, que é depois alimentado para uma tela de multiplataformas 320. A tela 320, em uma modalidade preferida, inclui três plataformas 322, 324, 326 e o fundo 328 do qual os fluxos de coque dimensionados seguintes são tirados respectivamente: fluxo "de tamanho grande", 307; um primeiro fluxo "de tamanho médio", 311; um segundo fluxo "de tamanho médio", 313; e um fluxo "de tamanho pequeno" 315.

As partículas dos fluxos "de tamanho médio" 311 e 313 são depois separadas em separadores de densidade 382 e 390, que dividem os fluxos de entrada 311, 313 em frações de densidade mais baixa 323 e 331 e frações de densidade alta 325 e 333, respectivamente.

A fração de tamanho pequeno 315, e as duas frações de densidade mais baixa 323 e 331 são combinadas no fluxo 341 e transportadas para outro moinho (não-mostrado).

As frações de densidade alta 325, 333 são combinadas com o

fluxo "de tamanho grande" 307 no fluxo 405, que é transportado para o sistema existente 400 de classificação de coque de petróleo. O sistema existente é similar ao descrito na figura 1 com a diferença importante que porque os fluxos "de tamanho médio" foram densificados, eles deixarão o sistema de classificação existente em uma densidade mais alta.

Fluxo 405 é colocado em uma tela de multiplataformas 420, compreendendo três plataformas 422, 424, 426 e fundo 428, onde os fluxos de coque dimensionados seguintes são colhidos respectivamente: fluxo "de tamanho grande", 407; um primeiro fluxo "de tamanho médio", 411; um segundo fluxo "de tamanho médio", 413; e um fluxo "de tamanho pequeno" 415. O fluxo "de tamanho grande" 407 é transportado para um britador 460 onde seu tamanho é reduzido. O fluxo esmagado 309 é combinado com o fluxo de entrada 303. Os fluxos "de tamanho médio" 411 e 413 são depois alimentados para os depósitos-alimentadores 484 e 492. Estes depósitos-alimentadores são equipados com os mesmos sistemas de controle de nível como descritos na figura 2 (nos depósitos-alimentadores 184 e 192), mas fornecem realimentação ao separador (382 e 390) que é usado para processar substancialmente a mesma fração dimensionada como no fluxo alimentando o depósito-alimentador. O rendimento dos depósitos-alimentadores 484 e 492, especificamente fluxos 427 e 435, respectivamente, é depois usado, com os finos na produção de ânodos de carbono para produção de alumínio. Onde um número diferente de separações for usado na tela 420 e 320 com o número de separações de tela 320 maior ou igual ao número de 420, então os níveis nos depósitos-alimentadores associados a uma fração dimensionada particular de tela 420 são associados ao fluxo ou fluxos de fração de tamanho mais próximo da tela 320. Onde o número de fluxos de separação de tela 320 for menor que o da tela 420, os níveis em mais de um depósito-alimentador podem ser ponderados, depois aplicados à fração de fluxo dimensionado mais próximo da tela 320.

Exemplo 1

Este exemplo ilustrará o benefício do uso do processo e aparelho da presente invenção aumentando a densidade do coque de petróleo

processado e sem substancialmente alterar a distribuição de tamanho de partícula média do produto de coque densificado produzido quando comparada à distribuição de tamanho de partícula média inicial de uma primeira ou fração de coque de alimentação recebida nos separadores de densidade da presente invenção. Desse modo, o separador de densidade produzirá uma fração de coque densa tendo uma densidade mais alta que o coque da técnica anterior, mas terá uma distribuição de tamanho de partícula substancialmente equivalente ao da fração de coque que entra no separador de densidade.

Três amostras de coque de distribuição de tamanho de partícula média inicial diferentes foram processadas no aparelho do separador de densidade da presente invenção e usando uma faca de ar como sugerido na técnica anterior.

A distribuição de tamanho de partícula média inicial ou primeira (tamanho de malha) e o percentual de fração "grossa" são determinados para cada amostra e o percentual de "densidade baixa" separado, o ganho na densidade média entre a camada leve (a fração de densidade mais baixa) e a camada densa (a fração de densidade mais alta) foi determinado.

Os resultados do Exemplo 1 estão apresentados na Tabela 1 e mostraram que embora a divisão das frações de densidade mais baixa e mais alta tenha sido quase a mesma em ambos os métodos (o % de densidade baixa), o separador da presente invenção deu um maior ganho em densidade no fluxo de densidade mais alta. Importaneamente, a quantidade de material grosso no fluxo de saída do separador da presente invenção foi quase inalterada do fluxo de entrada, indicando que houve uma intensificação de densidade sem uma alteração na distribuição de tamanho, que são os fluxos de entrada e saída foram substancialmente equivalentes. Por comparação, a separação de densidade com a faca de ar mostrou que a fração grossa estava quase ausente do fluxo de densidade baixa, desse modo indicando que a faca de ar executou uma classificação de tamanho ao mesmo tempo que a separação de densidade estava ocorrendo. Esta descoberta com respeito à faca de ar é consistente com uma separação de faca de ar que é com base em peso ao invés de densidade.

			Separador de densidade da presente invenção				Separação por faca de ar			
Amostra	tamanho de malha de entrada	% do tamanho de malha da fração grossa de entrada	fluxo de ar (CFM)	% do fluxo de saída de densidade baixa	Ganho de densidade média do fluxo de densidade mais alta (g/cm ³)	fração grossa no fluxo de saída de densidade mais baixa	fluxo de ar (CFM)	% do fluxo de saída de densidade baixa	Ganho de densidade média do fluxo de densidade mais alta (g/cm ³)	fração grossa no fluxo de saída de densidade mais baixa
Coke A	-4 ^a +14	18%+6	3070	14%	0,12	15%+6	2823	14%	0,03	1%+6
Coke B	-2,5 a +9	22%+4	4595	8%	0,03	16%+4	2328	4%	0,00	0%+4
Coke C	-9 a +48	7% + 14	1741	15%	0,04	4%+14	1697	15%	0,00	0%+14

Tabela 1 - Resultados do Exemplo 1

Exemplo 2

No Exemplo 2, os benefícios da densificação de coque de petróleo pelo processo e aparelho da presente invenção serão ilustrados, particularmente os efeitos positivos da densidade de coque aumentada sobre as propriedades de ânodo de carbono cozido (eletrodo).

A produção de eletrodos usando o processo da presente invenção de acordo com o Exemplo 2 é esquematicamente representada na figura 4.

O coque de petróleo de entrada (C) é peneirado em (S) em duas frações dimensionadas F1 e F2. A fração grossa F1 tendo uma distribuição de tamanho de partícula média de 0,942 cm (0,371 polegada) em malha +4 é produzida. A fração de tamanho intermediário F2 tendo uma distribuição de tamanho de partícula média de -10,16 (-4) malha em +14 é também produzida. F1 e F2 com cada respectivamente tratadas nos separadores de densidade da presente invenção D1 e D2. D1 e D2 produziram uma fração mais densa e uma mais leve H1/L1 e H2/L2, onde a razão de H1/L1 e H2/L2 foi aproximadamente 80 %/20 % em peso. Esta razão de peso de separação pode variar de 76 %/24 % a 84 %/16 %. Os separadores de densidade foram um tipo Desempedrador Modelo G2 de Forsberg Inc., ajustado para dar estas divisões de densidade alta/densidade baixa. Isto requereu, por exemplo, D1 ser operado com uma altura de barragem de 9 mm, uma elevação de 8,7 graus e um passo (grau de oscilação) de 1,0 mm na extremidade do inferior (leve) e 1,5 mm na extremidade superior (pesada). Correntes de ar de cerca de 470 cfm são requeridas. As frações de densidade mais baixa L1 e L2 são moídas ou esmagadas em G1 e G2 para frações mais finas e combinadas. Esta fração moída combinada é também combinada com H1 e H2 com quantidades variadas de aglutinante de piche (P) e fabricadas (M) em ânodos de carbono (eletrodos) adequados para produção de alumínio.

Duas amostras de (C) foram independentemente testadas no processo representado na figura 4: Coque A tendo uma densidade inicial média ρ_A de 0,882 g/cm³ e Coque B com uma densidade inicial média ρ_B de 0,777 g/cm³.

Figura 5a e 5b representam os diagramas da densidade cozida versus porcentagem de aglutinante de piche (P%) por aumento relativo na densidade cozida respectivamente ($\infty\%$) para o Coque A de amostra e Coque B de amostra. Além disso, nas Figuras 5a e 5b as curvas representadas por DA e DB, respectivamente, representam ânodos produzidos de uma amostra densificada produzida pelo processo da presente invenção, enquanto OA e OB, respectivamente, representam ânodos produzidos do coque original sem processamento pela presente invenção. DA e DB mostram uma densidade de ânodo cozido relativa mais alta e a densidade cozida máxima que ocorre no aglutinante de piche inferior (P%) para o coque de petróleo densificado, quando comparado ao coque de petróleo não processada OA e OB.

Exemplo 3

Exemplo 3 ilustra a habilidade do separador de densidade da presente invenção para compensar e autorregular as variações de densidade no fluxo de coque de alimentação sem a necessidade por iteração de controle (tal como uma iteração de controle de realimentação).

O separador de densidade da presente invenção continuamente tratou duas amostras de coque de petróleo tendo densidade média diferente (Coque 1, onde a densidade $\rho = 0,80 \text{ g/cm}^3$ e Coque 2, onde $\rho = 0,76 \text{ g/cm}^3$). Os dois coques de petróleo foram alimentados alternadamente ao separador de densidade da presente invenção sem ajustar qualquer parâmetro de separação durante a operação. O período de tratamento para cada coque foi 10 minutos. O coque de entrada e a fração do produto de coque densificado foram submetidos à amostragem a cada minuto e sua densidade medida. A porcentagem total de separação (% de fração de densidade baixa) foi 19,6 %.

Os resultados apresentados na Tabela 2 e na figura 6 ilustram que a separação de coque de petróleo usando o separador de densidade da presente invenção é automaticamente autoajustável ou regulável. figura 6 representa os diagramas da densidade de alteração do coque de entrada (IC) e produto de coque densificado (DCP) versus um tratamento de amostra

em um momento dado T , (minutos). Foi visto da Tabela 2 e da figura 6 que apesar da variação maior e contínua no fluxo de coque de entrada (IC), o produto de coque densificado (DCP) produzido pelo processo e o aparelho da presente invenção é densificado para um valor médio e constante de 0,82 g/cm³. Isto é um aumento de pelo menos 0,04 g/cm³. A consistência da densificação do produto é também claramente ilustrada pelo desvio-padrão inferior do produto densificado apresentado na Tabela 2, que varia substancialmente menos que o fluxo de coque de petróleo de entrada.

Densidade do coque de petróleo de entrada		Densidade do coque de petróleo após separação por densidade de acordo com a presente invenção (produto de coque densificado)	
Média	Desvio-padrão	Média	Desvio-padrão
0,78	0,03	0,82	0,01

Tabela 2 - Sumário dos resultados do Exemplo 3

O escopo da invenção é intencionado ser limitado somente pelo escopo das reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para separar uma fração de coque densa de um primeiro fluxo de coque particulado para produção de anodos de carbono, fornecendo o primeiro fluxo de coque particulado tendo uma primeira densidade média e uma primeira distribuição de tamanho de partícula média,

5

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

alimentar o primeiro fluxo de coque particulado para um separador de densidade a uma taxa de fluxo de entrada,

10

estratificar o primeiro fluxo de coque particulado no separador de densidade em um leito de densidade graduada compreendendo pelo menos duas frações particuladas separadas de densidade média diferente, as pelo menos duas frações compreendendo uma fração de coque leve e a fração de coque densa, em que a fração de coque densa é encontrada em uma

15

camada ao fundo do leito graduado, e

separar a fração de coque leve da fração de coque densa no separador de densidade, a fração de coque densa tendo uma densidade média que é maior que a primeira densidade média e uma distribuição de tamanho de partícula média substancialmente equivalente à primeira distribuição de tamanho de partícula média.

20

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende:

estabelecer uma taxa de fluxo prefixada para a fração de coque densa que corresponde a uma densidade desejada para a fração de coque densa, e

25

ajustar o separador de densidade de modo que a fração de coque densa atinge a taxa de fluxo prefixada.

3. Processo, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a taxa de fluxo prefixada é pelo menos 50 % da taxa de fluxo de entrada.

30

4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a taxa de fluxo prefixada é pelo menos 70 % da taxa de fluxo

de entrada.

5. Processo, de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende:

5 alimentar a fração de coque densa do separador de densidade na taxa de fluxo prefixada em um vaso de armazenamento;

dosar a fração de coque densa do vaso de armazenamento a uma taxa de fluxo constante; e

10 manter uma quantidade da fração de coque densa no vaso de armazenamento dentro de uma faixa de nível predeterminado ajustando o separador de densidade.

6. Processo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o ajuste do separador de densidade é através do ajuste de pelo menos um parâmetro operacional selecionado do grupo que consiste em: velocidade de oscilação, frequência de oscilação, excentricidade de oscilação, amplitude vibratória, altura da barragem de saída, inclinação da plataforma e uma plataforma permeável a fluxo de gás.

7. Processo, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que uma alteração da porcentagem entre a taxa de fluxo prefixada e a taxa de fluxo constante é obtida por um controle de medição de nível no vaso de armazenamento.

8. Processo, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o controle de medição de nível atua em pelo menos um parâmetro operacional para controlar a taxa de fluxo prefixada.

9. Processo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o doseamento da fração de coque densa do vaso de armazenamento é volumétrico.

10. Processo, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o doseamento da fração de coque densa do vaso de armazenamento é gravimétrico.

30 11. Processo para separar uma fração de coque densa de um fluxo de coque particulado de entrada para a produção de anodos de carbono,

o referido processo sendo caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

5 fornecer um fluxo de coque particulado de entrada,
 combinar o fluxo de coque particulado de entrada com um fluxo
de reciclo para produzir um fluxo de coque de alimentação combinado,
 alimentar o fluxo de coque de alimentação combinado para um
separador de tamanho de partícula, separar o fluxo de coque de alimentação
combinado em uma fração de coque de tamanho grande, pelo menos uma
fração de coque de tamanho médio, e uma fração de tamanho subdimensio-
10 nado, sendo que a fração de coque de tamanho médio apresenta uma pri-
meira densidade média e uma primeira distribuição de tamanho de partícula
média;

 alimentar o fluxo de coque de tamanho médio para um separa-
dor de densidade a uma taxa de fluxo de entrada;
15 estratificar o coque particulado de tamanho médio no separador
de densidade em um leito de densidade graduada compreendendo pelo me-
nos duas frações particuladas separadas de densidade média diferente, as
pelo menos duas frações compreendendo uma fração de coque leve e a fra-
ção de coque densa, em que a fração de coque densa é encontrada em uma
20 camada ao fundo do leito graduado; e

 separar a fração de coque leve da fração de coque densa no
separador de densidade, a fração de coque densa tem uma densidade mé-
dia que é maior que a primeira densidade média e uma distribuição de ta-
manho de partícula média substancialmente equivalente à primeira distribui-
25 ção de tamanho de partícula média.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado
pelo fato de que a trituração da fração de coque de tamanho grande produz
o fluxo de reciclo.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado
30 pelo fato de que adicionalmente compreende:

 estabelecer uma taxa de fluxo prefixada para a fração de coque
densa que corresponde a uma densidade desejada para a fração de coque

densa, e

ajustar o separador de densidade de modo que a fração de coque densa atinge a taxa de fluxo prefixada.

14. Processo, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a taxa de fluxo prefixada é pelo menos 50 % da primeira taxa.

15. Processo, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que a taxa de fluxo prefixada é pelo menos 70 % da primeira taxa.

16. Processo, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que adicionalmente compreende:

alimentar a fração de coque densa do separador de densidade na taxa prefixada em um vaso de armazenamento;

dosar a fração de coque densa do vaso de armazenamento a uma taxa de fluxo constante; e

manter uma quantidade da fração de coque densa no vaso de armazenamento dentro de uma faixa de nível predeterminado ajustando o separador de densidade.

17. Processo, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que o ajuste do separador de densidade é através do ajuste de pelo menos um parâmetro operacional selecionado do grupo que consiste em: velocidade de oscilação, frequência de oscilação, excentricidade de oscilação, amplitude vibratória, altura da barragem de saída, inclinação da plataforma e uma plataforma permeável a fluxo de gás.

18. Processo, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que uma alteração da porcentagem entre a taxa de fluxo prefixada e a taxa de fluxo constante é obtida por um controle de medição de nível no vaso de armazenamento.

19. Processo, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado pelo fato de que o controle de medição de nível atua em pelo menos um parâmetro operacional para controlar a taxa de fluxo prefixada.

20. Processo, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado

pelo fato de que o doseamento da fração de coque densa do vaso de armazenamento é volumétrico.

21. Processo, de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que o doseamento da fração de coque densa do vaso de armazenamento é gravimétrico.

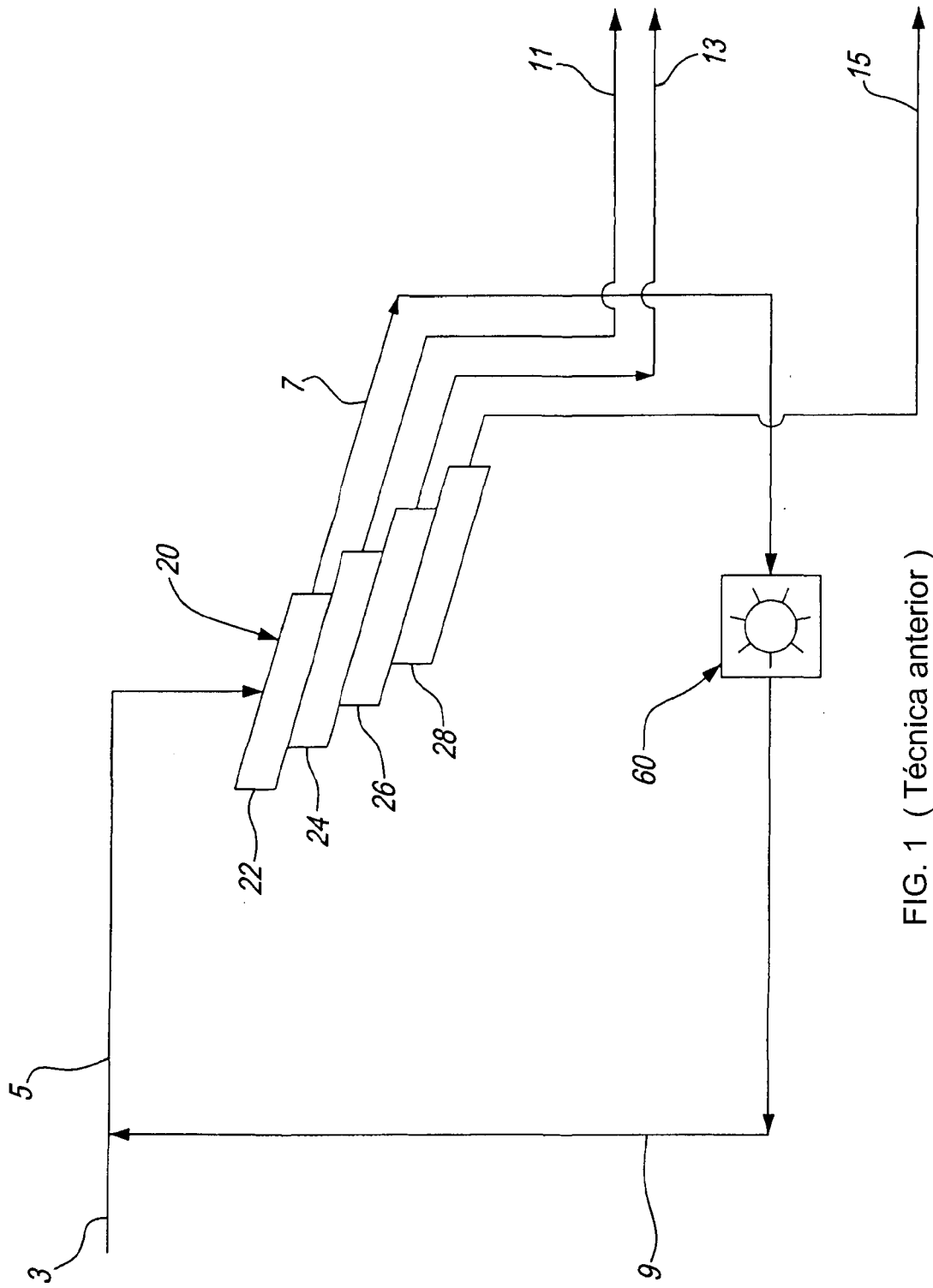


FIG. 1 (Técnica anterior)

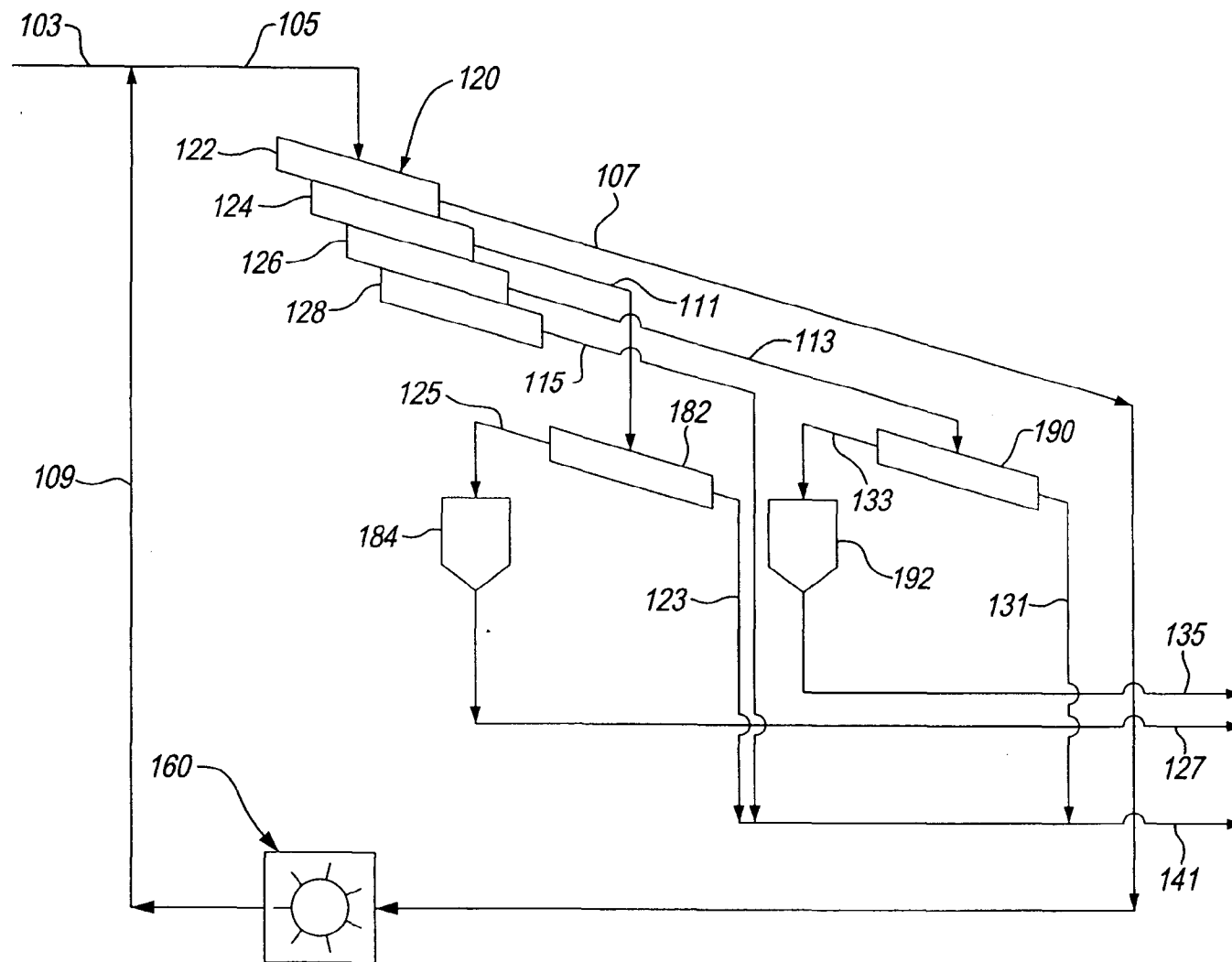


FIG. 2

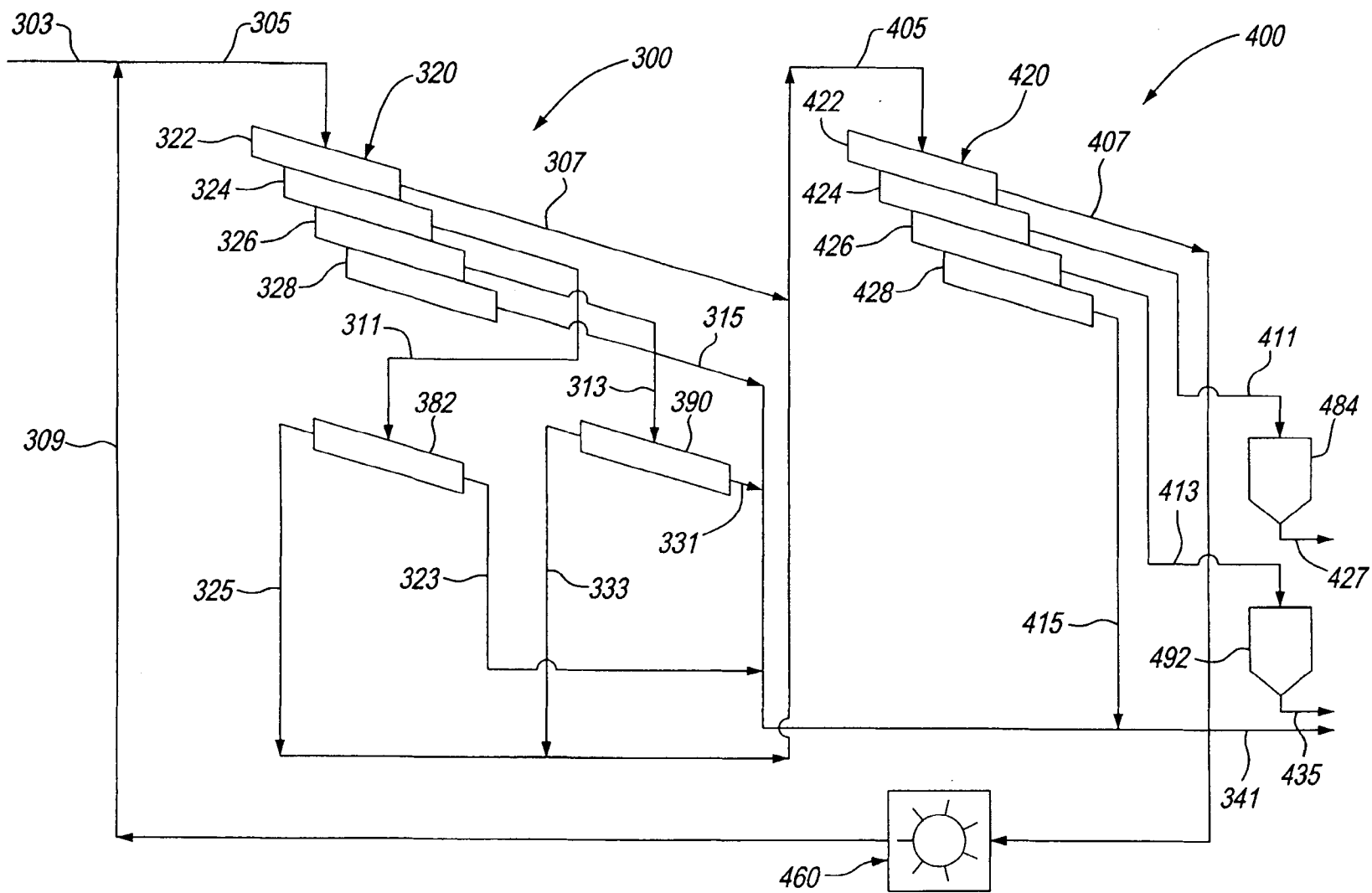


FIG. 3

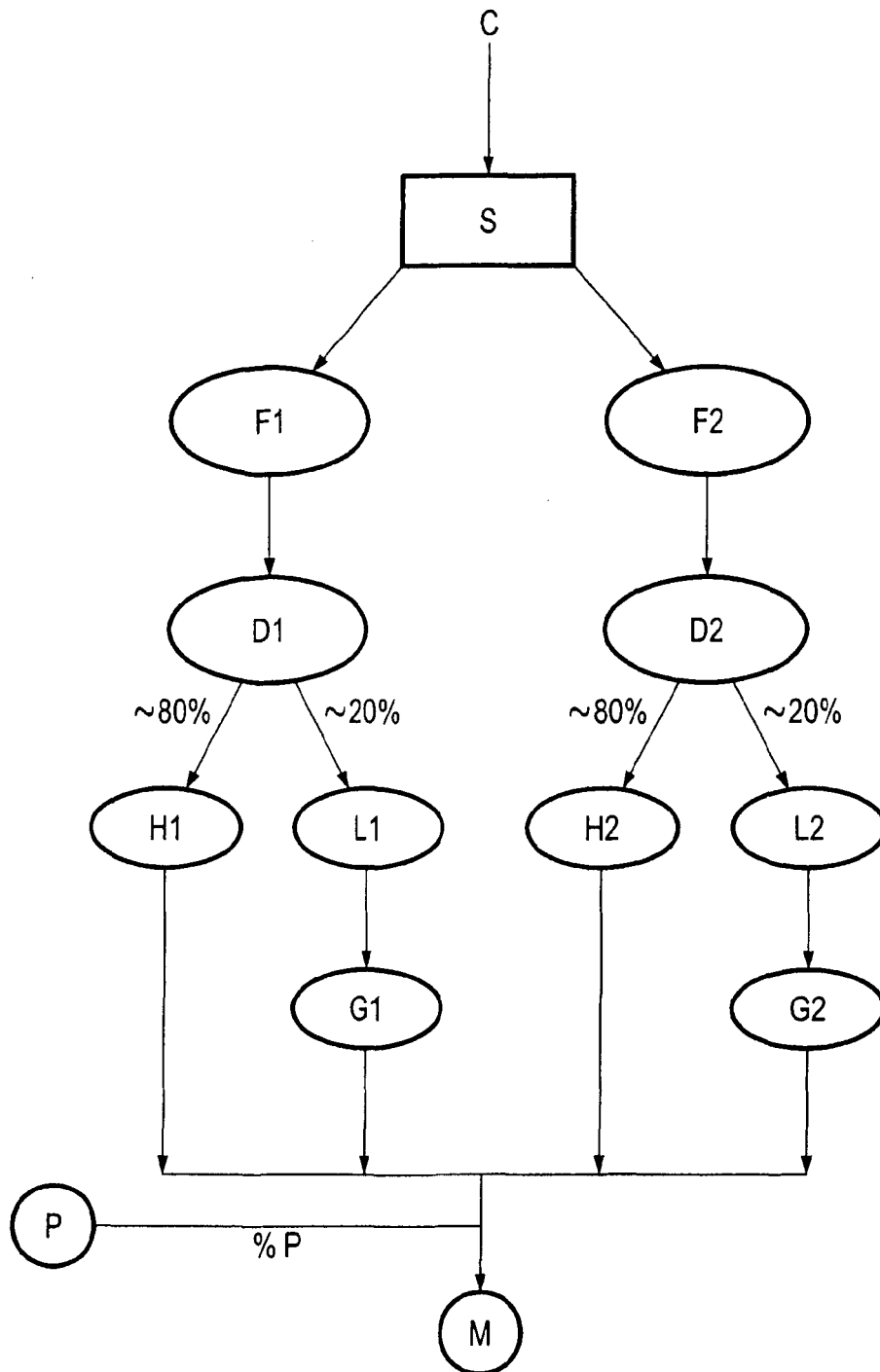


FIG. 4

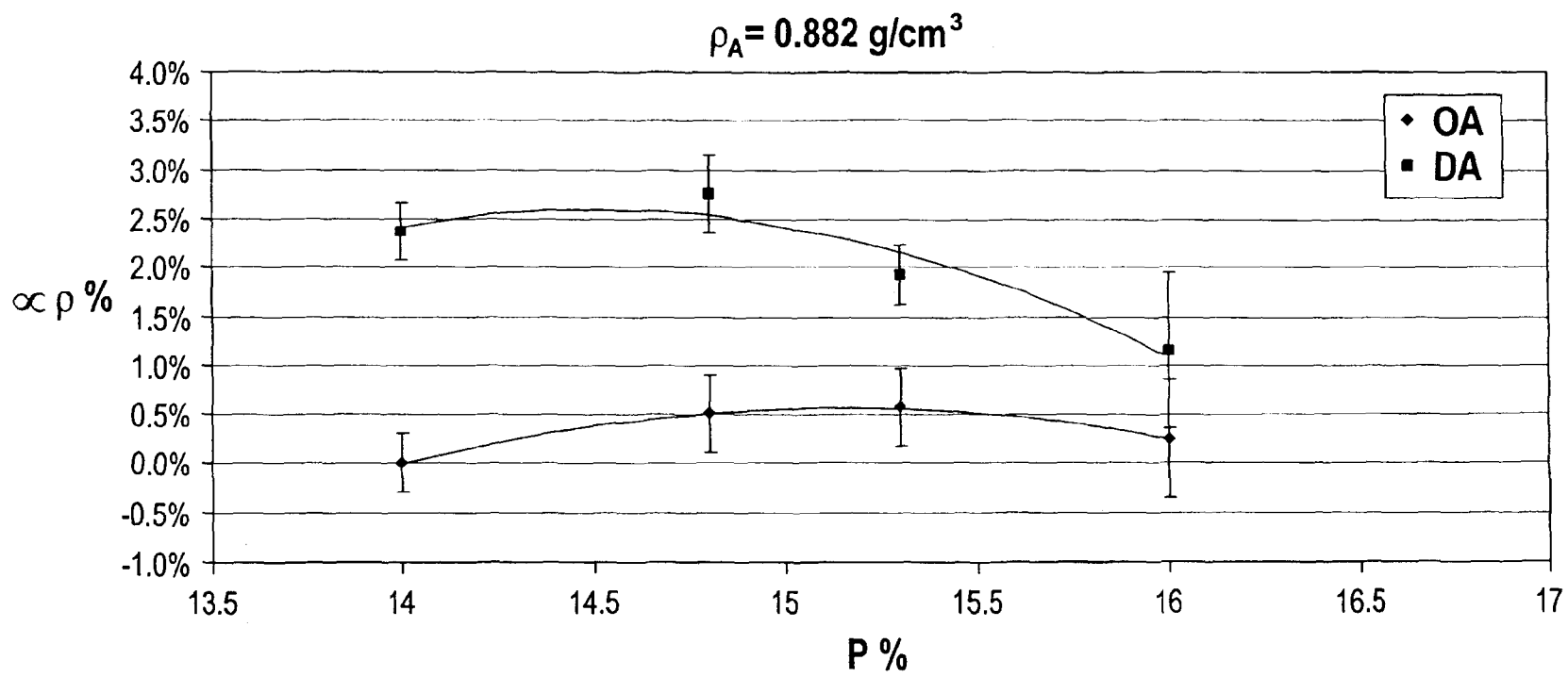


FIG. 5a

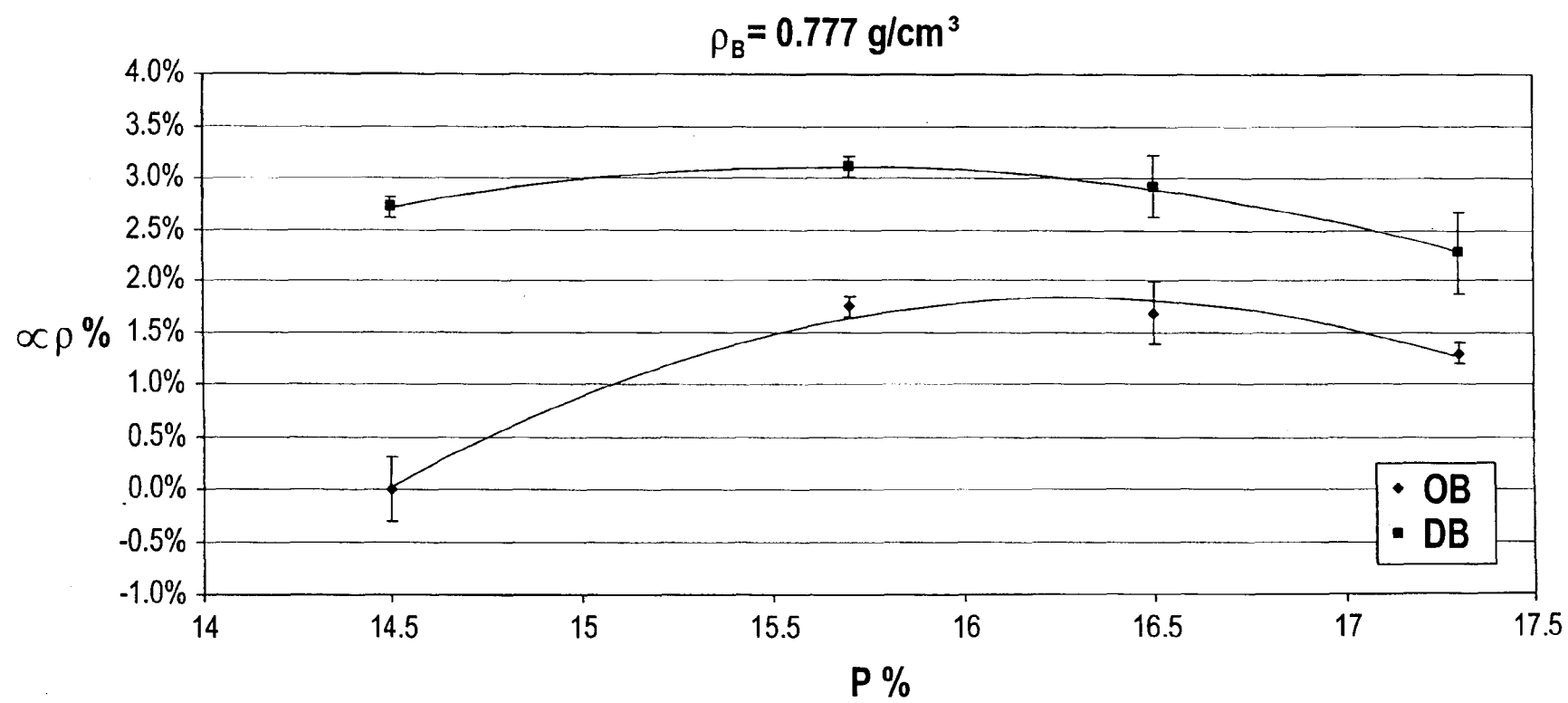


FIG. 5b

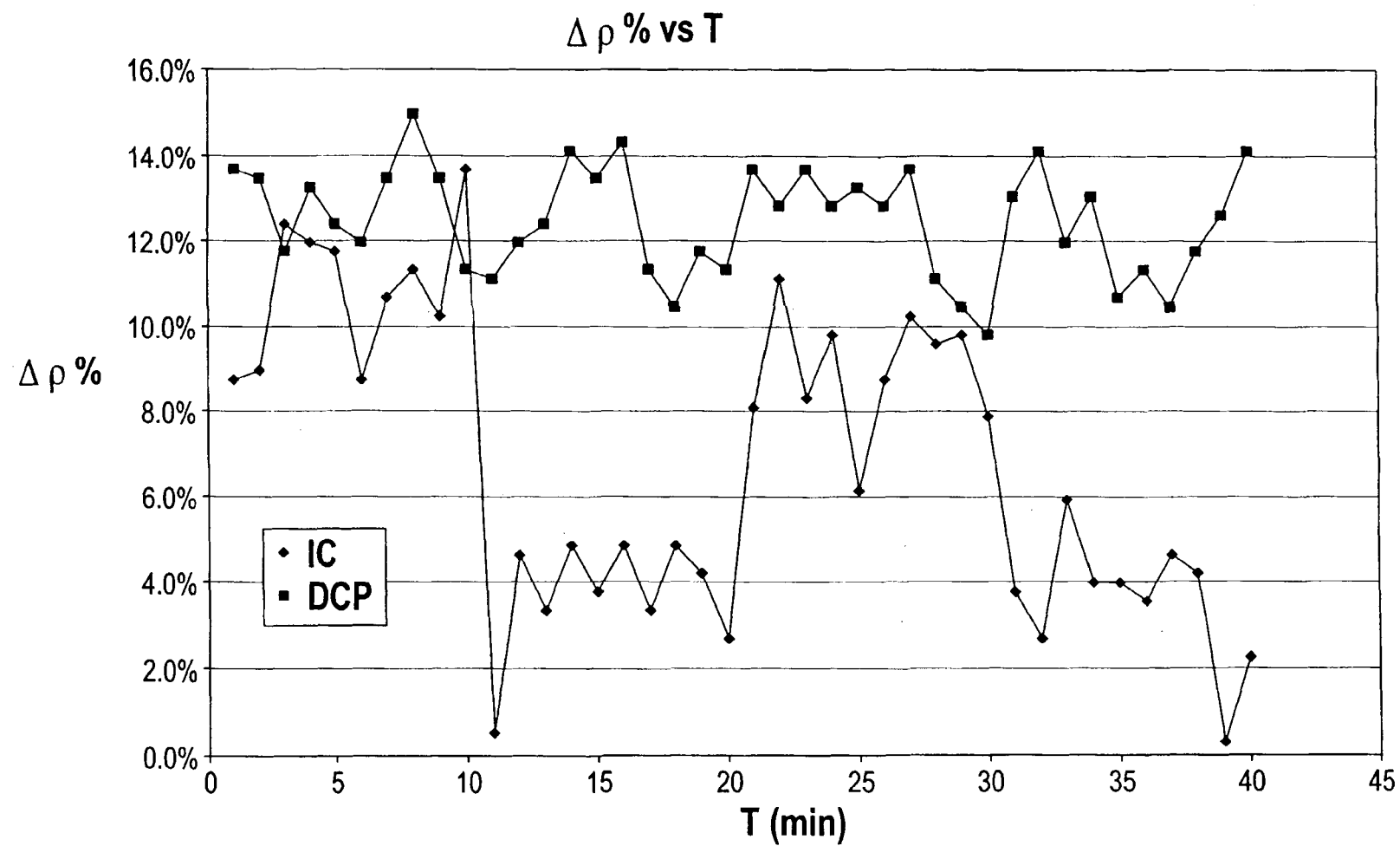


FIG. 6