



IPI INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Assinado Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 112012007405-9

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 112012007405-9

(22) Data do Depósito: 25/09/2009

(43) Data da Publicação do Pedido: 31/03/2011

(51) Classificação Internacional: C10B 53/07; C10G 1/10; C10B 7/10; C10B 47/44; C09C 1/48

(54) Título: PROCESSO E APARELHO PARA TRATAMENTO TÉRMICO DE ESTÁGIOS MÚLTIPLOS DE RESÍDUO DE BORRACHA, EM PARTICULAR, REFUGOS DE PNEUMÁTICOS.

(73) Titular: PYROLYX AG. Endereço: Nymphenburger Strasse 70 München, ALEMANHA(DE)

(72) Inventor: NIELS RAEDER; FIKRET DÜLGER

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 25/09/2009, observadas as condições legais

Expedida em: 20/03/2018

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patente



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "PROCESSO E APARELHO PARA TRATAMENTO TÉRMICO DE ESTÁGIOS MÚLTIPLOS DE RESÍDUO DE BORRACHA, EM PARTICULAR, REFUGOS DE PNEUMÁTICOS".

5

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

A presente invenção refere-se a um processo e a um aparelho para a recuperação de materiais desejáveis de resíduo de borracha, em particular refugos de pneumáticos.

Aproximadamente, 3,2 milhões de toneladas de refugos de pneumáticos são gerados por ano na União Europeia. No passado, a maior parte dos refugos de pneumáticos era depositada em aterros sanitários. Desde o ano de 2003, uma norma dos EUA proibiu o despejo de refugos de pneumáticos. Atualmente, os refugos de pneumáticos são queimados como combustível de caldeira, em particular, na indústria do cimento. Outros pneumáticos de veículos usados são reciclados para uso em pavimentação.

A pirólise de refugos de pneumáticos é bem conhecida há muitos anos. Por pirólise, que é conduzida na ausência de oxigênio acima de 500°C e que é um processo endotérmico, os refugos de pneumáticos são decompostos. Desse modo, quantidades substanciais de negro de fumo, aço, óleo e gás podem ser recuperadas dos refugos de pneumáticos. No entanto, os processos de pirólise para refugos falharam em estabelecer-se amplamente, em particular, devido à baixa qualidade dos produtos de pirólise, que não satisfazem os requisitos comerciais.

No pedido de patente EP 1 163 092 B1, um processo de pirólise para refugos de pneumáticos é descrito, no qual uma câmara de pirólise com três zonas de aquecimento, compreendendo diferentes temperaturas, é proporcionada. Os refugos de pneumáticos são alimentados como granulados à câmara de pirólise, compreendendo diferentes zonas de aquecimento. A câmara de pirólise é girada com relação ao deslocamento, para transportar os pedaços de pneumáticos granulados. Uma primeira zona de aquecimento da câmara de pirólise tem uma temperatura entre 700 e 800°C. Uma segunda zona de aquecimento da câmara de pirólise tem uma segunda temperatu-

ra entre 600 e 700°C. Uma terceira zona de aquecimento tem uma temperatura entre 500 e 600°C.

No pedido de patente U.S. 6.835.861 B2, um processo de pirólise de baixo consumo de energia de material de borracha é descrito. O material de borracha é inserido conjuntamente com um catalisador de argila em um aparelho de pirólise com três diferentes fases de aquecimento, em uma primeira concretização. Na primeira fase, chamada fase de ativação, o material de borracha é aquecido à temperatura entre 68,3 e 287,8°C. Na segunda fase, a temperatura reacional é mantida entre 287,8 e 454,4°C. Na terceira fase, a temperatura é mantida no mesmo nível por aquecimento. Em uma segunda concretização, que é também descrita no pedido de patente U.S. 6.833.485 B2 e no pedido de patente U.S. 7.341.646 B2, o material de borracha é transportado por três diferentes zonas, cada zona compreendendo uma temperatura de, preferivelmente, cerca de 287,8°C. Em ambos os processos, o catalisador não é removido após conclusão da pirólise.

Como mencionado acima, um problema nos processos conhecidos para refugos de pneumáticos é que a qualidade do negro de fumo removido está fora das especificações comerciais para negro de fumo, devido à temperatura muito alta ou muito baixa dos processos. Portanto, o negro de fumo recuperado é apenas de uso comercial limitado.

Consequentemente, é um objetivo da presente invenção proporcionar um processo de tratamento térmico e um aparelho para tratamento térmico de resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos, que proporcionem material recuperado de alta pureza, que possa ser usado comercialmente.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção sugere um processo para tratamento térmico em estágios múltiplos de resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos, compreendendo as seguintes etapas:

- transferir um produto granulado do resíduo de borracha de um suprimento a um reator de pirólise;
- aquecer o produto granulado a uma primeira temperatura entre

100 e 200°C, de preferência, 150 a 180°C, em uma primeira zona de aquecimento do reator, até quando óleos leves não sejam mais emitidos;

- transferir o produto granulado da primeira a uma segunda zona de aquecimento no reator;

5 - aquecer o produto granulado a uma segunda temperatura entre 200 e 300°C, em uma segunda zona de aquecimento do reator, até quando óleos pesados médios não sejam mais emitidos;

- transferir o produto granulado da segunda a uma terceira zona de aquecimento no reator;

10 - aquecer o produto granulado a uma terceira temperatura entre 300 e 600°C, de preferência, entre 400 e 550°C, em uma terceira zona de aquecimento, até quando óleos pesados não sejam mais emitidos;

- remover o produto granulado do reator de pirólise e separar os materiais sólidos desejáveis,

15 em que o processo é conduzido dentro de um meio físico a baixa pressão.

Na primeira zona de aquecimento, uma despolimerização do resíduo de borracha ocorre. Esse processo é diferente dos processos de pirólise conhecidos.

20 O requerente verificou que um processo de tratamento térmico lento e de longa duração, na primeira zona de aquecimento a baixas temperaturas, tem o efeito de que os óleos leves não formam produtos não removíveis, que contaminam o negro de fumo. Isso também se aplica às outras etapas conduzidas nas outras zonas de aquecimento do reator. A pirólise é

25 apenas conduzida na terceira zona de aquecimento, na qual todos os possíveis contaminantes já foram removidos, que resulta no negro de fumo, recebido após a terceira zona de aquecimento, tendo uma pureza muito alta. Além disso, o negro de fumo tem uma grande superfície, que resulta em propriedades de alta adsorção. Devido à sua estrutura especial, o negro de fu-

30 mo recuperado flutua na água. Portanto, o negro de fumo, recebido após a terceira zona de aquecimento, pode ser usado como um material adsorvente, em particular, para a adsorção de óleos e lipídios.

Outros desenvolvimentos, de acordo com a reivindicação 1, são referidos nas reivindicações dependentes.

O processo para tratamento térmico em estágios múltiplos é conduzido dentro de um meio físico de baixa pressão, no qual a pressão é 5 vantajosamente entre 2 a 5 KPa (20 e 50 mbar).

O processo é conduzido em todas as zonas de aquecimento muito lentamente, por um período de tempo entre 2 e 4 horas. Esse processo de tratamento térmico lento impede a formação de produtos não removíveis, que contaminam os materiais desejáveis.

10 De acordo com uma concretização preferida, o negro de fumo, recuperado após a terceira zona de aquecimento, é refinado a altas temperaturas por um período de tempo de cerca de 2 horas. O negro de fumo, recebido após o processo de refino, tem um percentual muito alto de pureza, comparável com negro de fumo de grau comercial. Portanto, o negro de fumo recuperado pode ser usado comercialmente. Em particular, o negro de fumo recuperado pode ser usado de novo em produção industrial.
15

É vantajoso que o produto granulado seja movimentado lentamente dentro e pelo reator.

De acordo com uma concretização preferida, o produto é movido 20 por meio de uma rosca transportadora.

O reator é cheio a cerca de 60% do seu volume.

Uma etapa de limpeza pode ser conduzida por cerca de 2 horas a altas temperaturas, em alimentação adicional do produto.

De acordo com um outro aspecto, a presente invenção também 25 refere-se a um aparelho para tratamento térmico em estágios múltiplos de resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos, tendo um reator, compreendendo:

- uma primeira zona de aquecimento, que pode ser aquecida a uma primeira temperatura entre 100 e 200°C, de preferência, 150 e 180°C;

30 - uma segunda zona de aquecimento, que pode ser aquecida a uma segunda temperatura entre 200 e 300°C;

- uma terceira zona de aquecimento, que pode ser aquecida a

uma temperatura entre 300 e 600°C, de preferência, entre 200 e 300°C; e
- um meio transportador, que transporta o produto granulado dentro do e pelo reator.

Consequentemente, o produto granulado é transportado por intermédio do meio transportador, pelas diferentes zonas de aquecimento do reator.

De acordo com uma concretização preferida, o meio transportador é uma rosca transportadora acionada.

Para proporcionar diferentes velocidades dentro do reator, a rosca transportadora pode compreender parafusos em fim de diferentes passos.

De acordo com uma concretização preferida, a rosca transportadora compreende recessos, nos quais roletes são localizados para impedir a deposição do produto.

É ainda vantajoso que os roletes sejam alternados na direção circunferencial da rosca transportadora.

De acordo com uma outra concretização, a rosca transportadora compreende, na sua circunferência externa, suportes feitos de metal não ferroso, para suportar a parede interna do reator.

É ainda vantajoso que o reator compreenda um alojamento, que é reforçado nas regiões dos suportes não ferrosos da rosca transportadora .

É vantajoso que na região reforçada do reator, predomine uma temperatura reduzida. Isso provoca condensação dos óleos dentro do reator, com o que a rosca transportadora é lubrificada na região dos suportes não ferrosos.

De acordo com uma concretização preferida, o reator compreende uma parte superior, na qual uma descarga de vapor é proporcionada. Durante o processo de tratamento térmico, a descarga de vapor apreende os gases e óleos recuperados do produto granulado, por meio do processo, de acordo com a invenção.

De acordo com uma concretização preferida, a descarga de vapor compreende um tubo anular, que é conectado a um condensador.

É ainda vantajoso que um meio de limpeza seja proporcionado

dentro da descarga de vapor.

De acordo com uma concretização preferida, o meio de limpeza é uma corrente acionada anular, na qual uma escova ou elementos de escova são dispostos.

5 De acordo com uma outra concretização, o alojamento do reator compreende uma ranhura longitudinal com uma folha perfurada na descarga de vapor, na qual um meio de limpeza é orientado.

É vantajoso que a folha perfurada compreenda rasgos longitudinais. Esses elementos de escova do meio de limpeza são capazes de limpar 10 adequadamente o tubo anular por encaixe nos rasgos longitudinais.

Uma rosca transportadora de descarga é disposta na descarga do reator. A rosca transportadora transporta o produto granulado decomposto termicamente do reator.

Em outro aspecto da invenção, mantas de aquecimento, para 15 aquecimento das zonas de aquecimento, são dispostas na parte externa de um alojamento do reator.

Outros aspectos e vantagens da presente invenção vão ficar evidentes da descrição mais detalhada das concretizações apresentadas a seguir, que descreve, por meio de exemplos, os princípios da invenção.

20 **BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS**

A figura 1 mostra uma vista esquemática do reator usado no processo para tratamento térmico em estágios múltiplos, de acordo com a invenção;

a figura 2 mostra uma seção parcial vertical pelo reator do aparelho, de acordo com a invenção;

a figura 3 mostra uma seção ao longo das linhas III - III na figura 2;

a figura 4 mostra uma seção parcial vertical pelo reator do aparelho, de acordo com a invenção;

30 a figura 5 mostra uma seção vertical ao longo da linha V - V da figura 4;

a figura 6 mostra uma vista esquemática da descarga de vapor

do reator;

a figura 7 mostra uma seção vertical ao longo da linha VII - VII da figura 6;

5 a figura 8 mostra uma seção vertical ao longo da linha VIII - VIII da figura 7;

a figura 9 é uma seção esquemática pelo alimentador de granulado, disposto na entrada do reator e

a figura 10 é uma vista esquemática do separador, disposto na descarga do reator.

10 DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A figura 1 ilustra genericamente o aparelho para tratamento térmico em estágios múltiplos da presente invenção. O aparelho compreende um reator 10, que tem um alojamento cilíndrico 19. Ao longo do eixo longitudinal do reator 10, três diferentes zonas de aquecimento 11a, 11b, 11c são

15 proporcionadas. A primeira zona de aquecimento 11a pode ser aquecida a uma primeira temperatura entre 100 e 200°C, de preferência, 150 e 180°C. A segunda zona de aquecimento 11b pode ser aquecida a uma segunda temperatura entre 200 e 300°C. A terceira zona de aquecimento 11c pode ser aquecida a uma temperatura entre 300 e 600°C, de preferência, 440 e

20 550°C.

O reator 10 compreende ainda uma rosca transportadora 20, que é acionada por um meio de acionamento (não mostrado). A rosca transportadora 20 é disposta dentro do alojamento 19 do reator 10.

Um recipiente 14 apreende produto granulado do resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos. O produto granulado é transportado do recipiente 14 para a entrada 12 do reator 10. O produto granulado é transportado dentro e pelo reator 10 por meio da rosca transportadora 20. Consequentemente, a rosca transportadora 20 transporta o produto granulado pelas zonas de aquecimento 11a, 11b, 11c para a saída 13. Aqui, o 30 produto granulado sólido, em particular negro de fumo 16, é recuperado.

O reator 10 compreende, ainda, uma descarga de vapor 15 para apreender a fase vapor dos produtos tratados termicamente. A fase vapor

compreende os denominados óleo de pirólise 17 e gás de pirólise 18.

Dentro do reator 10, um meio físico de baixa pressão, com uma pressão de cerca de 2 a 5 KPa (20 a 50 mbar), é proporcionado. O reator 10 é cheio a cerca de 60%, do seu volume, com produto granulado.

5 Dentro da primeira zona de aquecimento 11a, um primeiro processo é conduzido por um período de tempo entre 2 e 4 horas, até que óleos leves não sejam mais emitidos do produto granulado. O processo lento e de longa duração, na primeira zona de aquecimento 11a a baixas temperaturas, tem o efeito de que os óleos leves não formam produtos não removíveis que
10 contaminam o negro de fumo.

Na segunda zona de aquecimento 11b, o produto granulado é decomposto termicamente a uma segunda temperatura, até que não sejam mais emitidos quaisquer óleos pesados médios. De novo, o processo lento e de longa duração impede que produtos não removíveis, que contaminam o
15 negro de fumo, sejam formados.

Na terceira zona de aquecimento 11c, o produto granulado é decomposto termicamente a uma terceira temperatura, até que não sejam mais emitidos óleos pesados.

Na descarga 13, o produto granulado é removido do reator 10.
20 Os materiais sólidos desejáveis, em particular, o negro de fumo e o aço remanescente são separados.

O negro de fumo 16, recuperado após a terceira zona de aquecimento 11c, tem uma pureza muito alta, em particular se a temperatura aplicada na terceira zona de aquecimento 11c exceder o limiar de 500°C. A-
25 lém do mais, o negro de fumo 16 tem uma grande superfície, resultando em propriedades de alta adsorção. Devido à sua estrutura, o negro de fumo 16 flutua na água. Desse modo, o negro de fumo 16 recebido pode ser usado como material adsorvente, em particular, para adsorção de óleos e lipídios.

Se uma temperatura mais baixa do que 500°C for aplicada na
30 terceira zona de aquecimento 11c, o negro de fumo 16 pode ser refinado a altas temperaturas de cerca de 800°C, em condições de baixa pressão, por um período de tempo de cerca de 2 horas, para receber negro de fumo de

grau comercial 16a. O negro de fumo recuperado tem uma pureza comparável com o negro de fumo de grau comercial, e pode, portanto, ser usado comercialmente.

As propriedades do negro de fumo, após o processo de refino e 5 após a terceira zona de aquecimento 11c ($T > 500^{\circ}\text{C}$), são listadas na tabela I (ver abaixo).

Análise de negro de fumo	
Análise química / At%	
carbono	95,46 - 96,02
oxigênio	2,38 - 2,90
sódio	0,27 - 0,50
magnésio	0,06 - 0,11
alumínio	0,12 - 0,25
silício	0,66 - 1,48
fósforo	0,02 - 0,04
enxofre	0,24 - 0,61
cálcio	0,29 - 0,93
Análise estrutural	
tamanho de partícula	~ 40 nm
estrutura	cacho de amora-preta
local para formação de poros	entre as partículas

Tabela I: Propriedades de negro de fumo após refino ou aquecimento a temperaturas superiores a 500°C .

Os detalhes do aparelho para tratamento térmico em estágios 10 múltiplos vão ser descritos, a seguir com referência aos desenhos.

A figura 2 mostra uma seção parcial pelo reator 10. Como mostrado, o reator 10 compreende um alojamento cilíndrico 19, estendendo-se ao longo do seu eixo longitudinal 30. Dentro do alojamento 19, uma rosca transportadora 20 é disposta para transportar o produto granulado dentro e 15 pelo reator 10.

A rosca transportadora 20 compreende um eixo 21, que é suportado por meio de mancais 22 na entrada 12 e na saída 13 do reator 10. A

rosca transportadora 20 compreende um parafuso sem-fim 25 com vários passos, para proporcionar diferentes velocidades dentro do reator 10. Na circunferência externa do parafuso sem-fim 25, são proporcionados suportes de metal não ferroso 26, para suportar a rosca transportadora 20 no lado interno do alojamento 19 do reator 10.

No alojamento 19, são proporcionados anéis de reforço 23 na área dos suportes 26.

As mantas de aquecimento 24a e 24b são dispostas na circunferência externa do alojamento 19. As mantas de aquecimento 24a e 24b podem ser controladas, separadamente, para proporcionar diferentes temperaturas dentro das zonas de aquecimento 11a, 11b, 11c.

Na região dos anéis de reforço 23, predomina uma temperatura reduzida. Isso provoca uma condensação de óleo na região dos suportes 26, com o que a rosca transportadora 20 é lubrificada. O mesmo efeito ocorre na região dos suportes 22.

A figura 3 mostra uma seção vertical ao longo das linhas III a III da figura 2. Como mostrado, os suportes de não ferrosos 26 são suportados pelo alojamento 19, que é reforçado pelo anel de reforço 23 nessa área.

Com referência então às figuras 4 e 5, a rosca transportadora 20 compreende os roletes 28, dispostos dentro do parafuso sem-fim 25 da rosca transportadora 20. Os roletes 28 impedem a deposição do produto granulado na rosca transportadora 20.

Como melhor mostrado na figura 5, o parafuso sem-fim 25 compreende os recessos 27 estendendo-se na direção radial da rosca transportadora 20. Dentro de cada um dos recessos 27, um rolete rotativo 28 é montado.

A figura 6 mostra a descarga de vapor 15 do reator 10. A descarga de vapor 15 compreende um tubo anular 31, que é conectado a um condensador 35. Um dispositivo de resfriamento (não mostrado) é preso no tubo anular 31. Dentro do tubo anular 31, um meio de limpeza 32 é proporcionado. O meio de limpeza 32 compreende uma corrente 33, que é acionada por um motor 34. Elementos de escova 36 são dispostos na corrente 33,

a uma determinada distância entre eles. Quando o meio de limpeza 32 é acionado na direção da seta 37, o tubo anular 31 é limpo. Além do mais, os aspersores 38 são proporcionados dentro do condensador 35 e dentro do tubo anular 31, para limpeza dos elementos de escova por meio do óleo de-
5 composto termicamente.

A figura 7 mostra uma seção vertical ao longo da linha VII a VII da figura 6. A descarga de vapor 15 é localizada em uma área superior do reator 10. Nessa região, o alojamento 19 do reator 10 comprehende uma ranhura longitudinal 15a, apreendendo e orientando os elementos de escova 10 36 do meio de limpeza 32.

A figura 8 mostra uma seção vertical ao longo da linha VIII a VIII da figura 7. Uma folha perfurada 15b é disposta no fundo da ranhura longitudinal 15a, comprehendendo vários rasgos longitudinais 15c. Quando a corrente 33 é orientada pelo tubo anular 33, os elementos de escova 36 acoplam 15 esses rasgos longitudinais 15c, e, desse modo, limpem cuidadosamente o tubo anular 31 da descarga de vapor 15.

A figura 9 mostra o recipiente 14 para o produto granulado, cuja descarga comprehende um transportador 39, para comprimir o produto granulado e transportar o mesmo para a entrada 12 do reator 10. O transportador 20 39 comprehende uma rosca transportadora acionada 40. O recipiente 14 é cheio com um gás protetor, tal como argônio, para impedir a entrada de oxigênio no transportador 39. Desse modo, o oxigênio é impedido de entrar conjuntamente com o produto granulado.

A figura 10 mostra o separador 42, que é disposto na descarga 25 13 do reator 10. O produto granulado é transportado por meio de um transportador 41 para o separador 42. O separador 42 comprehende uma bacia de sedimentação 43. O moinho 45 quebra o produto granulado em partículas de cerca de 1 a 10 μm , e ajuda a separar os diferentes materiais. Os materiais sólidos são separados dentro do separador 42. O aço contido no produto 30 decomposto termicamente é depositado no fundo da bacia de sedimentação 43. Devido à sua estrutura especial, o negro de fumo 26 se acumula na superfície da água e pode ser removido por um extrator 44.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- 10 - reator
11a - primeira zona de aquecimento
11b - segunda zona de aquecimento
5 11c - terceira zona de aquecimento
12 - entrada
13 - saída
14 - recipiente
15 - descarga de vapor
10 15a - ranhura longitudinal
15b - folha perfurada
15c - rasgos longitudinais
16 - negro de fumo
17 - óleo de pirólise
15 18 - gás de pirólise
19 - alojamento
20 - rosca transportadora
21 - eixo
22 - mancal
20 23 - anel de reforço
24 - manta de aquecimento
25 - parafuso sem-fim
26 - suporte
27 - recesso
25 28 - rolete
29 - nível de enchimento
30 - eixo longitudinal
31 - tubo anular
32 - meio de limpeza
30 33 - corrente
34 - motor
35 - condensador

- 36 - elementos de escova
- 37 - seta
- 38 - aspersor
- 39 - transportador
- 5 40 - rosca transportadora
- 41 - transportador
- 42 - separador
- 43 - bacia de sedimentação
- 44 - extrator
- 10 45 – seta
- 46 - seta

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para tratamento térmico em estágios múltiplos de resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos, compreendendo as etapas de:

5 - transferir um produto granulado do resíduo de borracha de um suprimento a um reator (10);

10 - aquecer o produto granulado a uma primeira temperatura entre 100 e 200°C, de preferência, 150 a 180°C, em uma primeira zona de aquecimento (11a) do reator (10), até quando óleos leves não sejam mais emitidos;

15 - transferir o produto granulado da primeira zona de aquecimento (11a) a uma segunda zona de aquecimento (11b) no reator (10);

20 - aquecer o produto granulado a uma segunda temperatura entre 200 e 350°C, na segunda zona de aquecimento (11b) do reator (10), até quando óleos pesados não sejam mais emitidos;

25 - transferir o produto granulado da segunda zona de aquecimento (11b) a uma terceira zona de aquecimento (11c) no reator (10);

30 - aquecer o produto granulado a uma terceira temperatura entre 300 e 600°C, na terceira zona de aquecimento (11c), até quando óleos pesados não sejam mais emitidos; e

 - remover o produto granulado do reator (10) e separar os materiais sólidos desejáveis,

 o processo sendo caracterizado pelo fato de ser conduzido dentro de um meio físico a baixa pressão entre 2 a 5 KPa e em cada zona de aquecimento (11a, 11b, 11c) por um período de tempo entre 2 e 4 horas.

2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o negro de fumo recuperado é refinado a altas temperaturas, por um período de tempo de cerca de 2 horas.

3. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o produto granulado é movimentado lentamente dentro do, e pelo, reator (10).

4. Processo, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pe-

lo fato de que o produto é movimentado por meio de uma rosca transportadora (20).

5. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o reator (10) é cheio a cerca de
5 60% do seu volume.

6. Processo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que uma etapa de limpeza é conduzida por cerca de 2 horas, a altas temperaturas, sem qualquer alimentação adicional de produto.

10 7. Negro de fumo, caracterizado pelo fato de ser produzido a partir de resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos por um processo como definido em qualquer uma das reivindicações anteriores.

15 8. Aparelho para tratamento térmico em estágios múltiplos de resíduo de borracha, em particular, refugos de pneumáticos, para realizar o processo como definido na reivindicação 1, compreendendo:

- uma primeira zona de aquecimento (11a), que pode ser aquecida a uma primeira temperatura entre 100 e 200°C, de preferência, 150 e 180°C;

20 - uma segunda zona de aquecimento (11b), que pode ser aquecida a uma primeira temperatura entre 200 e 300°C;

- uma terceira zona de aquecimento (11c), que pode ser aquecida a uma primeira temperatura entre 300 e 600°C; e

25 - um meio transportador para transportar o produto granulado dentro do e pelo reator (10), em que o reator (10) compreende uma parte superior, na qual uma descarga de vapor (15) é proporcionada, em que um meio de limpeza (32) é proporcionado dentro da descarga de vapor (15),

caracterizado pelo fato de que o meio de limpeza (32) é uma corrente acionada anular (33), na qual uma escova ou elementos de escova (36) são dispostos.

30 9. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o meio transportador é uma rosca transportadora acionada (20).

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pe-

lo fato de que a rosca transportadora (20) compreende parafusos sem-fim (25), com vários passos, para proporcionar diferentes velocidades dentro do reator (10).

11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que a rosca transportadora (20) compreende recessos (27), nos quais roletes (28) são instalados para impedir a deposição do produto.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que os roletes (28) são alternados na direção circunferencial da rosca transportadora (20).

13. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9 a 12, caracterizado pelo fato de que a rosca transportadora (20) compreende, na sua circunferência externa, suportes (26) feitos de metal não ferroso, para suportar a parede interna do reator (10).

14. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 8 a 13, caracterizado pelo fato de que o reator (10) compreende um alojamento (19), que é reforçado na área dos suportes não ferrosos (26) da rosca transportadora (20).

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de que, na região do reforço (23), predomina uma temperatura reduzida.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a descarga de vapor (15) compreende um tubo anular (31), que é conectado em um condensador (35).

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o alojamento (19) do reator (10) compreende uma ranhura longitudinal (15a), com uma folha perfurada (15b) na descarga de vapor (15), na qual o meio de limpeza é orientado.

18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a folha perfurada (15b) compreende uma pluralidade de rasgos longitudinais (15c).

19. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações

de 8 a 21, caracterizado pelo fato de que o reator (10) tem uma saída (13), na qual uma rosca de transportadora de descarga (40) é disposta.

20. Aparelho, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 8 a 19, caracterizado pelo fato de que as mantas de aquecimento (24a, 5 24b), para aquecimento das zonas de aquecimento (11a, 11b, 11c) são dispostas na parte externa de um alojamento (19) do reator (10).

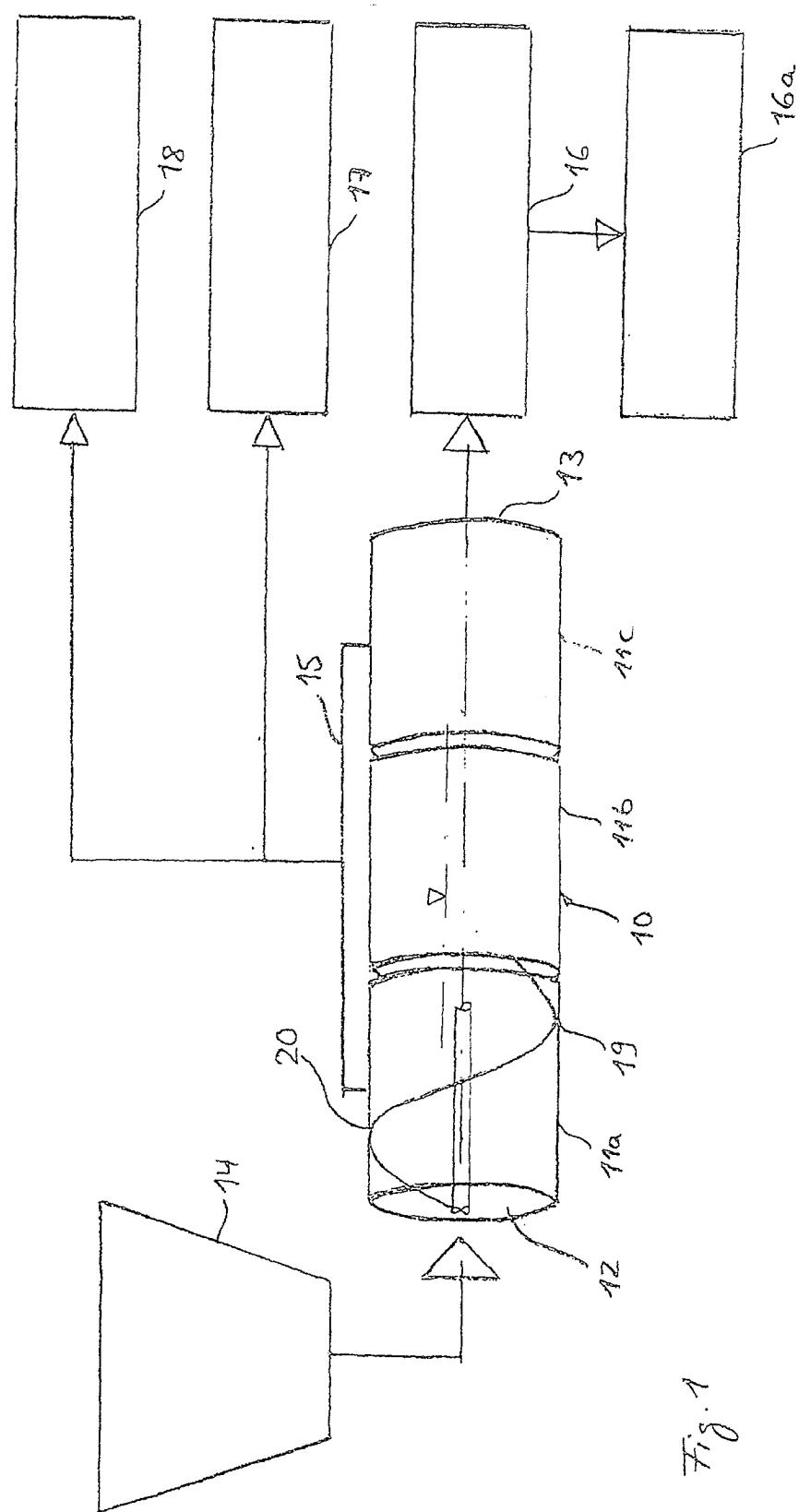
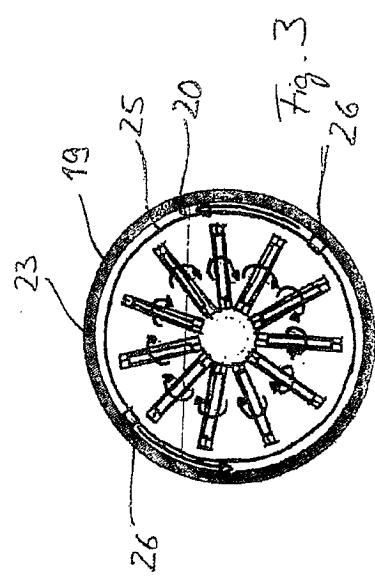
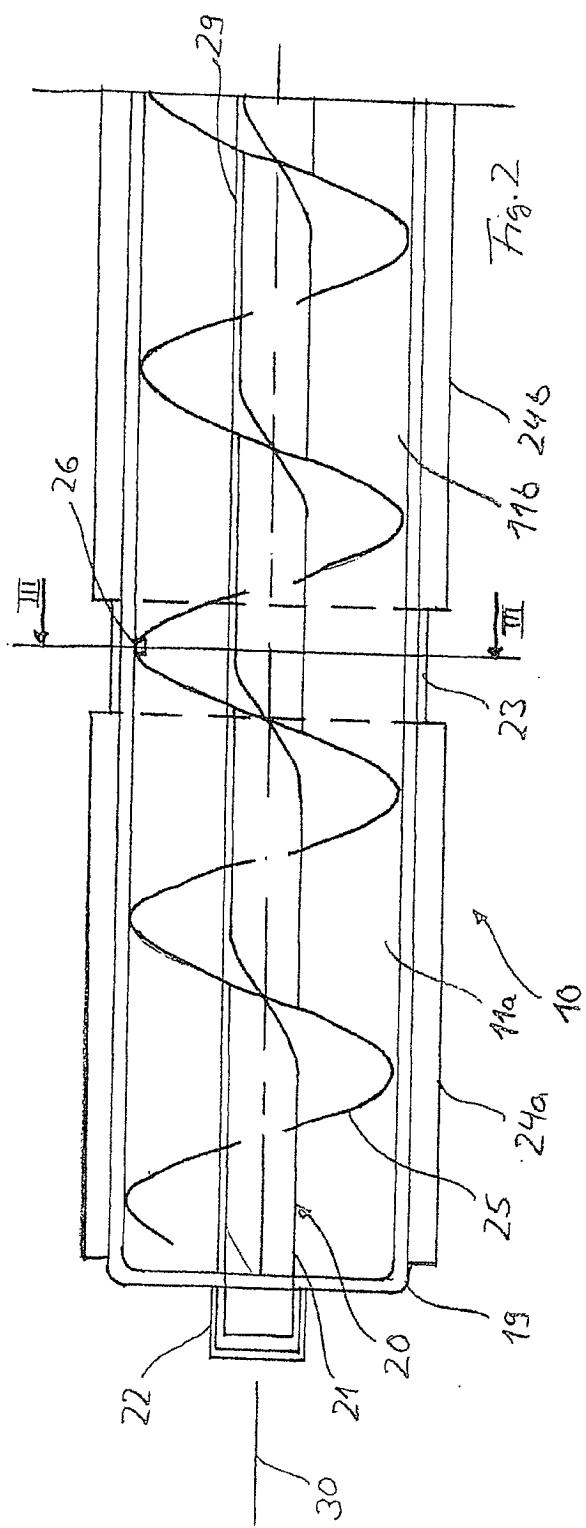


Fig. 1



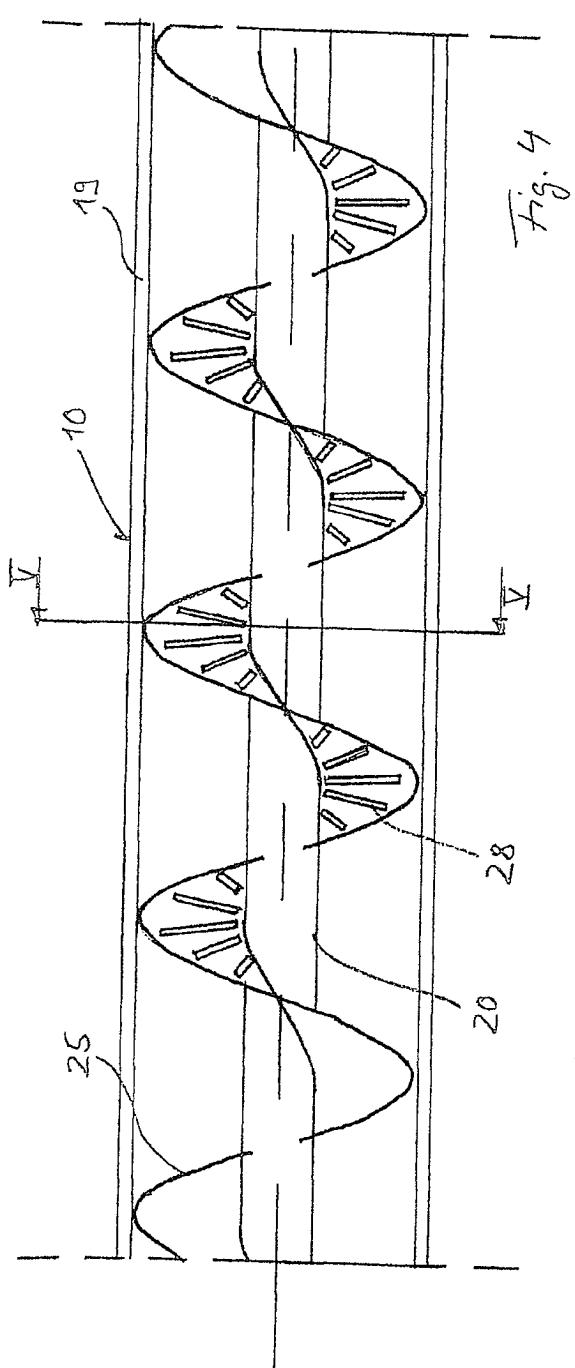


Fig. 4

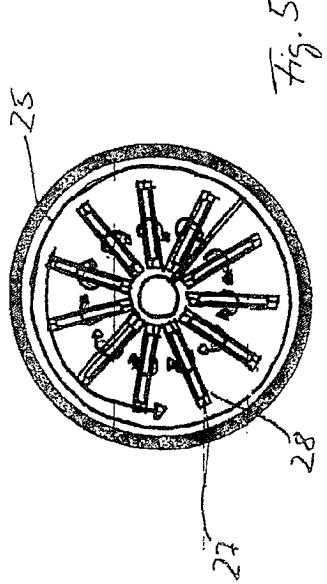
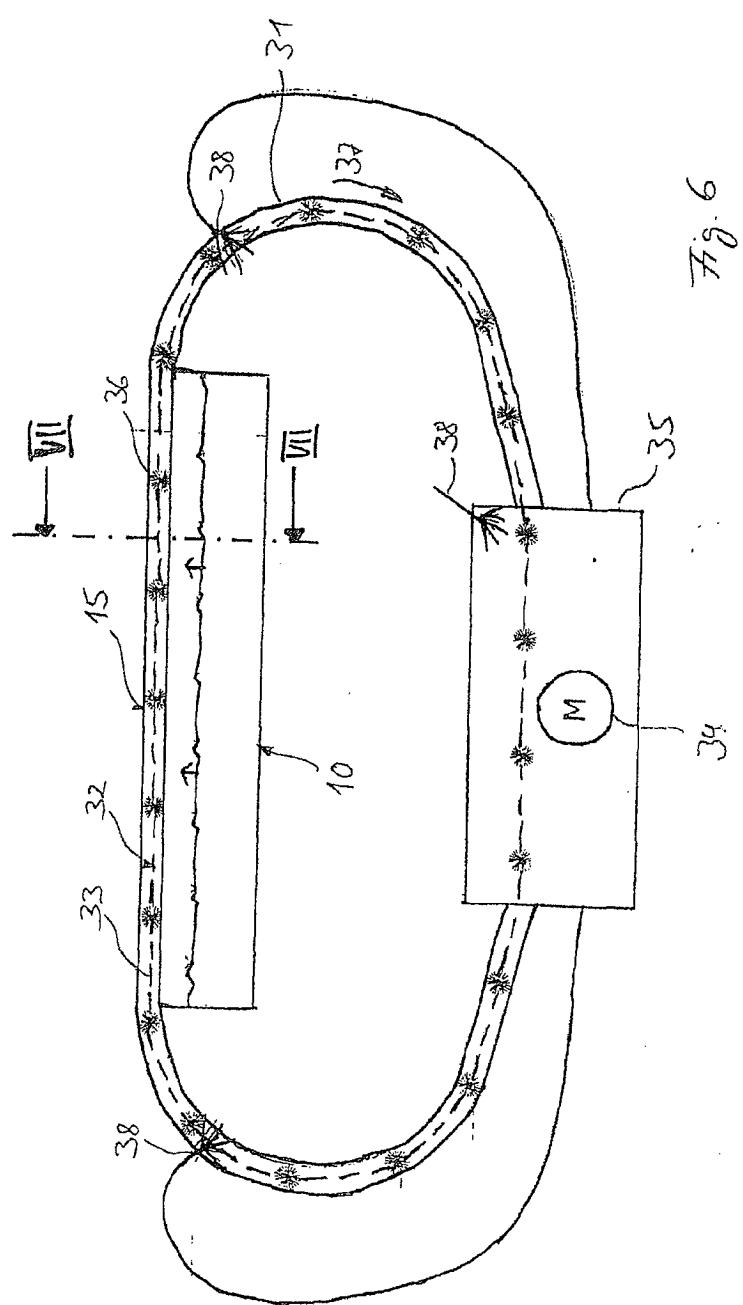
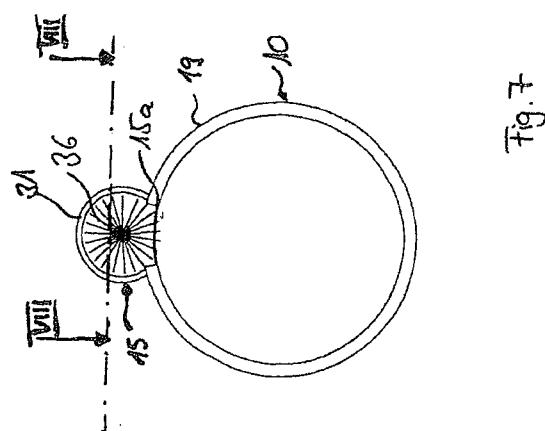
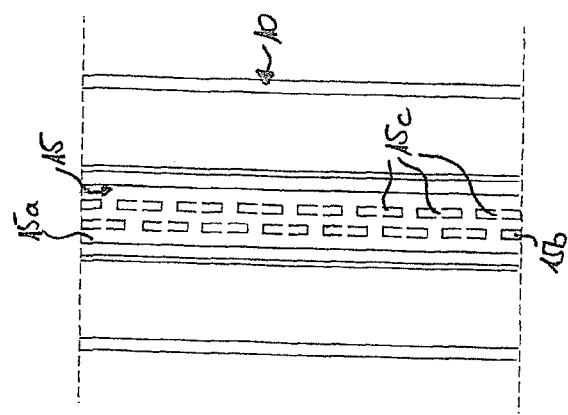


Fig. 5





6/6

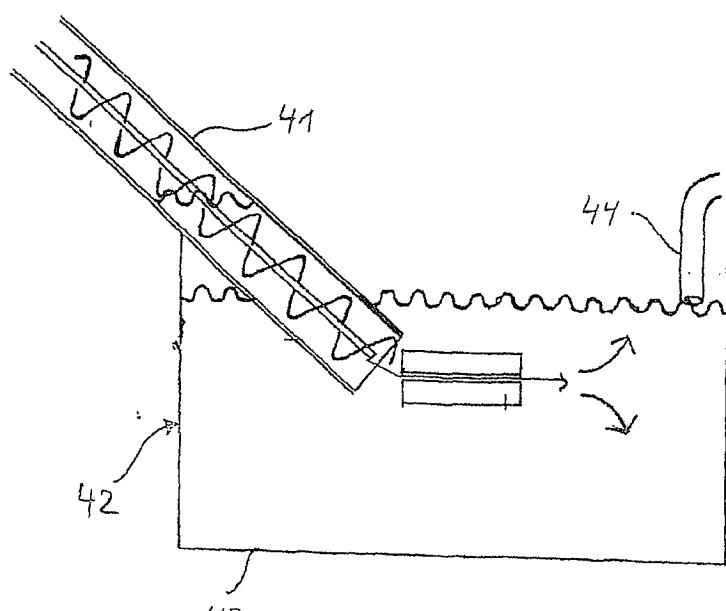
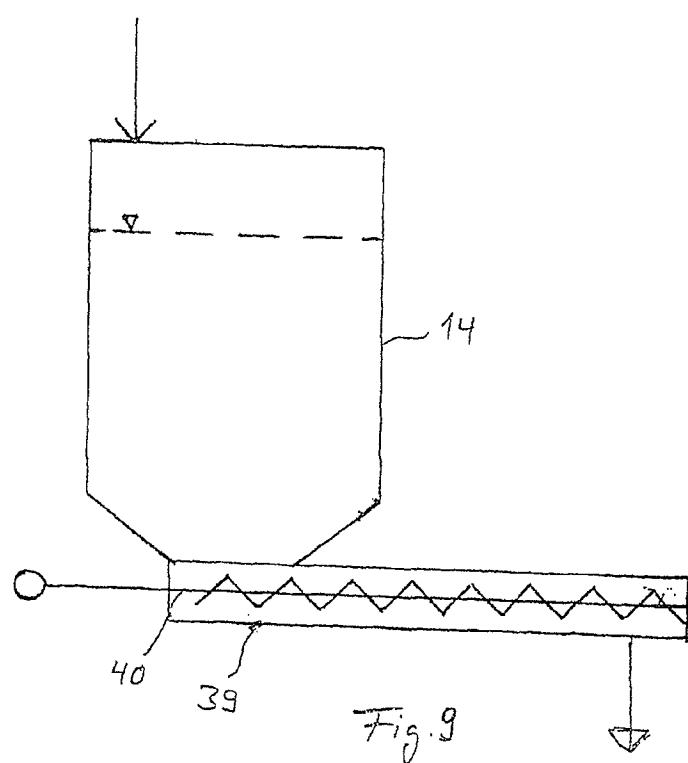


Fig. 10