



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

(21) **PI0612151-9 A2**



* B R P I O 6 1 2 1 5 1 A 2 *

(22) Data de Depósito: 16/06/2006
(43) Data da Publicação: 04/01/2011
(RPI 2087)

(51) *Int.Cl.:*
B01J 19/20
C10G 1/10
C08F 2/01
B01F 7/08
B01F 7/24

(54) Título: **PROCESSO PARA QUEBRAR CADEIAS DE MOLÉCULAS ORGÂNICAS, E, APARELHO PARA EXECUTAR O MESMO**

(57) **Resumo:** PROCESSO PARA QUEBRAR CADEIAS DE MOLÉCULAS ORGÂNICAS, E, APARELHO PARA EXECUTAR O MESMO Um processo para quebrar cadeias de moléculas orgânicas pelo qual o material sólido, compreendendo moléculas orgânicas, é submetido a uma ação de estiramento e espremedura mecânicos até assumir uma consistência pastosa que, por fricção interna, é submetido a um aumento de temperatura e pressão na ausência de ar, que quebra suas ligações moleculares longas e determina a separação das fases de seus componentes.

(30) Prioridade Unionista: 29/06/2005 IT BO2005A000432

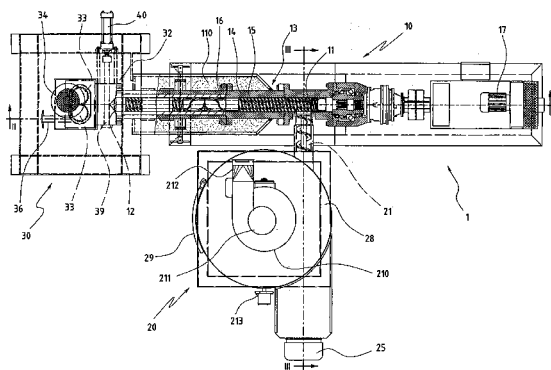
(73) Titular(es): I.T.E.R. S.R.L.

(72) Inventor(es): Giorgio Pecci

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006005849 de 16/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/000257 de 04/01/2007





“PROCESSO PARA QUEBRAR CADEIAS DE MOLÉCULAS
ORGÂNICAS, E, APARELHO PARA EXECUTAR O MESMO”

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção refere-se a um processo para quebrar as
5 cadeias de carbono de moléculas orgânicas de materiais não gasosos, e
aparelho correlato.

Mais especificamente, a presente invenção refere-se a um
processo que, pela quebra das cadeias de moléculas orgânicas, permite que
macromoléculas alifáticas ou orgânicas cíclicas presentes, tipicamente, em
10 rejeito de material plástico sintético possam ser transformadas em moléculas
com um número de carbono, de preferência, menor do que 20, típico de
combustíveis leves, e em moléculas que não serão queimadas compreendendo
elementos poluentes.

TÉCNICA ANTERIOR

15 Como é sabido, a quebra de ligações carbono-carbono de
moléculas orgânicas ocorre, sobretudo, por craqueamento térmico, também
conhecido como pirólise, ou craqueamento, na indústria petrolífera. A reação
de craqueamento permite que o peso molecular de hidrocarbonetos presentes
no óleo cru seja reduzido para produzir produtos mais leves.

20 Correntemente, craqueamento é executado, principalmente,
com métodos puramente térmicos (craqueamento térmico) ou termo-catalítico
(craqueamento catalítico).

Processos de craqueamento térmico são conduzidos tanto na
fase líquida quanto na fase gasosa, com pressão variável de 10 a 100kg/cm² e
25 temperaturas entre 450° e 600° C. As ligações carbono-carbono são quebradas
pelo suprimento de calor do exterior.

Processos de craqueamento catalítico, usados mais
amplamente na indústria petrolífera, são conduzidos com o uso de
catalisadores apropriados, por exemplo, azodicarbonamida, que permite a

operação em temperaturas ligeiramente mais baixas, cerca de 500°C, e à pressão ambiente.

Em ambos os casos, as temperaturas de operação são alcançadas pela administração de calor externo. Uma vez que a administração externa é, freqüentemente, prejudicada pela deposição de produtos sólidos (coque) nas superfícies de troca do reator, é usado craqueamento por oxidação, no qual parte do calor solicitado é produzido dentro da reação pela combustão parcial dos hidrocarbonetos, suprindo-se ar ou oxigênio.

No último caso, no mesmo instante em que ocorrem as reações de craqueamento, ocorrem também reações de polimerização e condensação, com a formação de novas ligações carbono-carbono. Estas reações, que também compreendem a formação de coque, não são desejáveis e podem ser reduzidas, mas não evitadas, pela seleção apropriada das condições de operação.

15 APRESENTAÇÃO DA INVENÇÃO

Desse modo, há uma grande necessidade de contarmos com um processo para a quebra de cadeias de moléculas orgânicas de materiais não gasosos que permita a produção de moléculas alifáticas com um número de carbono, de preferência, menor do que 20, com uma alta produção de compostos gasosos e líquidos, começando a partir de macromoléculas alifáticas ou orgânicas cíclicas, com custos baixos e consumo de energia menor.

O propósito da presente invenção é prover um processo tendo características capazes de satisfazer os requisitos acima mencionados e, ao mesmo tempo, evitar os problemas supracitados em relação à técnica anterior.

Outro propósito é prover um aparelho feito especificamente para executar tal processo e que, ao mesmo tempo, seja simples, relativamente fácil de fabricar, seguro para o uso e que opere eficazmente, além de ser relativamente barato.

Tais propósitos são atingidos através de um processo e um aparelho de acordo com a reivindicação 1 e a reivindicação 5, respectivamente, da presente invenção.

As reivindicações dependentes descrevem formas de realização preferidas e particularmente vantajosas do processo e do aparelho de acordo com a invenção.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

Outras características e vantagens da invenção ficarão mais claras pela leitura da descrição a seguir, provida como um exemplo não limitativo, e com a ajuda das figuras mostradas nas tabelas anexas, nas quais:

- figura 1 mostra uma vista plana parcialmente seccionada de um aparelho para quebrar as cadeias de moléculas orgânicas de materiais sólidos;
- figura 2 mostra uma vista tomada ao longo da linha II-II da figura 1;
- figura 3 mostra uma vista tomada ao longo da linha III-III da figura 1;
- figura 4 mostra um detalhe, em seção, do reator em forma de parafuso sem-fim do aparelho da figura 1;
- figura 5 mostra um detalhe aumentado da figura 4.

MELHOR MODO PARA EXECUTAR A INVENÇÃO

Com referência às figuras acima mencionadas, o aparelho para quebrar as cadeias de moléculas orgânicas de materiais sólidos, de acordo com a presente invenção, está indicado, de forma geral, por 1.

O aparelho 1, em resumo, compreende um reator 10, com uma abertura de entrada 11 para o material orgânico a ser processado na forma fragmentada ou moída, o que será explicado adiante em maior detalhe, e uma abertura de saída 12 para o produto obtido.

Um sistema de alimentação 20 está conectado à abertura de

entrada 11. No exemplo, (ver Fig. 3), o mencionado sistema de alimentação 20 compreende um parafuso sem-fim horizontal 21, acionado através de um motor de engrenagem 25 e provido, em uma extremidade, com uma boca de entrada radial 22 para o material, virada para cima e, na outra extremidade, uma boca de saída axial 23, colocada em comunicação, lateralmente com a abertura de entrada 11 do reator, através de um flange de conexão 24.

Na boca de entrada 22 está arranjado um agitador 26, com quatro lâminas 26a, acionado por um motor de engrenagem 27 e posicionado na base de um recipiente cilíndrico interno 28 provido de um indicador de nível 29 e de uma escotilha de inspeção 213, comunicando-se pelo fundo com a boca de entrada 22 e, pelo topo, com um funil de carregamento 210. O mencionado funil se comunica, pelo topo, com um aspirador 211 e um duto de alimentação 212 e, pelo fundo, com uma válvula rotativa 214. O funil 210 compreende, se necessário, um ciclone separador. O parafuso sem-fim 21 tem a função de dosar e alimentar o material para o reator 10.

Um sistema de separação 30 está conectado à abertura de saída 12 do reator 10. No exemplo (ver lado esquerdo da Fig. 2), o mencionado sistema de separação compreende um extrator em forma de parafuso sem-fim 31 duplo, com eixo vertical, conectado lateralmente à abertura de saída 12 do reator 10 através de um flange 32 e fechado, por vedação, no topo. O extrator tipo parafuso sem-fim 31 é provido de um par de helicóides de contra-rotação, ou parafusos 33, (somente um deles pode ser visto na figura 2) que se interceptam, acionados por um motor de engrenagem 34 para empurrar para baixo. Cada parafuso 33 tem duas áreas com hélices com passos e espessura diferentes, uma área de topo 35a, onde a hélice tem uma espessura menor (cristas mais estreitas) e um passo menor, e uma área de fundo 35b onde a mesma hélice tem espessura maior (cristas mais largas) e um passo maior.

Um duto de saída 36 para os produtos em uma fase gasosa ou vaporosa se estende, lateralmente, da área do topo 35a do extrator 31. Desse

modo, os produtos na fase sólida saem através das aberturas axiais 37 formadas no fundo.

O duto de saída 36 para gás/vapor está conectado a uma bomba de vácuo (não mostrada) apropriada para colocar o extrator 31 em depressão, promovendo a extração dos componentes leves. A corrente de gás/vapores que sai do extrator 31 é, então, resfriada, para se obter sua fase líquida, separada da fase gasosa.

A conexão entre o extrator 31 e o reator 10 através do flange 32 ocorre lateral e centralmente em relação a dois helicóides 33 na área do fundo 35b, onde a hélice tem espessura e passo maiores. O flange 32 é provido de uma válvula de corrediça 39 acionada por um pistão hidráulico 40, para regular a passagem dos produtos do reator 10 para o extrator 31.

De modo a evitar-se a dispersão do calor, o extrator tipo parafuso sem-fim 31, feito geralmente de aço, é isolado com uma camisa de revestimento 38 feita, por exemplo, de lã cerâmica.

De acordo com a presente invenção, o reator 10 tem a forma de um conjunto 13 compreendendo uma camisa cilíndrica 14, com um rotor 15, tendo, no interior, um eixo substancialmente horizontal. A abertura de entrada 11 é arranjada radialmente em uma extremidade da camisa 14, enquanto a abertura de saída 12 é arranjada na extremidade oposta, interceptada pela válvula 39. Em particular, o rotor 15 é formado por um eixo 16 que compreende uma pluralidade de elementos de espremer (15a-15h) que explicaremos adiante, encaixados no eixo 16 de modo a girar com este.

O eixo 16 está conectado a um motor de engrenagem 17.

De modo a quebrar as cadeias de carbono do material orgânico alimentado através do sistema de alimentação 20, o rotor 15 é configurado para conseguir submeter o material a uma ação mecânica visando obter uma mistura com consistência pastosa, isto é, maleável e conformável ao toque.

Esta ação mecânica provoca um estiramento e espremedura do

material no reator 10, que faz com que ele assuma a consistência pastosa.

Em particular, esta ação mecânica cria uma grande fricção dentro do material orgânico, provocando um aumento da temperatura e pressão que ativa as reações para quebrar as ligações moleculares longas até que se obtenham produtos com cadeias mais curtas, isto é, produtos com um número de carbono menor do que 20.

A quebra das cadeias moleculares pode ocorrer com reações exotérmicas, elas mesmo contribuindo para aumentar a temperatura dentro do reator 10, até que sejam alcançados valores acima de 350°C, de acordo com as fricções interna e externa que se desenvolvem no material e que também dependem do tipo de material processado.

A pressão sofrida pelo material dentro do reator 10 é tal que gera o fluxo entre o rotor 15 e a camisa 14, que origina as ações de espremedura e estiramento.

A velocidade periférica do parafuso sem-fim deve estar entre 100 e 400m/min, de acordo com a viscosidade do material.

Para evitar a formação de produtos oxidados, a reação dentro do reator 10 é programada para ocorrer na ausência total de ar. Isto permite, adicionalmente, que seja obtida uma alta produção de hidrocarbonetos líquidos e gasosos com peso molecular baixo, isto é, de preferência com menos de 20 átomos de carbono.

No modo de realização mostrado, e para melhor resistência ao desgaste, os elementos que formam a parte periférica do rotor 15 e que ficam em contato direto com o material são feitos de aço sinterizado baseado em hidrocarboneto.

No exemplo, (ver Fig. 4), os elementos mutuamente adjacentes formando um único rotor 15 são em número de oito. Começando pela abertura de entrada 11 do material (à direita nas figuras), pode-se identificar o seguinte:

- a camisa 14 tendo um diâmetro interno igual a D ;

5 - um primeiro elemento 15a tendo um parafuso de quatro roscas, com passo constante, diâmetro nunca menor do que D , e com um núcleo igual a, pelo menos, $0,5 D$, apropriado para empurrar o material em direção à saída, o mencionado primeiro elemento 15a exercendo uma ação mecânica de modo a avançar o material com um mínimo aumento de temperatura possível;

10 - um segundo elemento circular, cilíndrico, 15b, tendo um diâmetro nunca maior do que o diâmetro do núcleo do elemento 15a, suficiente para permitir que o material empurrado para frente pelo elemento 15a flua para o espaço intermediário entre o mencionado segundo elemento 15b e a camisa 14 e, ao mesmo tempo, para impedir a passagem de ar que vem da entrada 11, graças à criação de um tampão formado pelo próprio material que se move para frente sem praticamente aumento da temperatura.

15 No exemplo, o mencionado segundo elemento tem um comprimento pelo menos igual à metade do diâmetro D .

20 - um terceiro elemento 15c, com parafuso de rosca simples, com passo P , igual a, pelo menos, $2 D$, diâmetro do núcleo nunca menor do que $0,85 D$, e comprimento entre $0,75 P$ e $1,0 P$, apropriado para empurrar o material em direção à saída 12;

25 - um quarto elemento 15d, com um parafuso idêntico ao do terceiro elemento 15c, mas com rosca da hélice oposta; este quarto elemento empurra o material de volta para aumentar ainda mais a pressão à qual o material está submetido, de modo a alcançar a temperatura necessária para iniciar as reações, possivelmente ainda exotérmicas, para quebrar as cadeias longas. Basicamente, o material é "misturado novamente" nas áreas do terceiro 15c, e quarto 15d, elementos;

o empurrão em direção à saída 12 exercido pelo elemento 15c supera o empurrão oposto exercido pelo 15d, já que, na porção em questão, a

viscosidade do material diminui drasticamente;

- um quinto elemento 15e com um parafuso de preferência menor do que 1,5 voltas, com rosca concordante com o quarto elemento 15d, mas com passo menor, no exemplo, igual a 0,5 D;

5 - um sexto elemento 15f, com um parafuso tendo o mesmo passo que o do elemento 15e, com um parafuso com rosca oposta à da hélice, isto é, empurrando em direção à saída 12 e com comprimento ligeiramente maior, por exemplo, igual a 2 voltas.

O comprimento do quinto e sexto elementos é de cerca de 0,85

10 D.

Os, quinto 15e, e sexto 15f, elementos contribuem, além disso, para a criação de um grande atrito dentro do material, que avança completamente em direção à saída 12;

15 - um sétimo elemento cilíndrico, circular ou tronco-cônico 15g, tendo diâmetro maior do que o segundo elemento 15b, e de modo a ser arranjado a uma distância entre 2 e 4mm da camisa 14, e de modo a obter um estiramento com alto atrito do material que, com o resfriamento subsequente, atinge uma consistência líquida ou gasosa, com resíduos sólidos. Nesta área, a quebra das cadeias de carbono é completada para obter-se uma produção alta
20 de compostos de peso molecular baixo.

No exemplo, o mencionado sétimo elemento 15g tem de 3 a 4 vezes o comprimento de D.

25 - um oitavo elemento 15h, com um parafuso do mesmo tipo que o do primeiro elemento 15a, que empurra o material que, agora, já está totalmente processado, e, por conseguinte, na forma do produto terminado, em direção à abertura de saída 12.

Basicamente, na área (Fig. 5), ocupada a partir do terceiro elemento 15c, até o sétimo elemento 15g, é onde ocorrem as ações de quebra química, por ação termo-mecânica, das cadeias moleculares.

No exemplo, o comprimento total do rotor 15 é igual a, de 15 a 20 vezes D, e o motor de engrenagem que o aciona, absorve de 0,2 a 0,6 kWh por kg de material tratado. Além disso, no exemplo três, a camisa 14 é feita de muitas peças. Em particular, na área onde ocorrem as reações químicas, a porção da camisa voltada em direção ao interior do reator 10 é feita com um cilindro cerâmico 140 tendo altas resistências mecânica, térmica e química.

De modo a impedir a dispersão do calor, o reator 10 é isolado através de uma camisa de revestimento 110, feita, por exemplo, de lã cerâmica.

De maneira oposta, o material orgânico a ser processado, que compreende substâncias orgânicas sólidas tendo ligações químicas com cadeias longas, geralmente mais de 20 átomos de carbono, é alimentado através de um transportador apropriado, por exemplo, pneumático ou usando parafuso sem-fim, na forma de sólido moído ou na forma pastosa, através do duto de alimentação 212. No caso da forma sólida moída, um ciclone separador é arranjado no funil de carregamento 210.

O material cai, por gravidade, e passa através da válvula rotativa 214 para o recipiente 28, onde é misturado pelo agitador 26 que leva o material em direção à boca de entrada 22, do parafuso sem-fim 21. O parafuso sem-fim 21 dosa e alimenta o material para o reator 10 através da abertura de entrada 11. O rotor 15 empurra o material, que durante o percurso sofre a transformação química, em direção à abertura de saída 12. A partir daí, os produtos da reação são enviados, pela abertura da válvula 39, para o extrator tipo parafuso sem-fim 31, do sistema de separação 30, onde o parafuso duplo 33 promove a separação das fases gasosa e sólida. Os produtos nas fases gasosa e vaporosa saem através do duto 36, enquanto os produtos na fase sólida saem através das aberturas do fundo 37.

A ação mecânica exercida pelo rotor 15, no material, gera fricção que eleva a temperatura do próprio material até, pelo menos, 250° C.

Isto permite que as reações químicas necessárias para quebrar as cadeias longas dos compostos orgânicos, sejam iniciadas (na área do terceiro elemento 15c). A inicialização das reações é provocada pela ação mecânica do terceiro elemento 15c. Adicionalmente, a ausência total de ar, graças ao
5 tampão de material que é formado na área do segundo elemento 15b, impede a formação de produtos oxidados, indesejáveis, (tais como aldeídos) e melhora a produção de compostos com cadeias mais curtas.

Basicamente, não é só o calor que não é suprido do exterior, mas também a entrada de ar no reator 10 é evitada, pelo menos, na porção na
10 qual as reações de quebra da cadeia ocorrem.

No entanto, na última porção, com as reações já tendo substancialmente ocorrido, é, algumas vezes, aconselhável promover aquecimento com resistências elétricas ou meios equivalentes.

Com isto, a quebra das ligações moleculares é iniciada e
15 ajudada pelo calor que se desenvolve dentro do reator seguindo-se a ação mecânica exercida, exclusivamente, pelo rotor 15, que é feito para girar com velocidade periférica de mais de 100m/min.

Para facilitar o manuseio do aparelho, é possível implementar um sistema de controle e gerenciamento que, se programado
20 apropriadamente, permite que todas as operações sejam executadas automaticamente.

O material orgânico, sólido, inicial, pode ser de qualquer origem, por exemplo, materiais plásticos (mesmo aqueles não homogêneos que, de outro modo, não poderiam ser reciclados por processos
25 convencionais), borrachas vulcanizadas ou termoplásticas originadas de rejeito industrial ou de pneus de veículos, alimentos vegetais, produtos pastosos ou semi-líquidos, etc.

No tratamento de materiais originários da recuperação de pneus e de alimentos baseados em vegetais, tem-se observado que há mais

resíduos de carbono sólido do que em outros materiais.

Para reduzir estes resíduos, é preferível a adição de hidrogênio dentro do reator 10, na porção na qual as reações ocorrem (entre os quarto 15d, e sexto 15f, elementos). Alternativamente, é possível o uso de metano, mais barato.

O processo descrito, aplicado ao tratamento de pneus, permite a obtenção de uma faixa ampla de produtos, tais como borrachas desvulcanizadas, que podem ser usadas novamente misturadas com novos materiais brutos, hidrocarbonetos, como combustíveis do tipo gás liquefeito (LGP), hidrocarbonetos, como gasolina ou diesel, óleo pesado, resíduos de carbono que também podem ser usados como um aditivo para asfalto, ou mesmo, com a adição possível de vapor pré-aquecido, como combustível.

O tratamento de plástico não homogêneo pelo processo descrito, permite que se obtenham hidrocarbonetos gasosos, hidrocarbonetos líquidos, e quantidades pequenas de resíduos sólidos.

Como pode ser percebido do que foi descrito, o processo e aparelho de acordo com a presente invenção, permitem que as necessidades sejam satisfeitas e permitem que os problemas mencionados na parte introdutória da presente descrição em relação às técnicas anteriores sejam superados.

Na verdade, o processo permite que ligações de carbono sejam quebradas e permite que seja obtida uma produção alta de produtos com número de átomos de carbono baixos sem a necessidade de suprimento de calor do exterior, com a conseqüente economia de energia, impedindo a entrada de ar dentro do reator, na ausência de qualquer catalisador, permitindo que seja obtido combustível gasoso e líquido.

Além disso, o mencionado processo pode ser executado com um aparelho simples que requer pouca manutenção, como, por exemplo, um reator no formato de parafuso sem-fim.

Adicionalmente, o processo não produz qualquer tipo de emissão para a atmosfera.

5 Com isto, é obtido um processo de craqueamento termodinâmico que usa, somente, a ação mecânica no material a ser tratado, na ausência de ar, provocando um aumento da temperatura, até a temperatura de decomposição, por fricção interna e externa.

10 Obviamente, alguém experiente na técnica pode fazer numerosas modificações e variações no processo e no aparelho descritos acima, de modo a satisfazer contingências e necessidades específicas, todas elas cobertas pelo escopo de proteção da invenção, conforme definido nas reivindicações seguintes.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para quebrar cadeias de moléculas orgânicas, caracterizado pelo fato de que material sólido, na forma moída, ou mesmo pastosa, compreendendo moléculas orgânicas, ser sujeito a estiramento mecânico, espremedura e ação de extração, o qual, por fricção interna e externa é submetido a um aumento de temperatura, na ausência de ar, e, como conseqüência disto, ligações moleculares longas são quebradas e são separadas uma fração gasosa, uma fração líquida e uma pequena fração sólida.
2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que uma parte do calor necessário para a reação é suprida do exterior, ao menos na parte final da separação.
3. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do mencionado material atingir temperaturas de, pelo menos, 250°C.
4. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da ação mecânica ser executada através de um parafuso sem-fim (13).
5. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato dos componentes das fases líquida e gasosa terem um peso molecular menor do que 20 átomos de carbono.
6. Aparelho (1) para executar o processo como definido na reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender um reator (10) que, por sua vez, compreende um recipiente hermético (14) que contém meios mecânicos (13) apropriados para submeter o material a uma ação de espremedura e estiramento mecânicos para provocar, graças à fricção interna e externa, um aumento de temperatura suficiente para quebrar as ligações moleculares longas, e para obter a separação das fases líquida e gasosa, com resíduos da fase sólida.
7. Aparelho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado

pelo fato do mencionado recipiente compreender uma camisa cilíndrica (14) equipada com uma abertura de entrada (11), uma abertura de saída (12), na qual está contido um rotor (15) colocado em rotação por meios apropriados.

5 8. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato do mencionado rotor (15) compreender uma pluralidade de elementos (15a-15h) encaixados em um eixo giratório (16).

9. Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do rotor (15) compreender pelo menos uma porção configurada como um parafuso sem-fim (15a-15h) para avançar o material.

10 10. Aparelho de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do rotor (15) compreender, pelo menos, duas porções consecutivas (15c, 15d, 15e, 15f) consistindo de duas porções de parafuso sem-fim com roscas em direções opostas.

15 11. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de pelo menos um elemento (15b) da mencionada pluralidade de elementos (15a-15h) ter uma configuração cilíndrica apropriada para criar um espaço intermediário entre mencionado pelo menos um elemento (15b) e a camisa (14), no qual o material flui, formando um tampão móvel que impede a passagem do ar vindo da abertura de entrada
20 (11).

12. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de pelo menos duas porções consecutivas (15c, 15d 15e, 15f) do mencionado rotor, com hélices enroladas em direções opostas, ficarem abaixo do mencionado elemento cilíndrico (15b), e empurrarem o
25 material em direção do seu centro, de modo a aumentar ainda mais a fricção interna à qual o próprio material é submetido.

13. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de pelo menos um elemento (15g) da mencionada pluralidade de elementos (15a-15h) ter uma configuração cilíndrica tendo um

diâmetro de modo a criar um espaço intermediário com a camisa (14), entre 2 e 4mm, de modo a obter um estiramento, com alta fricção, do material que avança.

5 14. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de adicionalmente compreender um sistema de alimentação (20), associado à mencionada abertura de entrada (11), e um sistema de separação (30), associado à mencionada abertura de saída (12).

10 15. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato do mencionado sistema de alimentação (20) compreender um alimentador tipo parafuso sem-fim (21) apropriado para dosar e alimentar o material chegando de um funil (210) para o reator (10).

15 16. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato do mencionado sistema de separação (30) compreender um extrator tipo parafuso sem-fim (31), tendo o eixo inclinado em relação ao do rotor (15), conectado lateralmente à abertura de saída (12) do reator (10), através de um flange (32), e provido de um duto de saída (36) para os componentes gasosos e vaporosos e aberturas para o componente na fase sólida, o mencionado extrator tipo parafuso sem-fim (31) sendo colocado em depressão.

20 17. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato do mencionado extrator tipo parafuso sem-fim (31) ser provido de um par de parafusos de contra-rotação (33) que se interceptam.

25 18. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato do mencionado flange (32) ser provido de uma válvula de corrediça (39) acionada por um pistão hidráulico (40) para regular a passagem dos produtos do reator (10) para o extrator (31).

19. Aparelho (1) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de uma fonte de hidrogênio ou metano, ser conectada à porção final, perto da abertura de saída (12), para limitar o depósito de carbono na fase sólida.

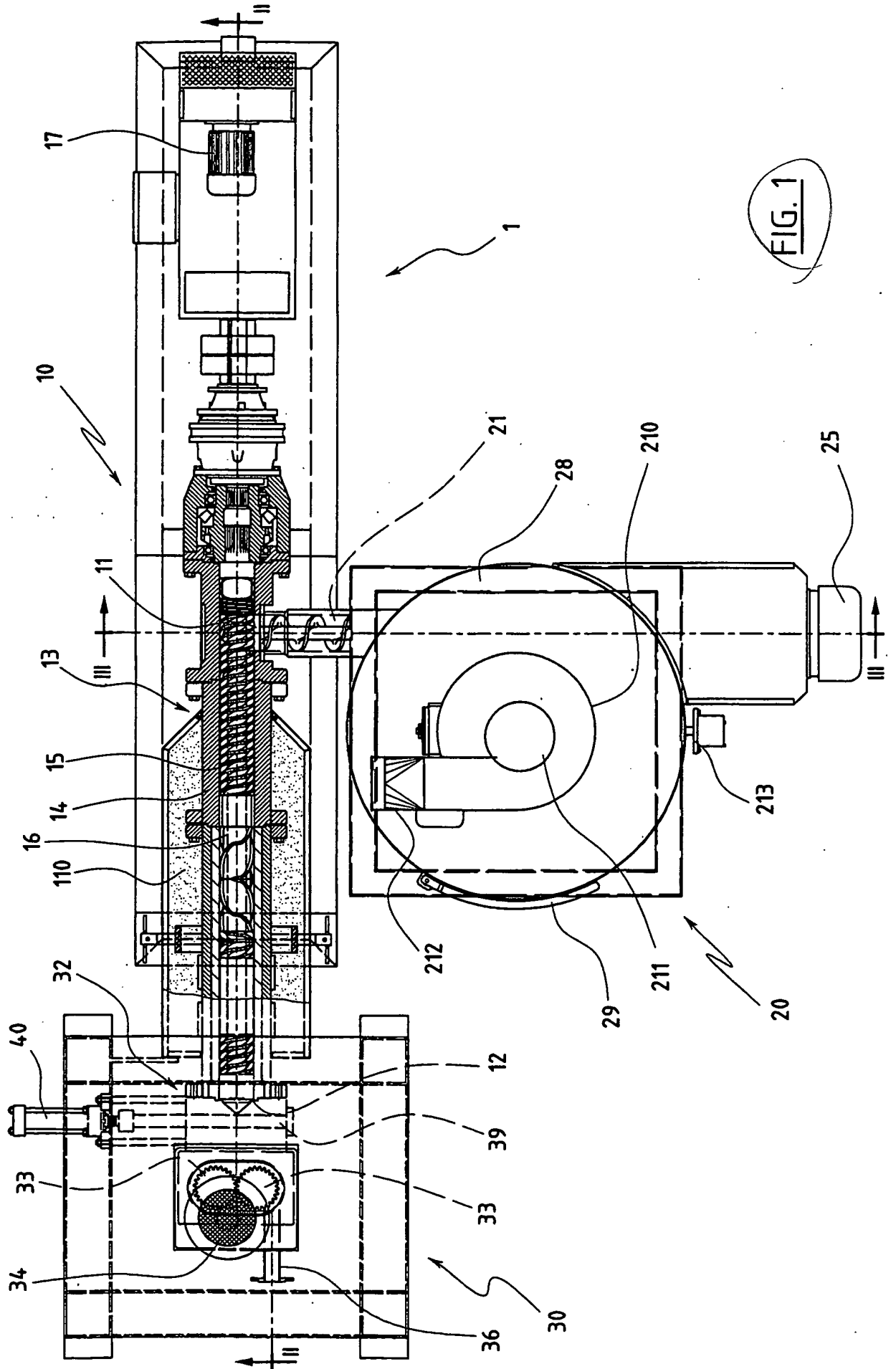
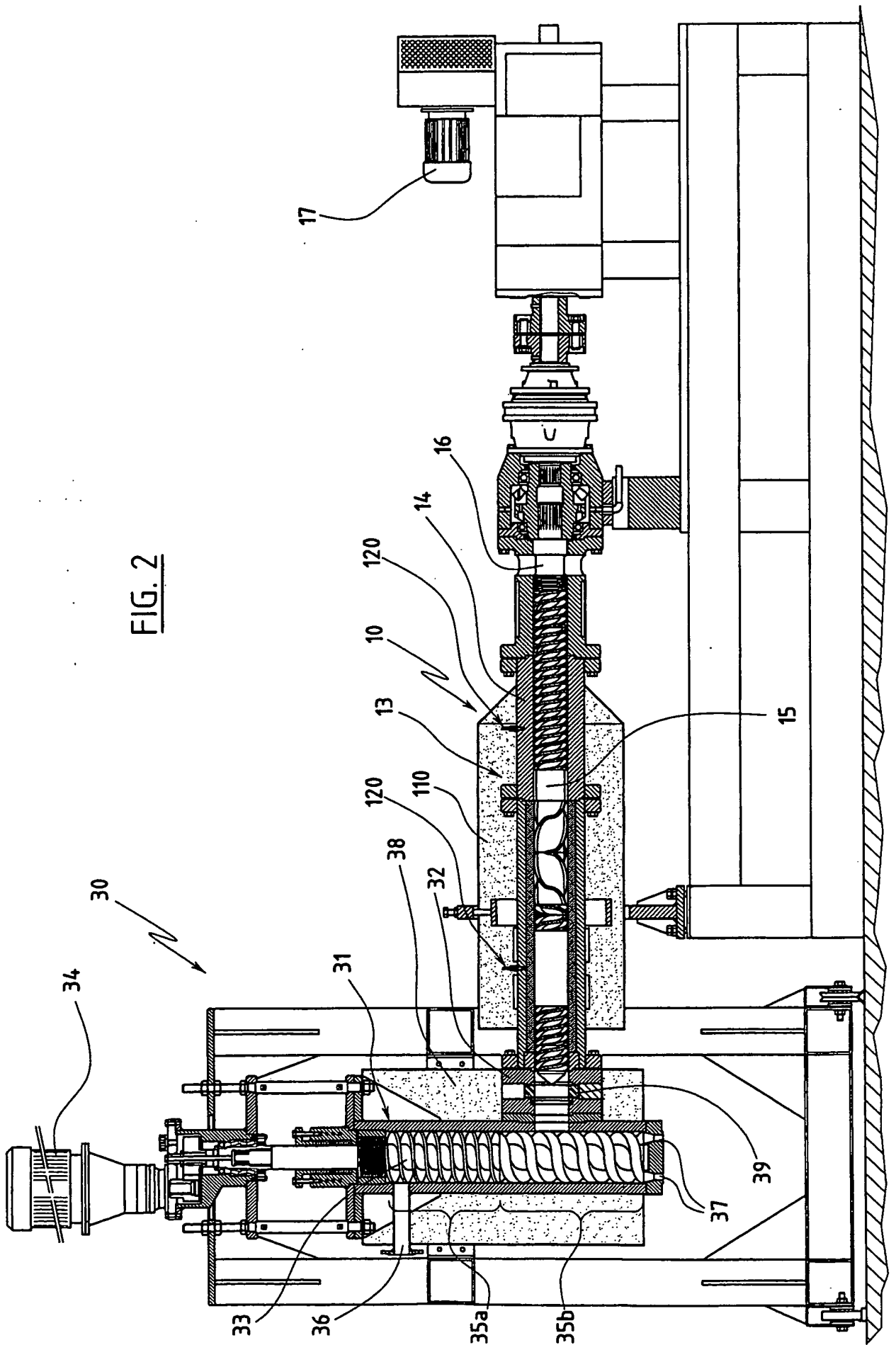


FIG. 1



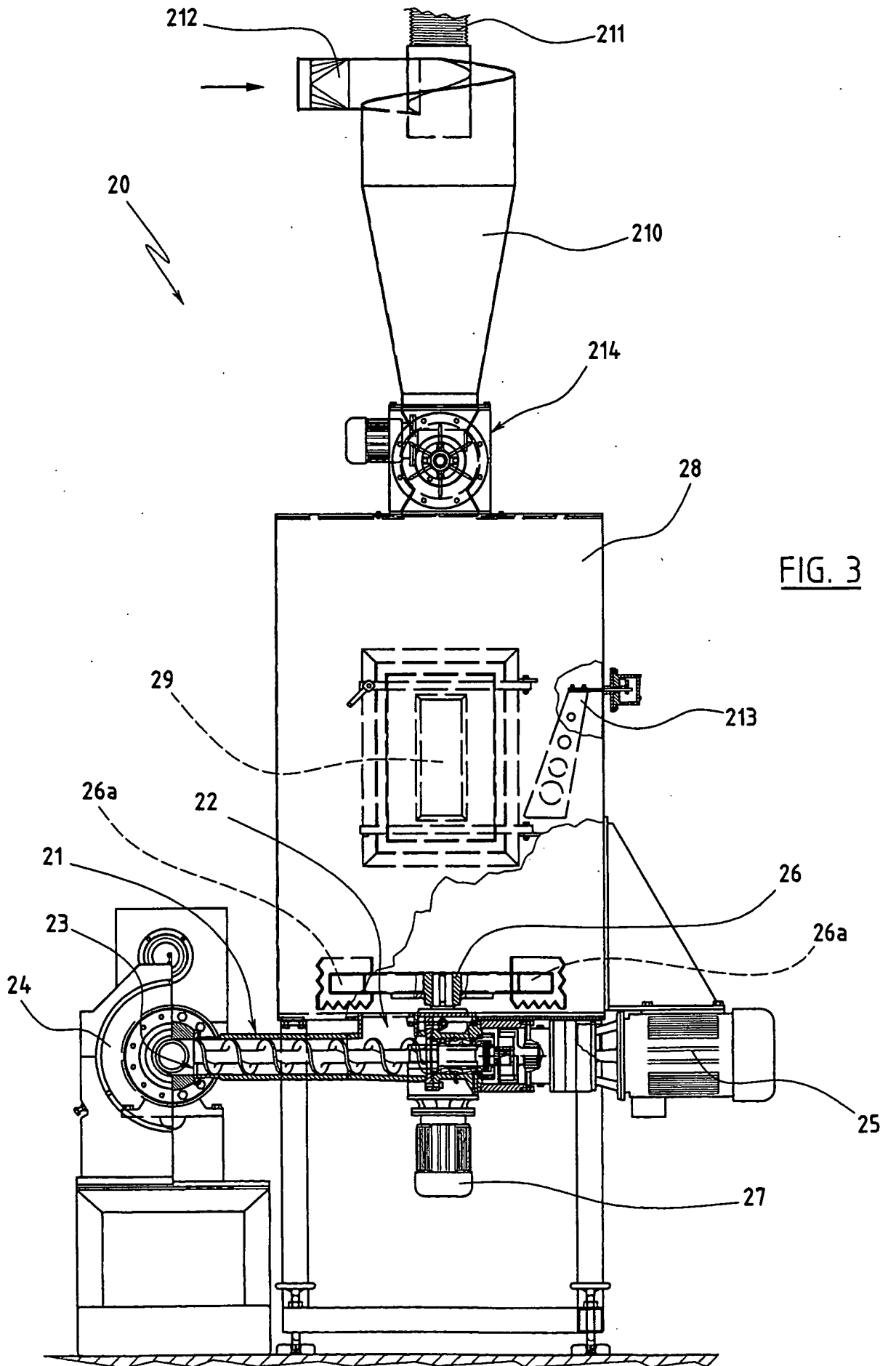


FIG. 3

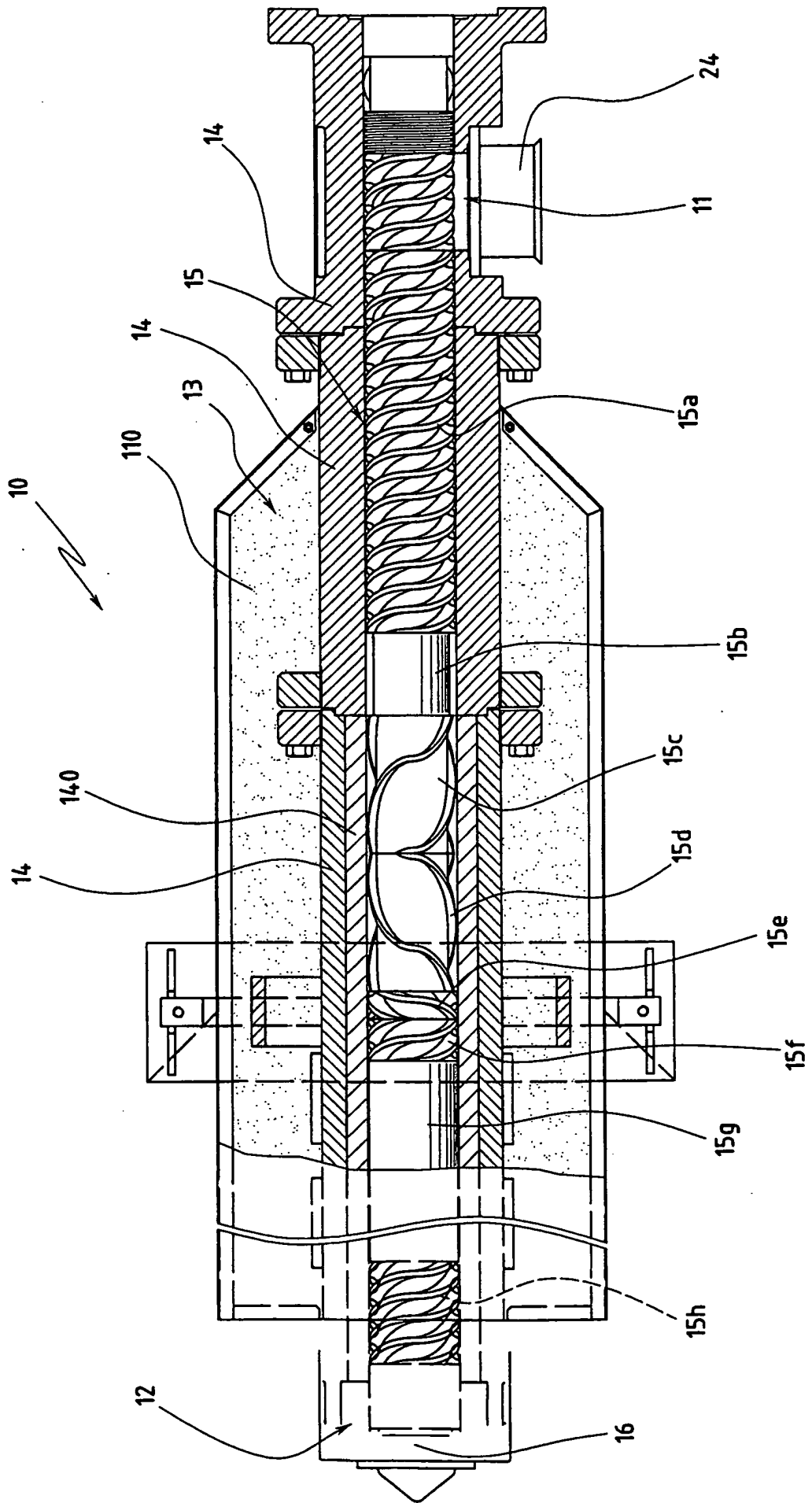


FIG. 4

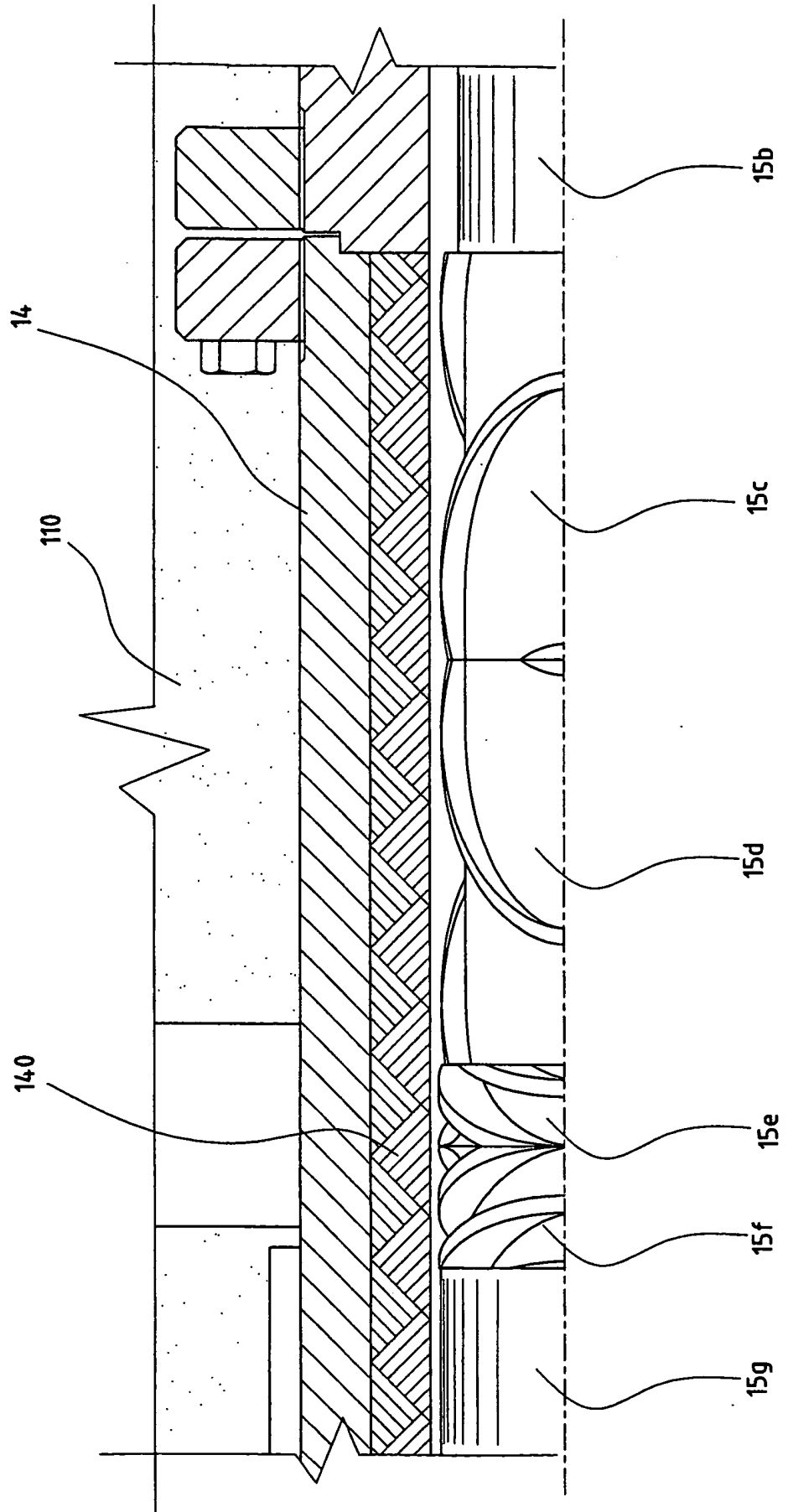


FIG. 5

RESUMO

“PROCESSO PARA QUEBRAR CADEIAS DE MOLÉCULAS ORGÂNICAS, E, APARELHO PARA EXECUTAR O MESMO”

5 Um processo para quebrar cadeias de moléculas orgânicas pelo qual o material sólido, compreendendo moléculas orgânicas, é submetido a uma ação de estiramento e espremedura mecânicos até assumir uma consistência pastosa que, por fricção interna, é submetido a um aumento de temperatura e pressão na ausência de ar, que quebra suas ligações moleculares longas e determina a separação das fases de seus componentes.