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

(11) **PI 0510131-0 B1**

(22) Data do Depósito: 20/04/2005

(45) Data de Concessão: 06/09/2016

(54) Título: PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE POLÍMERO ABSORVENTE, PARTÍCULAS DE POLÍMERO ABSORVENTE, COMPÓSITO, PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE COMPÓSITO, PRODUTOS QUÍMICOS, USOS DOS REFERIDOS POLÍMERO ABSORVENTE E COMPÓSITO, E DISPOSITIVOS

(51) Int.Cl.: C08J 3/12; B01J 20/30

(30) Prioridade Unionista: 21/04/2004 DE 102004019264.2

(73) Titular(es): EVONIK DEGUSSA GMBH

(72) Inventor(es): VOLKER BECKER, HEINZ-PETER GRUPE, DETLEF JUNG, ARMIN REIMANN

PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO DE POLÍMERO ABSORVENTE, PARTÍCULAS DE POLÍMERO ABSORVENTE, COMPÓSITO, PROCESSO PARA A PRODUÇÃO DE COMPÓSITO, PRODUTOS QUÍMICOS, USOS DOS REFERIDOS POLÍMERO ABSORVENTE E COMPÓSITO, E DISPOSITIVOS

A invenção se refere a um processo para a produção de um polímero absorvente, um polímero absorvente, um compósito, um processo para a produção de um compósito, produtos químicos compreendendo um polímero absorvente, um uso de um polímero absorvente e de um compósito, e um dispositivo para cominuir e secar um polímero, bem como um dispositivo de polimerização.

Para a formação dos supostos polímeros "absorventes", uma polimerização de vários tipos de monômeros normalmente solúveis em água, também freqüentemente juntamente com comonômeros insolúveis em água, na presença de agentes de reticulação, é necessária. A adição dos agentes de reticulação ocorre durante ou após a polimerização. Os polímeros absorventes desse tipo são polímeros de hidrogéis insolúveis em água, altamente reticulados, que têm uma alta capacidade para absorção de água nos estados seco e substancialmente isento de água. Esses podem compreender um múltiplo dos seus próprios pesos. Em razão da alta capacidade de absorção, os polímeros absorventes são adequados para incorporação em estruturas e objetos absorventes de água, tais como, por exemplo, fraldas para bebês, produtos de incontinência ou toalhas sanitárias. Esses polímeros absorventes são também descritos como "superabsorventes" na literatura. Nesse contexto, faz-se referência à referência "Modern Superabsorvent Polymer Technology", F. L. Bucholtz, A. T. Graham, Wiley-VCH, 1998.

A produção de polímeros desse tipo ocorre na presença de solventes, de preferência, água, de modo que uma etapa de secagem para secar o gel polimérico obtido é necessária. O tipo e processo de secagem têm uma influência significativa na estrutura microscópica e nas propriedades físicas e químicas do polímero produzido, de modo que é necessário ter-se cuidado particular na secagem do polímero.

A etapa de secagem representa uma etapa processual intensa em custo, uma vez que a água deve ser removida do polímero contra forças capilares osmóticas e forças provocadas por interação dipolo - dipolo e ligações de pontes de hidrogênio, bem como forças de adesão. Comumente, um polímero a ser seco vai ser cominuído a um granulado de gel, transferido como uma camada sobre uma correia perfurada e seco por meio de uma corrente de ar.

Um aumento na eficiência da secagem propicia um efeito significativo na diminuição de custo. Por outro lado, a eficiência na secagem não pode ocorrer à custa de uma secagem suave e uniforme. Os processos de secagem conhecidos anteriormente têm, freqüentemente, a desvantagem de que propiciam uma secagem heterogênea, em virtude das variações na espessura da camada de granulado de gel a ser seco e/ou em virtude das variações na densidade do granulado de gel dentro da camada. Uma secagem heterogênea tem um efeito desvantajoso na qualidade do produto e nas propriedades de absorção do polímero absorvente e do processamento adicional de produtos contendo esse polímero, por exemplo, artigos de higiene de todos os tipos. Além do

mais, uma secagem heterogênea do granulado de gel leva a um granulado de gel seco insatisfatoriamente e, portanto, viscoso, que se mantém aderido às superfícies do dispositivo de pulverização ligado seguinte ao dispositivo de secagem, o que provoca, freqüentemente, um tempo parado do dispositivo de pulverização.

Além do mais, uma secagem inadequada propicia a aglutinação das partículas do polímero a ser seco, associada com a formação de um bolo. A heterogeneidade desse bolo resulta em uma secagem desuniforme e na formação de áreas muito sólidas nesse bolo, pelas quais o ar pode passar apenas com dificuldade. Essas áreas devem ser ainda quebradas, com uma tensão mecânica significativa no polímero. Uma formação significativa e indesejável de pó é associada com isso.

Para solucionar esses problemas, a patente JP 08/73518 propõe a determinação contínua da espessura da camada de gel em um secador de correia e a adaptação das condições de secagem à espessura da camada de gel. A patente U.S. 6.291.636 B1 propõe a separação de granulado insuficientemente seco em uma etapa de separação, que ocorre antes da etapa de pulverização.

A separação de granulado insuficientemente seco proposta na patente U.S. 6.291.636 B1 é evitada de acordo com o ensinamento do pedido de patente internacional WO 03/051939 A1, por adição de uma proporção mínima de furfural ao ácido acrílico usado na polimerização. Esse processo é, no entanto, desvantajoso, uma vez que o furfural não apenas funciona como um inibidor de

polimerização, mas é também tóxico, o que é particularmente questionável para o uso dos polímeros em artigos de higiene.

Em geral, o objeto relacionado com a presente invenção é o de superar as desvantagens provenientes do estado da técnica.

É em particular um objeto da presente invenção proporcionar um processo, de acordo com o qual podem ser produzidos polímeros absorventes, no qual uma secagem particularmente eficiente e uniforme do material de gel, obtido como um produto intermediário, é feita. Esse processo deve levar, em menos etapas processuais possíveis, a polímeros superabsorventes com qualidade uniforme e com uma menor proporção possível de impurezas toxicológicas.

É também um objeto da presente invenção proporcionar um processo, de acordo com o qual polímeros absorventes ou compósitos compreendendo polímeros desse tipo podem ser produzidos, com o qual os polímeros absorventes têm uma qualidade particularmente uniforme e propriedades físico-químicas correspondentes ao uso deles, em particular propriedades absorventes.

Um outro objeto da invenção é proporcionar um polímero absorvente, compósitos que compreendem polímeros absorventes desse tipo e produtos químicos que compreendem polímeros absorventes desse tipo, que têm propriedades físico-químicas particularmente uniformes e um mínimo de impurezas toxicológicas.

É um outro objeto proporcionar um dispositivo com o qual polímeros absorventes, com propriedades físicas

particularmente uniformes, podem ser preparados de uma maneira efetiva em custo.

É um outro objeto reduzir a tensão mecânica de outros dispositivos de processamento conectados após o reator de polimerização, para reduzir a probabilidade de quebra e prolongar os períodos operacionais deles.

Além disso, um objeto de acordo com a invenção se baseia na provisão de um polímero superabsorvente, que pode ser incorporado particularmente bem em artigos de higiene, o que influencia vantajosamente as propriedades absorventes dos artigos de higiene, e que é caracterizado por uma pequena carga de impurezas toxicológicas.

Esses objetos são solucionados de acordo com a invenção pelo processo para a produção de um polímero absorvente, pelo polímero absorvente, pelo compósito compreendendo o polímero absorvente, pelo processo para produção de um compósito, pelos produtos químicos compreendendo o polímero absorvente ou o compósito, pelo uso do polímero absorvente, pelo dispositivo para cominuição e secagem de um polímero e pelo dispositivo de polimerização, como apresentado nas respectivas reivindicações independentes. As modalidades vantajosas e outros desenvolvimentos, que podem aparecer individualmente ou em combinação, são o objeto das respectivas reivindicações dependentes.

O processo de acordo com a invenção para a produção de um polímero absorvente compreende as etapas processuais de:

i) polimerização de uma solução monomérica aquosa para obter um gel polimérico;

ii) cominuição do gel polimérico para obter um granulado de gel; e

iii) secagem do granulado de gel;

e é caracterizado pelo fato de que o granulado de gel, após a etapa ii), de preferência, após a etapa ii) e antes da etapa iii), ou após a etapa ii) e durante a etapa iii), ou após a etapa ii) e antes da e durante a etapa iii), particularmente, no entanto, em um momento no qual o granulado de gel tem ainda um teor de água entre 20 e 90% em peso, de preferência, entre 40 e 70% em peso e, particularmente, entre 45 e 65% em peso, e, especialmente, entre 50 e 60%, com base, respectivamente, no peso total do granulado de gel, e a uma temperatura T_{GP} (GP = partícula de gel) dentro de uma faixa de 20-150°C, particularmente, dentro de uma faixa de 30-100°C, mais particularmente, dentro de uma faixa de 40-80°C e, especialmente, dentro de uma faixa de 50-70°C, tem um comportamento de espalhamento de acordo com os métodos de teste aqui descritos.

O início da etapa iii) é em qualquer ponto de tempo durante o transcorrer da produção dos polímeros absorventes, na qual o gel polimérico, obtido após a polimerização, após a cominuição, é preferivelmente aquecido por condução de energia na forma de calor ou na forma de radiação, de preferência, radiação de IR (infravermelho), a uma temperatura de 60°C, particularmente, pelo menos 100°C e, especialmente, pelo menos 150°C, é, de preferência, aquecido, de modo que uma redução contínua do teor de água do polímero e, desse modo, uma secagem do mesmo sejam garantidas.

O comportamento de espalhamento é a tentativa do granulado de gel de equilibrar as variações das espessuras das camadas. Nesse aspecto, não apenas as forças gravitacionais, mas também as forças elásticas, têm efeito. Por exemplo, se o granulado de gel for transportado em uma superfície horizontal, o granulado de gel se distribui por si nessa superfície, na qual desloca a tendência de equilibrar canais e picos e realizar um nivelamento do granulado de gel. As forças elásticas acionam o granulado de gel à distância e as partículas do granulado de gel tentam relaxar mecanicamente. Se as partículas do granulado de gel tiverem relaxado mecanicamente, comportam-se como granulados de géis conhecidos. As forças elásticas das partículas do granulado de gel emprestam ao granulado de gel um caráter vivo.

A secagem é simplificada pelo comportamento de espalhamento do granulado de gel, uma vez que ele promove uma espessura da camada mais uniforme. Se, por exemplo, um granulado de gel desse tipo for sacudido para secagem de uma altura de queda entre 20 e 80 cm, em particular com uma altura de queda entre 30 e 50 cm, em uma correia de secagem (secador de correia), o comportamento de espalhamento do granulado de gel leva, vantajosamente, a variações da espessura da camada do granulado de gel na correia de secagem (espessura de camada média na correia de secagem se mantém entre 5 e 20 cm, em particular entre 10 e 15 cm) montando a menos de 30%, em particular menos de 20%, de preferência, menos de 10%. Uma variação de, por exemplo, menos de 10% significa que a altura do gel na posição com a

menor espessura do gel se desvia por menos de 10% da altura do gel na posição com a maior espessura do gel. Por meio dessa equilibração da espessura da camada, o granulado de gel pode ser seco particularmente uniformemente.

Os granulados de géis de um polímero absorvente, que têm, comumente, um teor de água entre 20 e 90% em peso, de preferência, entre 40 e 70% em peso, particularmente, entre 45 e 65% em peso, e, especialmente, entre 50 e 60% em peso após a polimerização, podem ser secos particularmente eficientemente por causa do efeito de nivelamento do espalhamento. O polímero absorvente assim seco tem propriedades físico-químicas particularmente uniformes.

Em uma modalidade do processo de acordo com a invenção, pelo menos um, de preferência, todas das seguintes características estão presentes:

a. o gel polimérico é mecanicamente solto, após a cominuição na etapa ii), na forma do granulado de gel, após a cominuição e antes do início descrito previamente da etapa de secagem iii), e um granulado de gel solto é obtido, cujo granulado de gel solto tem um comportamento de espalhamento determinado de acordo com os métodos de teste aqui descritos; e

b. o gel polimérico é primeiro mecanicamente solto durante a etapa de secagem iii), de preferência, após pelo menos 5% em peso, particularmente, pelo menos 10% em peso, mais particularmente, pelo menos 20% em peso e,

especialmente, pelo menos 30% em peso da água contida no gel polimérico, antes do início da etapa de secagem iii), serem evaporados, e um granulado de gel solto é obtido, cujo granulado de gel solto tem um comportamento de espalhamento de acordo com o método de teste aqui descrito.

A soltura descrita acima do granulado de gel nas modalidades a. e b. ocorre, no entanto, de preferência, em um momento no qual as partículas do gel têm ainda o primeiro teor de água citado e a primeira temperatura citada.

A soltura do granulado de gel ocorre, desse modo, antes ou durante a etapa de secagem iii). É também possível soltar o granulado de gel antes e durante o processo de secagem. O comportamento de espalhamento do granulado de gel é aqui provocado pela soltura mecânica. A soltura leva a uma menor densidade aparente do granulado de gel não seco, determinada de acordo com a norma ERT 460.1-99 de preferivelmente menos de 800 g/L, particularmente, menos de 750 g/L, mais particularmente, menos de 700 g/L e, ainda mais particularmente, menos de 650 g/L e, especialmente, menos de 600 g/L. Prefere-se ainda que a densidade aparente do granulado não seco diminua em função da soltura por pelo menos 1%, particularmente, por pelo menos 5%, mais particularmente, por pelo menos 10%, ainda mais particularmente, por pelo menos 20% e, especialmente, por pelo menos 30%. Em outra modalidade do processo de acordo com a invenção, a densidade aparente do granulado de gel

não seco diminui por meio da soltura por 10-50%, e, particularmente, por 20-30%. Nesse contexto, uma redução da densidade aparente de, por exemplo, 5% significa que a densidade aparente do granulado não seco, após a soltura, é inferior por pelo menos 5% da densidade aparente antes da soltura. Em uma modalidade particular do processo de acordo com a invenção, uma redução da densidade aparente se situa dentro de uma faixa de 10-50%, particularmente, dentro de uma faixa de 20-40%.

Em uma outra modalidade do processo de secagem de acordo com a invenção, o comportamento de espalhamento do granulado de gel ou do granulado de gel solto, após a etapa ii), de preferência, após a etapa ii) e antes da etapa iii), ou após a etapa ii) e durante a etapa iii), ou após a etapa ii) e antes e durante a etapa iii), de preferência, no entanto, em um momento no qual o granulado de gel tem ainda as primeira proporção de água e temperatura mencionadas, é caracterizado por pelo menos uma, preferivelmente todas das seguintes características (δ1) a (δ4):

(δ1) um primeiro índice de compressibilidade K1 do granulado de gel se situa entre 10 e 40%, em particular entre 15 e 30%, e especialmente entre 18 e 25%;

(δ2) um segundo índice de compressibilidade K2 do granulado de gel se situa entre 3×10^{-5} Pa^{-1} e 6×10^{-5} Pa^{-1}, em particular entre $3,5 \times 10^{-5}$ Pa^{-1} e 5×10^{-5} Pa^{-1}, e especialmente entre $3,9 \times 10^{-5}$ Pa^{-1} e $4,3 \times 10^{-5}$ Pa^{-1};

(δ3) um primeiro índice de descompressibilidade K1' do granulado de gel se situa entre 3 e 15%, em particular entre 4 e 10%, e especialmente entre 5 e 8%; e

(δ4) um segundo índice de descompressibilidade K2' do granulado de gel se situa entre 3 x 10^{-5} Pa^{-1} e 7 x 10^{-5} Pa^{-1}, em particular entre 4 x 10^{-5} Pa^{-1} e 8 x 10^{-5} Pa^{-1}, e especialmente entre 5 x 10^{-5} Pa^{-1} e 6,5 x 10^{-5} Pa^{-1}.

Cada uma das características mencionadas acima representam outras modalidades de acordo com a invenção. Dessas as seguintes combinações de figuras representam as modalidades preferidas: δ1δ2δ3, δ1δ2δ4, δ1δ3δ4, δ1δ2, δ1δ3, δ1δ4, δ2δ3, δ2δ4, δ1, δ2, δ3, δ4, δ1δ2δ3δ4, em que δ1δ2δ3δ4 é particularmente preferida.

O comportamento de espalhamento, que é vantajoso para a secagem do granulado de gel, é descrito por esses índices de compressibilidade e descompressibilidade.

Em uma outra modalidade do processo de acordo com a invenção, o granulado de gel, após a etapa ii), de preferência, após a etapa ii) e antes do início da etapa iii), ou após a etapa ii) e durante a etapa iii), ou após a etapa ii) e antes e durante a etapa iii), de preferência, no entanto, em um ponto no qual o granulado de gel tem ainda as primeira proporção de água e temperatura mencionadas, tem pelo menos uma das seguintes propriedades:

(ε1) um índice de espalhamento em seção transversal Q, determinado de acordo com o método de teste aqui descrito, sob uma carga

com uma massa total de 1.185 g, de pelo menos 3, em particular, pelo menos 5, de preferência, pelo menos 7, particularmente, pelo menos 7,5 e, especialmente, pelo menos 7,82, em que o índice de espalhamento em seção transversal Q é preferivelmente menor do que 20;

(ε2) um índice de espalhamento em seção transversal Q, determinado de acordo com o método de teste aqui descrito, sob uma carga com uma massa total de 2.175 g, de pelo menos 3, em particular, pelo menos 5, de preferência, pelo menos 7, particularmente, pelo menos 7,5 e, especialmente, pelo menos 7,56, em que o índice de espalhamento em seção transversal Q é preferivelmente menor do que 20;

(ε3) um índice de espalhamento em seção transversal Q, determinado de acordo com o método de teste aqui descrito, sob uma carga com uma massa total de 3.185 g, de pelo menos 3, em particular, pelo menos 5, de preferência, pelo menos 6, particularmente, pelo menos 7 e, especialmente, pelo menos 7,23, em que o índice de espalhamento em seção transversal Q é preferivelmente menor do que 20; e

(ε4) um índice de espalhamento em seção transversal Q, determinado de acordo com o

método de teste aqui descrito, sob uma carga com uma massa total de 6.185 g, de pelo menos 3, em particular, pelo menos 4, de preferência, pelo menos 5, particularmente, pelo menos 6 e, especialmente, pelo menos 6,57, em que o índice de espalhamento em seção transversal Q é preferivelmente menor do que 20.

Cada uma das características indicadas acima representam modalidades de acordo com a invenção. Dessas, as seguintes combinação de figuras representam as modalidades preferidas: ε1ε2ε3, ε1ε2ε4, ε1ε2, ε1ε3, ε1ε4, ε2ε3, ε2ε4, ε3ε4, ε1, ε2, ε3, ε4, ε1ε2ε3ε4, em que ε1ε2ε3ε4 é particularmente preferida.

Em uma modalidade preferida do processo de acordo com a invenção, o granulado de gel tem, após a etapa ii), de preferência, após a etapa ii) e antes do início da etapa iii), ou após a etapa ii) e durante a etapa iii), ou após a etapa ii) e antes e durante a etapa iii), de preferência, no entanto, em um ponto no qual o granulado de gel tem ainda as primeira proporção de água e temperatura mencionadas, uma constante de tempo de espalhamento τ, determinada de acordo com o método de teste aqui descrito, sob uma carga com uma massa total de 6.185 g, de pelo menos 2 s, de preferência, de pelo menos 4 s, particularmente, de pelo menos 6 s e especialmente de pelo menos 10s. Prefere-se ainda que a constante do tempo de espalhamento τ não exceda um valor de 60 s.

Os primeiro e segundo índices de compressibilidade K1 e K2, respectivamente, do granulado de gel, bem como os primeiro e segundo índices de descompressibilidade K1' e K2', respectivamente, do granulado de gel são definidos por experimentos de compressão e descompressão descritos no item dos resultados dos testes. A determinação do índice de espalhamento em seção transversal Q e da constante do tempo de espalhamento τ é também apresentada nos métodos de teste.

Vantajosamente, o gel é submetido na etapa processual ii) a pelo menos três etapas de cominuição:

- com uma unidade de corte, de preferência, com uma lâmina, para cortar o gel em tiras de gel planas, de preferência, com um comprimento dentro da faixa de 5-50, de preferência de 8-40 e particularmente de 10-30 mm, uma altura dentro da faixa de 1-30, de preferência de 5-25 e particularmente de 10-20 mm, bem como uma largura dentro da faixa de 1-40, de preferência de 5-30 e particularmente de 10-20 mm;
- com uma unidade de esmigalhamento, de preferência, um quebrador, para esmigalhar as tiras de gel em pedaços de gel, de preferência, com um comprimento dentro da faixa de 2,5-25, de preferência, de 1-12,5 mm, uma altura dentro da faixa de 0,5-15, de preferência, de 0,25-7,5 mm, bem como uma

largura dentro da faixa de 0,5-20, de preferência, de 0,25-10 mm; e

- uma unidade "tipo moedor de carne" (moagem), de preferência, um moedor tendo um parafuso e uma placa de furos, em que o parafuso se movimenta contra a placa de furos, para moer e esmagar os pedaços de gel em partes de gel, que são preferivelmente menores do que os pedaços de gel.

Uma relação superfície-volume ótima é assim obtida, que tem um efeito vantajoso no comportamento de secagem. Um gel, que tenha sido assim cominuído, é particularmente adequado para secagem em correia. A cominuição em três etapas oferece uma melhor "capacidade de aeração", por causa dos canais localizados entre os núcleos do granulado.

Prefere-se ainda que o granulado de gel, obtido após a etapa ii) no processo de acordo com a invenção, compreenda pelo menos 10, de preferência, pelo menos 20 e, especialmente, pelo menos 30% em peso, respectivamente, com base no peso total do granulado de gel, de um polímero absorvente, baseado em:

(α1) 0,1-99,999% em peso, de preferência, 20-97,98% em peso e, particularmente, 60-93,95% em peso de monômeros compreendendo grupos ácidos, etilenicamente insaturados, polimerizados ou seus sais, ou monômeros etilenicamente insaturados, polimerizados, compreendendo um átomo de nitrogênio protonado ou quaternário, ou suas misturas,

em que as misturas compreendendo pelo menos monômeros compreendendo grupos ácidos etilenicamente insaturados, de preferência, ácido acrílico, são as particularmente preferidas;

(α2) 0-70% em peso, de preferência, 1-60% em peso e, particularmente, 1-40% em peso de monômeros etilenicamente insaturados, polimerizados, que podem ser copolimerizados com (α1);

(α3) 0,001-10% em peso, de preferência, 0,01-7% em peso e, particularmente, 0,05-5% em peso de um ou mais agentes de reticulação;

(α4) 0-30% em peso, de preferência, 1-20% em peso e, particularmente, 5-10% em peso de polímeros solúveis em água; bem como

(α5) 0-20% em peso, de preferência, 0,01-7% em peso e, particularmente, 0,05-5% em peso de um ou mais auxiliares,

baseados, respectivamente, no polímero absorvente seco, em que a soma dos pesos dos componentes (α1) a (α5) monta a 100% em peso.

O granulado de gel compreende água em uma proporção significativa, uma vez que o polímero absorvente é obtido de uma solução aquosa de monômero, que compreende, de preferência, água dentro da faixa de 90 a 50, de preferência, dentro da faixa de 88 a 55 e, particularmente, dentro da faixa de 70 a 60% em peso de água, com base, respectivamente, na solução aquosa de monômero.

Os monômeros compreendendo grupos ácidos, etilenicamente insaturados (α1) podem ser parcial ou inteiramente, de preferência, parcialmente, neutralizados. De preferência, os monômeros compreendendo grupos ácidos monoetilenicamente insaturados são neutralizados a pelo menos 25 mol%, particularmente, a pelo menos 50 mol% e, especialmente, a 50 a 90 mol%. A neutralização dos monômeros (α1) pode ocorrer antes e também depois da polimerização. Além disso, a neutralização pode ocorrer com hidróxidos de metais alcalinos, hidróxidos de metais alcalino-terrosos, amônia, bem como carbonatos e bicarbonatos. Além disso, qualquer base adicional é concebível, desde que forme um sal solúvel em água com o ácido. A neutralização com amônia ou com hidróxidos de metais alcalinos é preferida, particularmente, com hidróxido de sódio ou com amônia.

Além do mais, em um polímero, os grupos de ácidos livres podem predominar, de modo que esse polímero tenha um valor de pH situado na faixa ácida. Esse polímero absorvente de água ácido pode ser pelo menos parcialmente neutralizado por um polímero com grupos básicos livres, de preferência, grupos amina, cujo polímero seja básico comparado com o polímero ácido. Esses polímeros são denominados "polímeros absorventes de troca iônica de leito misto" (polímeros MBIEA) na literatura e são descritos, entre outros, no pedido de patente internacional WO 99/34843. A descrição do pedido de patente internacional WO 99/34843 é aqui introduzida por meio de referência e é, desse modo, parte da presente descrição. Geralmente, os

polímeros MBIEA representam uma composição que contém, por um lado, polímeros básicos, que são capazes de trocar ânions, e, por outro lado, contêm um polímero, que é ácido, comparado com o polímero básico e que é capaz de trocar cátions. O polímero básico tem grupos básicos e é tipicamente obtido por polimerização de monômeros que portam grupos básicos ou grupos que podem ser convertidos em grupos básicos. Esses monômeros são todos aqueles que têm as aminas primárias, secundárias ou terciárias, ou as fosfinas correspondentes, ou pelo menos dois dos grupos funcionais mencionados acima. Esse grupo de monômero inclui, em particular, etilenoamina, alilamina, dialilamina, 4-aminobuteno, alquiloxicicleno, vinilformamida, 5-aminopenteno, carbodiimida, formaldacina, melanina e assemelhados, bem como os seus derivados de aminas secundárias ou terciárias.

As revelações do pedido de patente DE 102 23 060 A1, em particular com relação aos monômeros (α1) e (α2), os agentes de reticulação (α3), bem como em relação ao iniciador e às proporções do iniciador empregadas são aqui incorporadas como referência e, desse modo, formam parte da presente descrição.

Os monômeros contendo grupos ácidos monoetilenicamente insaturados (α1) são aqueles citados no pedido de patente DE 102 23 060 A1 como os monômeros preferidos (α1), em que o ácido acrílico é particularmente preferido.

Prefere-se de acordo com a invenção que o polímero absorvente compreenda monômeros contendo grupos carboxilato a pelo menos 50% em peso, particularmente, a pelo menos 70%

em peso e, especialmente, a pelo menos 90% em peso, com base no peso seco. Prefere-se particularmente de acordo com a invenção que os polímero absorvente seja formado de pelo menos 50% em peso, de preferência, pelo menos 70% em peso de ácido acrílico, que é preferivelmente neutralizado a pelo menos 20 mol%, particularmente, a pelo menos 50 mol%.

Como os monômeros monoetilenicamente insaturados (α2), que são copolimerizáveis com (α1) são os preferidos como os monômeros que são citados no pedido de patente DE 102 23 060 A1 como os monômeros preferidos (α2), em que acrilamida é particularmente preferida.

Os agentes de reticulação preferidos (α3) de acordo com a invenção são os compostos que têm pelo menos dois grupos etilenicamente insaturados em uma molécula (classe de agente de reticulação I), os compostos que têm pelo menos dois grupos funcionais que podem reagir com os grupos funcionais dos monômeros (α1) ou (α2) em uma reação de condensação (= agentes de reticulação de condensação), uma reação de adição ou uma reação de abertura de anel (agente de reticulação classe II), compostos que têm pelo menos um grupo etilenicamente insaturado e pelo menos um grupo funcional que pode reagir com os grupos funcionais dos monômeros (α1) ou (α2) em uma reação de condensação, uma reação de adição ou uma reação de abertura de anel (agente de reticulação classe III), ou cátions metálicos polivalentes (agente de reticulação classe IV). Desse modo, com os compostos do agente de reticulação classe I, obtém-se uma reticulação do polímero por polimerização radicalar dos grupos etilenicamente insaturados das moléculas do

agente de reticulação com os monômeros monoetilenicamente insaturados (α1) ou (α2), enquanto que com os compostos do agente de reticulação classe II e os cátions de metais polivalentes do agente de reticulação classe IV, uma reticulação do polímero é obtida, respectivamente, por reação de condensação dos grupos funcionais (agente de reticulação classe II) ou por meio de interação eletrostática dos cátions de metais polivalentes (agente de reticulação classe IV) com os grupos funcionais do monômero (α1) ou (α2). Com os compostos do agente de reticulação classe III, uma reticulação dos polímeros é obtida correspondentemente por polimerização radicalar dos grupos etilenicamente insaturados ou também por reação de condensação entre os grupos funcionais dos agentes de reticulação e dos grupos funcionais dos monômeros (α1) ou (α2).

Os agentes de reticulação preferidos (α3) são aqueles compostos que são citados no pedido de patente DE 102 23 060 A1 como os agentes de reticulação (α3) dos agentes de reticulação classes I, II, III e IV, em que:

- como os compostos do agente de reticulação classe I, N,N'-metilenobisacrilamida, poli (di-met-acrilatos de etilenoglicol), cloreto de trialilmetilamônio, cloreto de tetraalilamônio e acrilato de alilpolietilenoglicol, produzidos com 9 mols de óxido de etileno por mol de ácido acrílico, são particularmente preferidos; e

- como os compostos ou o agente de reticulação classe IV, $Al_2(SO_4)_3$ e seus hidratos são particularmente preferidos.

Os polímeros absorventes preferidos são os polímeros que são reticulados por agentes de reticulação das seguintes classes de agentes de reticulação ou por agentes de reticulação das seguintes combinações de classes de agentes de reticulação, respectivamente: I, II, III, IV, I II, I, III, I IV, I II III, I II IV, I III IV, II III IV, II IV ou III IV. As combinações precedentes de classes de agentes de reticulação representam, respectivamente, uma modalidade preferida dos agentes de reticulação de um polímero.

Outras modalidades preferidas dos polímeros absorventes são os polímeros que são reticulados por quaisquer dos agentes de reticulação descritos no pedido de patente DE 102 23 060 A1, como os agentes de reticulação das classes de agentes de reticulação I, em que N,N'-metilenobisacrilamida, poli (di-met-acrilatos de etilenoglicol), cloreto de trialilmetilamônio, cloreto de tetraalilamônio e acrilato de alilpolietilenoglicol, produzidos com 9 mols de óxido de etileno por mol de ácido acrílico, são particularmente preferidos como os agentes de reticulação da classe de agente de reticulação I.

Os polímeros absorventes podem ser produzidos dos monômeros e dos agentes de reticulação citados acima por vários meios de polimerização conhecidos da técnica anterior. Por exemplo, nesse contexto, podem ser citadas polimerização em massa, que ocorre preferivelmente em

reatores de amassamento, tais como extrusoras, ou por polimerização em correia, polimerização em solução, polimerização por aspersão, polimerização por emulsão inversa e polimerização por suspensão inversa. A polimerização em solução é, de acordo com a invenção, conduzida preferivelmente em água, como o solvente. A polimerização em solução pode ocorrer contínua ou descontinuamente. Da técnica anterior, um amplo espectro de possibilidades de variação pode ser aprendido com relação às proporções de reação, tais como temperaturas, tipo e quantidade dos iniciadores, bem como da solução de reação. Os processos típicos são descritos nos seguintes relatórios descritos de patentes: U.S. 4.286.082, DE 27 06 135, U.S. 4.076.663, DE 35 03 458, DE 40 20 780, DE 42 44 548, DE 43 23 001, DE 43 33 056 e DE 44 18 818. As descrições são aqui incluídas por referência e formam, desse modo, parte da presente descrição.

Como geralmente usual, a polimerização é iniciada por uso de um iniciador. Como os iniciadores para iniciação da polimerização, todos os iniciadores formando radicais, sob as condições de polimerização, podem ser usados, que são comumente empregados na produção de superabsorventes. Uma iniciação da polimerização por ação de radiação eletrônica na mistura aquosa polimerizável é possível. A polimerização também pode ser iniciada na ausência de iniciadores do tipo acima, por ação de radiação energética na presença de fotoiniciadores. Os iniciadores de polimerização podem ser dissolvidos ou dispersos em uma solução de monômero de acordo com a invenção. Como os iniciadores, podem ser

usados todos os compostos conhecidos das pessoas versadas na técnica, que decompõem para formar radicais. Os iniciadores particularmente preferidos e as quantidades dos iniciadores preferidas, que vão ser usados, são aqueles iniciadores e quantidades, respectivamente, que são citados no pedido de patente DE 102 23 060 A1, como os iniciadores e quantidades preferidos, respectivamente.

Um sistema de oxirredução compreendendo peróxido de hidrogênio, peroxodissulfato de sódio e ácido ascórbico é usado preferivelmente de acordo com a invenção. Em geral, de acordo com a invenção os compostos azo são os preferidos como iniciadores, dicloridrato de azo-bis-aminopropano sendo particularmente preferido. Geralmente, a polimerização é iniciada com os iniciadores em uma faixa de temperaturas de 0 a 90°C.

Como os polímeros solúveis em água (α4), os polímeros solúveis em água tais como aqueles compreendendo poli (álcool vinílico), polivinilpirrolidona, amidos ou derivados de amido ou poli (ácidos acrílicos), parcial ou inteiramente saponificados, podem ser polimerizados preferivelmente no polímero absorvente de água de acordo com a invenção. O peso molecular desses polímeros não é crítico, desde que sejam solúveis em água. Os polímeros solúveis em água preferidos são amidos ou derivados de amido ou poli (álcool vinílico). Os polímeros solúveis em água, de preferência, sintéticos, como poli (álcool vinílico), também podem servir como base de enxerto para os monômeros a serem polimerizados.

Como o auxiliar (α5), agentes de suspensão (α5), aglutinantes odorizantes, agentes superficialmente ativos ou antioxidantes são compreendidos preferivelmente nos polímeros absorventes. Esses auxiliares (α5) são adicionados preferivelmente à solução monomérica, antes da polimerização, ou misturados com o polímero após a sua produção, em que para a mistura, os agregados de mistura conhecidos daqueles versados na técnica podem ser usados, por exemplo, o misturador Patterson-Kelley, misturador de turbulência DRAIS, misturador Lödige, misturador Ruberg, misturador em caracol, misturador de placas e misturador de leito fluidizado, bem como os misturadores verticais de operação contínua, nos quais os polímeros e o auxiliar (α4) são misturados por meio de pás rotativas a uma freqüência rápida (misturador Schugi).

Vantajosamente, o granulado de gel, seco como um bolo de polímero na etapa de processo iii), tem pelo menos uma das seguintes propriedades:

(φ1) a absorção máxima de uma solução aquosa de NaCl a 0,9% em peso, de acordo com a norma ERT 440.1-99, se situa dentro de uma faixa de 10 a 1.000 g/g de granulado SAP;

(φ2) a fração que pode ser extraída com uma solução aquosa de NaCl a 0,9% em peso, de acordo com a norma ERT 470.1-99, é inferior a 30, com base no granulado SAP;

(φ3) a densidade aparente, de acordo com a norma ERT 460.1-99, se situa dentro da faixa de 300 a 1.000 g/L;

(φ4) o valor de pH, de acordo com a norma ERT 400.1-99, de 1 g do granulado SAP em 1 litro de água é na faixa de 4 a 10;

(φ5) o valor de CRC, de acordo com a norma ERT 441.1-99, se situa dentro da faixa de 10 a 100 g/g; e

(φ6) o valor de AAP a uma pressão de 2,07 kPa (0,3 psi), de acordo com a norma ERT 442.1-99, se situa dentro da faixa de 10 a 60 g/g.

Prefere-se ainda que pelo menos 30, particularmente, pelo menos 60 e, especialmente, pelo menos 80% em peso das partículas do polímero absorvente tenham um tamanho de partícula dentro da faixa de 150 a 850 μm. De acordo com a presente invenção, prefere-se ainda que o granulado de gel esteja pelo menos a 50% em peso, particularmente, a pelo menos 75% em peso, com base nas partículas tendo um tamanho de partícula na faixa entre 300 e 600 μm.

Prefere-se ainda que no contexto do processo de acordo com a invenção, bem como no contexto dos polímeros absorventes obteníveis pelo processo de acordo com a invenção, os valores das características de acordo com a invenção apresentados apenas com um limite inferior, tenham um limite superior que é de 20 vezes, particularmente, 10 vezes e, especialmente, 5 vezes o valor especialmente preferido do limite inferior.

Prefere-se ainda que os polímeros absorventes, de preferência, as partículas poliméricas, obteníveis pelo processo de acordo com a invenção, tenham pelo menos uma das seguintes propriedades:

(A) absorção máxima de uma solução aquosa de NaCl a 0,9% em peso, de acordo com a norma ERT 440.1-99, dentro de uma faixa de pelo menos 10 a 1.000, de preferência, 15 a 500 e, particularmente, 20 a 300 g/g;

(B) a fração que pode ser extraída com uma solução aquosa de NaCl a 0,9% em peso, de acordo com a norma ERT 470.1-99, é inferior a 30, de preferência, inferior a 20 e, particularmente, inferior a 10% em peso, com base no polímero absorvente;

(C) a densidade aparente, de acordo com a norma ERT 460.1-99, se situa dentro da faixa de 300 a 1.000, de preferência, 310 a 800 e, particularmente, 320 a 700 g/L;

(D) o valor de pH, de acordo com a norma ERT 400.1-99, de 1 g do polímero absorvente em 1 litro de água se situa dentro da faixa de 4 a 10, de preferência, 5 a 9, e, particularmente, 5,5 a 7,5;

(E) o valor de CRC, de acordo com a norma ERT 441.1-99, se situa dentro da faixa de 10 a 100, de preferência, 15 a 80 e, particularmente, 20 a 60 g/g; e

(F) o valor de AAP a uma pressão de 2,07 kPa (0,3 psi), de acordo com a norma ERT 442.1-99, se situa dentro da faixa de 10 a 60, de preferência, 15 a 50 e, particularmente, 20 a 40 g/g.

As combinações de propriedades de duas ou mais daquelas listadas acima representam as respectivas concretizações preferidas do polímero obtenível pelo processo de acordo com a invenção. Além do mais, as concretizações particularmente preferidas de acordo com a invenção são os processos nos quais o polímero absorvente obtido tem as seguintes propriedades ou combinações de propriedades identificadas por letras ou combinações de letras: A, B, C, D, E, F, AB, AC, AD, AE, AF, EF, ABC, ABD, ABE, ABF, ACD, ACE, ACF, ADE, ADF, AEF, CEF, ABCD, ABCE, ABCF, ABDE, ABDF, ACDF, ACEF, ADEF, ACDEF, ACDEF, ABDEF, ABCEF, ABCDF, ABCDE, ABCDEF, em que a combinação CEF é particularmente preferida e a combinação EF é especialmente preferida.

Em outra modalidade do processo de acordo com a invenção, a parte externa do polímero absorvente, obtido pelo processo de acordo com a invenção, de preferência, partículas poliméricas, é colocada em contato com um composto compreendendo um íon de Al^{3+}. Nesse caso, prefere-se que o composto compreendendo íons de Al^{3+}, em uma proporção dentro da faixa de 0,01 a 30% em peso, particularmente, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,1 a 20% em peso, e, especialmente, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,3 a 5% em peso, com base, respectivamente, no peso do polímero absorvente, seja colocado em contato com os polímeros.

Nesse contexto, prefere-se ainda que o composto contendo íons de Al^{3+}, na forma de um fluido, compreendendo um solvente, de preferência, água, solventes orgânicos que

são miscíveis com água, tais como metanol ou etanol, ou uma mistura de pelo menos dois desses solventes, e o composto contendo íons de Al^{3+} é compreendido no fluido em uma proporção, sem considerar a água de cristalização, dentro de uma faixa de 0,1 a 50% em peso, de preferência, em uma proporção dentro da faixa de 1 a 30% em peso, respectivamente, com base no peso total do fluido. Prefere-se ainda que o fluido, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,01 a 15% em peso, de preferência, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,05 a 6% em peso, respectivamente, com base no peso do polímero absorvente, seja colocado em contato com o polímero absorvente.

Os compostos contendo íons de Al^{3+} preferidos são $AlCl_3 . 6 H_2O$, $NaAl(SO_4)_2 . 12 H_2O$, $KAl(SO_4)_2 . 12 H_2O$ ou $Al_2(SO_4)_3 . 14\text{-}18 H_2O$.

Além do mais, prefere-se de acordo com a invenção que os polímeros, de preferência, partículas poliméricas, obteníveis pelo processo de acordo com a invenção, tenham uma região interna, uma região externa circundando a região interna, e uma região superficial circundando a região externa, em que a região externa tem um grau de reticulação mais alto do que a região interna, de modo que, de preferência, uma estrutura núcleo - casca é formada. Prefere-se, além do mais, nesse aspecto que o raio da região externa é pelo menos duas vezes o raio da região interna. A maior reticulação na região superficial dos polímeros, de preferência, das partículas poliméricas, é obtida preferivelmente por pós-reticulação dos grupos reativos na área da superfície. Essa pós-reticulação pode

ocorrer térmica, fotoquímica ou quimicamente. Como o agente de pós-reticulação para a pós-reticulação química, os compostos preferidos são aqueles mencionados como agentes de reticulação (α3) das classes de agentes de reticulação II e IV. Carbonato de etileno é particularmente preferido como o agente de pós-reticulação.

O agente de pós-reticulação usado para a pós-reticulação, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,01-30% em peso, de preferência, em uma proporção dentro da faixa de 0,1-20% em peso, particularmente, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,5-10% em peso, especialmente, em uma faixa dentro de uma faixa de 0,3-50% em peso, respectivamente, com base no peso do polímero absorvente usado no processo de acordo com a invenção.

A pós-reticulação ocorre, de preferência, por colocação em contato com um fluido de pós-reticulação compreendendo um solvente, de preferência, água, solventes orgânicos miscíveis com água, tais como metanol ou etanol ou misturas de pelo menos dois deles, bem como o agente de pós-reticulação, com a parte externa dos polímeros, de preferência, das partículas poliméricas, a uma temperatura dentro de uma faixa de 30-300°C, particularmente, dentro de uma faixa de 100-200°C. A colocação em contato ocorre, de preferência, por aspersão do fluido de pós-reticulação nos polímeros e depois mistura dos polímeros que tenham sido postos em contato com o fluido de pós-reticulação. O agente de pós-reticulação está, de preferência, no fluido de pós-reticulação em uma proporção dentro de uma faixa de 0,01 a 20% em peso, particularmente, em uma proporção dentro de

uma faixa de 0,1-10% em peso, com base no peso total do fluido de pós-reticulação. Prefere-se ainda que o fluido de pós-reticulação, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,01-50% em peso, particularmente, em uma proporção dentro de uma faixa de 0,1-30% em peso, respectivamente, com base no peso dos polímeros, seja posto em contato com os polímeros.

Os polímeros absorventes, de preferência, as partículas poliméricas, reticulados como descrito acima, são referidos como "polímeros pós-reticulados" ou "partículas poliméricas pós-reticuladas", respectivamente. Em outra modalidade do processo de acordo com a invenção, a parte externa dos polímeros pós-reticulados, de preferência, as partículas poliméricas, é posta em contato com um composto compreendendo íon de Al^{3+}. Com referência ao composto compreendendo um íon de Al^{3+}, faz-se referência aos detalhes acima. Prefere-se ainda que o composto compreendendo um íon de Al^{3+} seja aplicado ao polímero absorvente em um fluido, exatamente como para os agentes de pós-reticulação descritos acima e depois igualmente tratados termicamente.

O polímero pós-reticulado, de preferência, partículas poliméricas, tem pelo menos um de preferência, todas das seguintes propriedades:

(N1) um valor de CRC, determinado de acordo com a norma ERT 441.1-99, dentro de uma faixa de 20-40 g/g, particularmente, dentro de uma faixa de 25-35 g/g;

(N2) um valor AAP, determinado de acordo com a norma ERT 442.1-99, a uma pressão de 2,07 kPa (0,3 psi), dentro de uma faixa de 20 a 35 g/g, particularmente, dentro de uma faixa de 25-30 g/g; e

(N3) um valor AAP, determinado de acordo com a norma ERT 442.1-99, a uma pressão de 4,83 kPa (0,7 psi), dentro de uma faixa de 20-27 g/g, particularmente, dentro de uma faixa de 22-25 g/g.

Usando o processo de secagem particular, os polímeros absorventes com propriedades físico-químicas particularmente uniformes são preparados. O processo de secagem permite uma produção eficiente de polímeros absorventes. Os polímeros absorventes de acordo com a invenção, obteníveis pelo processo de produção de acordo com a invenção, são caracterizados por propriedades físico-químicas particularmente uniformes.

A invenção também se refere a um compósito compreendendo os polímeros absorventes de acordo com a invenção e um substrato. Prefere-se que os polímeros absorventes de acordo com a invenção e o substrato sejam firmemente combinados entre eles. Como substrato, são preferidas folhas formadas de polímeros, por exemplo, de polietileno, polipropileno ou poliamida, metais, materiais não tecidos, felpas, tecidos, panos tecidos, fibras naturais ou sintéticas, ou outras esponjas.

De acordo com a invenção, os compósitos preferidos são materiais vedantes, cabos, núcleos absorventes, bem como

fraldas e artigos de higiene, de preferência, toalhas sanitárias, contendo esses.

Se o compósito for um núcleo absorvente compreendendo o polímero absorvente e um material de fibra, o polímero absorvente é incorporado preferivelmente em uma proporção dentro da faixa de 10-90% em peso, de preferência, de 20-80% em peso, e, particularmente, de 40-70% em peso, com base no núcleo. Em uma modalidade do núcleo, o polímero absorvente é incorporado como partículas no núcleo. As partículas poliméricas podem ser distribuídas homogeneamente no material de fibra, podendo ser incluídas em camadas entre o material de fibra, ou a concentração das partículas de polímero absorvente pode ter um gradiente dentro do material de fibra. Em outra modalidade do núcleo, o polímero absorvente é incorporado no núcleo como fibras. Em relação às natureza e estrutura exatas do núcleo absorvente, faz-se referência aos detalhes relativos a essas na patente U.S. 5.562.646, que é aqui introduzida por meio de referência e forma, desse modo, parte da presente descrição.

A invenção se refere ainda a um processo para produzir um compósito, no qual um polímero absorvente de acordo com a invenção, de preferência, uma estrutura polimérica, e um substrato e, opcionalmente, um auxiliar adequado são colocados em contato entre eles. A colocação em contato ocorre, em particular, se o compósito for um núcleo, de preferência, por processos de disposição a úmido e disposição por ar, compactação, extrusão e mistura.

A invenção se refere adicionalmente a um compósito, que é obtenível pelo processo indicado acima.

A invenção se refere ainda a produtos químicos, em particular, esponjas, corpos formados, fibras, folhas, filmes, cabos, materiais vedantes, artigos de higiene absorventes de líquidos, por exemplo, fraldas e toalhas sanitárias, veículos para agentes reguladores do crescimento de plantas ou fungos ou agentes protetores de plantas, aditivos para materiais de construção, materiais de embalagem ou aditivos de solo, que compreendem o polímero absorvente de acordo com a invenção ou o compósito descrito acima.

A invenção se refere adicionalmente ao uso do polímero absorvente de acordo com a invenção, ou do compósito descrito acima, em produtos químicos, em particular, em esponjas, corpos formados, fibras, folhas, filmes, cabos, materiais vedantes, artigos de higiene absorventes de líquidos, por exemplo, fraldas e toalhas sanitárias, veículos para agentes reguladores do crescimento de plantas ou fungos ou agentes protetores de plantas, aditivos para materiais de construção, materiais de embalagem ou aditivos de solo.

No uso como veículos para agentes reguladores de plantas ou fungos ou para agentes protetores de plantas, prefere-se que o agente regulador de planta ou fungo ou o agente protetor de planta possa ser liberado por um período de tempo controlado pelo veículo.

O dispositivo de acordo com a invenção para cominuição e secagem de um polímero de acordo com o processo de acordo

com a invenção compreende um dispositivo de cominuição, para cominuir o polímero não seco a um granulado de gel, um dispositivo de soltura para soltar o granulado de gel, e um dispositivo de secagem para o granulado de gel, em que a unidade de cominuição, o unidade de soltura e a unidade de secagem ficam em contato de comunicação entre eles. O polímero polimerizado não seco é cominuído com a ajuda do dispositivo de cominuição. Com o dispositivo de soltura, a densidade aparente do polímero cominuído, em particular do granulado de gel, é reduzida por pelo menos u, de preferência, pelo menos 5, particularmente, pelo menos 10, mais particularmente, pelo menos 20 e, especialmente, por pelo menos 30. Com o dispositivo de secagem, o teor de água do granulado de gel não seco é reduzido.

Vantajosamente, o dispositivo de cominuição compreende uma unidade de corte, uma unidade de rasgamento e uma unidade tipo moedor de carne (moagem). O polímero absorvente é cortado com a ajuda da unidade de corte. Com a ajuda da unidade de aparagem, o polímero polimerizado é rasgado, isto é, carregado sob tensão. Com a ajuda da unidade tipo moedor de carne, o polímero polimerizado é britado. Por combinação desses três tipos de cominuição, um granulado de gel é obtido, que é particularmente vantajoso para secar. Vantajosamente, a unidade de soltura é um tambor rotativo, de preferência, um tambor, de preferência, um misturador de rotação de tambor. Com a ajuda do misturador de rotação de tambor, a densidade aparente média do granulado de gel, em particular do granulado de gel não

seco, é reduzida. A soltura afeta vantajosamente um comportamento de espalhamento do granulado de gel.

A presente invenção também se refere a um dispositivo de polimerização, compreendendo:

- um recipiente de solução monomérica com um conduto de solução monomérica;
- um recipiente de iniciador com um conduto de iniciador;
- uma área de polimerização; e
- um dispositivo de acordo com a invenção para cominuir e secar um polímero, no qual o conduto de solução monomérica e o conduto de iniciador são presos em uma área de entrada da área de polimerização, e o dispositivo para secagem de um polímero é disposto em uma área de saída.

Como um recipiente de solução monomérica, são considerados todos os recipientes conhecidos daqueles versados na técnica, tais como tanques de plástico ou aço. O caso é igual para o recipiente de iniciador. Os condutos são feitos preferivelmente de materiais, tais como de plástico ou aço, que são inertes aos monômeros ou iniciadores. Como a área de polimerização, de preferência, os reatores de amassamento ou de polimerização em correia são usado, em que esses últimos são particularmente preferidos. Os polímeros absorventes, que são particularmente adequados para processamento posterior por meio do processo de acordo com a invenção, podem ser obtidos de reatores de polimerização em correia. Além

disso, os reatores de polimerização em correia propiciam um fluxo contínuo do processo de acordo com a invenção. Nos reatores de amassamento, eixos em espiral são usados como meios de transporte e em reatores de polimerização em faixa, uma ou mais correias transportadoras ou formas de aceitação de iniciador e de solução monomérica dispostas adjacentemente são usadas, em que uma correia transportadora formando uma depressão é preferida.

O processo de acordo com a invenção para produzir um polímero absorvente é caracterizado por um comportamento de espalhamento do granulado de gel, após a etapa ii). O processo de produção de um polímero absorvente é distinguido por uma etapa de secagem iii) particularmente eficiente, que propicia uma secagem particularmente suave e uniforme do granulado de gel. Os polímeros absorventes assim obtidos e os produtos e itens produzidos deles têm uma qualidade de produto particularmente uniforme e propriedades físico-químicas constantes.

Outros detalhes e vantagens da invenção são descritos mais estritamente por meio do diagrama e exemplos apresentados abaixo. Mostra-se esquematicamente:

Figura 1 uma representação esquemática de um dispositivo de polimerização com um dispositivo para secagem de um polímero;

Figuras 2a-2f o dispositivo para determinação dos índices de compressibilidade e descompressibilidade, respectivamente; a Figura 2a mostra o

recipiente cilíndrico no qual o pistão (com todos os pesos adicionais) foi introduzido (sem o granulado de gel no recipiente) em uma vista lateral; a Figura 2b mostra o disco do pistão em uma vista de acima; a Figura 2c todo o pistão em uma vista lateral; a Figura 2d as partículas de gel situadas no recipiente cilíndrico, antes da introdução do pistão; a Figura 2e as partículas de gel carregadas com o pistão no recipiente cilíndrico, que foram comprimidas pela distância x e a Figura 2f as partículas de gel descomprimidas dentro do recipiente cilíndrico;

Figura 3 o procedimento para determinação do índice de espalhamento em seção transversal Q e da constante do tempo de espalhamento λ; a Figura 3a mostra a compressão das partículas de gel, diretamente após a remoção do recipiente cilíndrico de acima e a Figura 3b a prensagem "em curso" em seção transversal;

Figura 4 um plote de um resultado de medida em um experimento de compressão;

Figura 5 um plote de um resultado de medida em um experimento de descompressão; e

Figura 6 uma representação do consumo energético das fresas de corte com e sem soltura das partículas de gel, antes da secagem.

Na Figura 1, apresenta-se uma representação esquemática de um dispositivo de polimerização 1 com uma área de polimerização 2, em que a área de polimerização 2, na sua área de saída 3, é ligada por meio de um conduto de composto 4, com um dispositivo 5 para secagem de um polímero. Um recipiente de solução monomérica 6 é conectado por meio de um conduto de solução monomérica 7, e um recipiente de iniciador 8 é conectado, por meio de um conduto de iniciador 9, com a área de entrada 10 da área de polimerização 2.

Uma descrição mais exata das Figuras 2 a 6 é apresentada a seguir em conjunto com os métodos de teste e os exemplos.

MÉTODOS DE TESTE

Métodos ERT

Os métodos ERT são aqueles desenvolvidos pela EDANA (Associação Européia de Fraldas e Materiais Não Tecidos), que são aqui aplicados, a menos que sejam descritos de outro modo.

A determinação dos primeiro e segundo índices de compressibilidade K_1 e K_2, respectivamente, a determinação dos primeiro e segundo índices de compressibilidade K_1' e K_2', respectivamente, e a determinação do índice de

espalhamento em seção transversal Q e da constante de tempo de espalhamento λ são conduzidos na temperatura na qual as partículas de gel têm quando da determinação do comportamento de espalhamento. As partículas de gel, para as quais os parâmetros citados acima não podem ser determinados por meio do método de medida descrito a seguir, que não contam como as partículas de gel preferidas de acordo com a invenção.

Primeiro e segundo índices de compressibilidade K_1 e K_2

A determinação dos primeiro e segundo índices de compressibilidade (K_1 e K_2, respectivamente) foi conduzida de acordo com o dispositivo de medida representado nas Figuras 2a a 2g.

Para uma determinação dos primeiro e segundo índices de compressibilidade, um recipiente cilíndrico 11 aberto na parte de topo com um volume de 2 litros, compreendendo uma camisa cilíndrica 12 feita de plexiglas, com um diâmetro externo de 120 mm, um diâmetro interno de 110 mm, uma espessura de parede de 5 mm e uma área da seção transversal interna de 9.503 mm^2 e um fundo circular 13 feito de plexiglas com um diâmetro de 130 mm e uma espessura de 6 mm (consultar a Figura 2a) é usado. A camisa cilíndrica 12 é fixada na parte central do fundo circular 13.

Um pistão 14 feito de polipropileno tendo um disco 15 com uma espessura de 12 mm, e um bastão 16, com um diâmetro de 19,5 mm e um comprimento de 190 mm, que é fixado centralmente no disco 15 (consultar as Figuras 2a e 2c), pode ser introduzido no recipiente cilíndrico 11. O diâmetro do disco 15 é selecionado de modo que o disco 15

e, desse modo, o pistão 14 possam deslizar sem atrito no recipiente cilíndrico 11. A massa do pistão $m_{pistão}$ monta a 190 g. O disco 15 tem um total de 32 furos 17 com um diâmetro de 9,5 mm e uma disposição como a representada na Figura 2b. Por introdução do pistão 14, o ar no recipiente cilíndrico, que fica abaixo do disco 15, deve ser capaz de escapar pelos furos. No lado do disco 15 voltada para longe do bastão 16, é fixada centralmente uma peneira circular 18, feita de aço inoxidável com um tamanho de malha de 50 µm e com um diâmetro que corresponde ao diâmetro do disco 15. A peneira 18 forma, desse modo, o fundo dos furos 17 no disco 15. A peneira 18 deve impedir que o material de gel seja prensado pelos furos 17, por compressão do granulado de gel pelo pistão 14. O pistão 14 pode ser carregado com diferentes massas adicionais 19 com a massa m_i. As massas adicionais 19 são corpos em forma de disco feitos de aço com um diâmetro de 100 mm e uma espessura entre 17 e 50 mm (dependendo da massa m_i do peso adicional). Os pesos adicionais têm além disso no centro um furo com um diâmetro de 19,5 m. Usando esse furo 20, é possível fixar as massas adicionais 19 no pistão 14, por passagem do bastão 16 pelo furo 20, como mostrado no diagrama 2a. A massa total $m_{tot} = m_{pistão} + m_i$ do pistão 14 com as massas adicionais 19 deve ser selecionável entre cerca de 1 e cerca de 6 kg. O disco 15 do pistão 14 tem ainda pequenas elevações cilíndricas 21, com um diâmetro de 15 mm e uma altura de 10 mm, cuja disposição no disco 15 é conhecida na Figura 2b. Por meio das elevações 21, impede-se que os pesos adicionais 19 fique diretamente em contato com o disco 15 (consultar a

Figura 2a), uma vez que isso provocaria o fechamento dos furos 20, com a conseqüência de que por introdução do pistão 14 no recipiente cilíndrico 11, o ar não escapa mais do recipiente.

Após o recipiente cilíndrico 11 e o pistão 14, juntamente com o primeiro peso adicional 19 usado, terem sido preaquecidos à temperatura das partículas de gel, cujo comportamento de espalhamento deve ser determinado (por exemplo, por meio de uma incubadora controlada por temperatura correspondente), o recipiente 11 é enchido a uma altura de enchimento média h de h = 150 mm com o granulado de gel 22 de um polímero absorvente, cujo comportamento de espalhamento deve ser determinado (consultar a Figura 2d). Diretamente após o enchimento, o pistão 14 preaquecido, com o respectivo peso adicional 19, é introduzido no recipiente 11, até que seja comprimido no granulado de gel 22. O tempo é registado quando o pistão 14, com a sua massa total (massa do pistão mais a massa do peso adicional), toca primeiro as partículas de gel 22. Quinze segundos após esse momento, a distância de compressão x (em mm), por meio da qual o granulado de gel 22, sob o peso do pistão 14, é comprimido conjuntamente, é medida (consultar a Figura 2e).

O pistão 14 e o granulado de gel 22 são depois removidos do recipiente cilíndrico 11, e o recipiente 11, bem como o pistão 14 são novamente preaquecidos à temperatura das partículas de gel a serem investigadas. Um novo granulado de gel é colocado no recipiente 11 até uma altura de enchimento média h de h = 150 mm, e o pistão 14

com uma segunda massa total (por exemplo, mais pesada em comparação com a primeira massa total) é novamente introduzido cuidadosamente no recipiente 11 e após 15 segundos, a distância de compressão x (em mm), por meio da qual o granulado de gel foi comprimido conjuntamente, sob o peso do pistão 14, é novamente medida. Desse modo, as respectivas distâncias de compressão para as massas totais remanescentes são determinadas. Das respectivas distâncias de compressão x e da altura de enchimento (150 mm), uma redução de volume normalizada respectiva para cada massa total é determinada como um percentual, dado por $\Delta V/V_0 = w/h$. A normalização é baseada no volume descomprimido original V_0. Das respectivas massas totais m_{tot} e área da seção transversal interna A do recipiente cilíndrico 11, a pressão de compressão Δp para as respectivas massas totais é determinada $\Delta p = m_{tot} \cdot 9{,}81\ m/s^2/A$. A redução de volume normalizada $\Delta V/V_0$ para as diferentes massas totais é plotada em um gráfico contra a respectiva pressão de compressão Δp. Uma linha de regressão, que é determinada usando uma regressão linear, é traçada pelos valores da redução de volume normalizada. A regressão linear é determinada para as pressões de compressão, em um intervalo entre 1.000 Pa e 7.000 Pa. O gradiente da linha de regressão é o segundo índice de compressibilidade K_2. O deslocamento da linha é o primeiro índice de compressibilidade K_1 (consultar a Figura 4).

Primeiro e segundo índices de descompressibilidade K_1' e K_2'

O experimento de descompressão segue o experimento de compressão. O mesmo dispositivo de medida é usado para a determinação dos experimentos de compressão.

O granulado de gel 22 é primeiro comprimido como descrito, sob o peso de um pistão 14, que tem uma primeira massa total, e depois descomprimido, isto é, relaxado. Isso ocorre quando o pistão 14 com a massa adicional m_i é removido do granulado de gel 22. Pela liberação assim feita, o granulado de gel comprimido é relaxado por uma distância de descompressão x (em mm) (consultar a Figura 2f). É conduzida de modo que o granulado de gel 22 é colocado no recipiente 11, que tenha sido preaquecido à temperatura do granulado de gel, até uma altura de enchimento média de 150 mm e diretamente após o enchimento do pistão 14 igualmente preaquecido, juntamente com o peso adicional 19, que é introduzido no recipiente 11. Após o pistão 14 ser comprimido no granulado de gel 22 por 15 segundos, o pistão 14 é removido e depois de uns 15 segundos após remoção do pistão 14, a distância de descompressão x é determinada (consultar a Figura 2f). O granulado de gel 22 é depois removido do recipiente cilíndrico 15, um novo granulado de gel 22 é colocado no recipiente 11, que tinha sido preaquecido de novo até uma altura de enchimento média h de h = 150 mm. O pistão 14 com uma segunda massa total (por exemplo, mais pesada comparada com a primeira massa total) é introduzido cuidadosamente no recipiente 11, de modo que o granulado de gel 22 é comprimido. Após remoção do pistão 14, o granulado de gel 22 é descomprimido e 30 segundos após remoção do pistão 14,

a distância de descompressão x (em mm), correspondente à segunda massa total, é medida. Desse modo, as respectivas distâncias de descompressão para todas as massas totais remanescentes são determinadas. Das respectivas distâncias de descompressão, um aumento de volume normalizado $\Delta V'/V1$ (unidade: percentual) por $\Delta V'/V1 = x'/(h - x)$, determinado respectivamente para as respectivas massas totais. A normalização aqui é baseada no volume V1, comprimido previamente pelo pistão 14. O aumento de volume normalizado $\Delta V'/V1$ é plotado contra a liberação da pressão de compressão $\Delta p' = m_{tot} \cdot 9{,}81\ m/s^2/A$ na faixa de valores entre 1.000 e 7.000 Pa. Uma linha de regressão, determinada por regressão linear, é traçada pelos pontos. O segundo índice de descompressibilidade K_2' é o gradiente da linha de regressão. O primeiro índice de descompressibilidade K_1' é o deslocamento da linha (consultar a Figura 5).

Índice de espalhamento em seção transversal Q e a constante do tempo de espalhamento λ

O índice de espalhamento em seção transversal Q e a constante do tempo de espalhamento λ são determinados por um denominado experimento de pospor. Para essa finalidade, um dispositivo é usado, que corresponde ao dispositivo descrito no contexto da determinação dos índices de compressão e descompressão, mas com a diferença que o recipiente cilíndrico 11 não tem qualquer fundo circular 13 e é, desse modo, aberto para o lado descendente.

Para a determinação dos índice de espalhamento em seção transversal Q e constante do tempo de espalhamento λ, o recipiente cilíndrico 11 é colocado em uma placa de

substrato plana 24, feita de polipropileno, de modo que essa placa de substrato 24 forma o fundo do recipiente cilíndrico 11. O recipiente cilíndrico 11 e a placa de substrato 24 foram aquecidos previamente na temperatura das partículas de gel, cujo comportamento de espalhamento deve ser determinado. As partículas de gel são depois colocadas no recipiente cilíndrico 11 a uma altura de enchimento médio de 150 mm e diretamente depois o pistão 14 igualmente preaquecido, juntamente com um primeiro peso adicional 19 igualmente preaquecido, colocado nas partículas de gel. Trinta segundos depois, o pistão 14 é removido do recipiente cilíndrico e o recipiente cilíndrico é levantado, de modo que a compressão cilíndrica 23 de partículas de gel se mantém na placa de substrato 24 (consultar a Figura 3a).

Nesse experimento, o comportamento de espalhamento é mostrado pelo fato de que a compressão 23 não é mais mantida em forma, logo que o recipiente cilíndrico 11 é levantado e se distribuir por uma área comparavelmente maior da placa de substrato 24 (consultar a Figura 3b). A distribuição do granulado de gel na superfície horizontal leva uns poucos segundos. O comportamento de espalhamento do granulado de gel ou do granulado de gel solto é determinado por uma constante do tempo de espalhamento λ. A constante do tempo de espalhamento λ é determinada pelo tempo que decorre até que o granulado de gel moldado em uma compressão cilíndrica finaliza o seu movimento de espalhamento, após o que a compressão não é mais retida em forma. O índice de espalhamento em seção transversal é

determinado pelo fato de que após o fim do movimento de espalhamento (o movimento de espalhamento é terminado quando em um ponto limite arbitrário da compressão de espalhamento, dentro de um intervalo de tempo de 30 segundo, não há mais observação de espalhamento a olho nu), a área coberta pelo granulado de gel (= F') é determinada. O índice de espalhamento em seção transversal é definido como se segue: Q = F'/F, em que F é a área da seção transversal da compressão, antes da elevação do recipiente cilíndrico 11 (F = 9.503 mm^2).

EXEMPLO COMPARATIVO

composição (quantidades em kg por entrada 1):

4.000,0 - água

2.030,0 - hidróxido de sódio a 50%

2.610,0 - ácido acrílico

105,0 - poli (metacrilato de metoxietilenoglicol) (17 EO)

15,7 - poli (alileteracrilato de etilenoglicol) (10 EO)

8.760,7 - solução monomérica para entrada 1

400 kg/h dessa solução monomérica são resfriados em um trocador de calor a 1°C e purificados de oxigênio dissolvido a um teor residual de 0,9 ppm em um extrator com um fluxo direto de 3 m^3/h de nitrogênio. As seguintes proporções de solução foram misturadas com essa entrada 1, antes de alimentação na correia de polimerização:

entrada 2: 8,8 l/h de solução de peroxidissulfato de sódio a 0,75%

entrada 3: 8,8 l/h de dicloridrato de 2,2'-azobis (2-metilpropionamidina)

entrada 4: 8,8 l/h de solução de peróxido de hidrogênio a 0,5%

entrada 5: 8,8 l/h de solução de ácido ascórbico a 0,075%

entrada 6: 10 kg/h de uma solução de 15 kg de dimetacrilato de polietilenoglicol-400 em 200 kg de água

Após um tempo de residência de 40 minutos, o gel polimérico ainda quente, sólido é cominuído, usando um "Fleischwolf" (moedor de carne) a um tamanho de partícula do gel dentro de uma faixa de 150 a 3.000 µm (pré-cominuição) e seco em um secador de correia nas zonas 1 e 2 a 160°C, zona 3 com 140°C e zonas 4 e 5 com 130°C de temperatura do ar de distribuição. O granulado de gel seco é depois moído em um moinho de corte, fixado após o secador de correia. O consumo de pó do moinho de corte durante a moagem é observado no diagrama mostrado na Figura 6

(consultar a metade direita do diagrama na Figura 6: consumo de energia "sem soltura do gel").

EXEMPLO 1

O exemplo comparativo é repetido. Após a cominuição do gel e antes da secagem no secador de correia, as partículas de gel são soltas em um tambor (comprimento: 300 cm, diâmetro: 80 cm), que gira com uma velocidade de 7,1 rotações por minuto em torno do eixo longitudinal, por cerca de 2 a 3 minutos. As secagem e moagem do gel se seguem, como foi descrito no exemplo comparativo. O consumo de energia do moinho de corte, durante a moagem, é mostrado no diagrama ilustrado na Figura 6 (ver na metade esquerda do diagrama na Figura 6: consumo de energia "com soltura"). Pode-se notar da Figura 6 que a soltura das partículas de gel, antes da secagem, propicia uma redução significativa no consumo de energia do moinho de corte com o qual as partículas de gel secas são moídas.

EXEMPLO 2

O comportamento de espalhamento é determinado para as partículas de gel obtidos no Exemplo 1, após a soltura e antes da secagem, que têm uma temperatura de 62°C.

Comportamento de compressão e descompressão

Nos experimentos de compressão / descompressão, pode-se notar que o movimento de compressão é mais forte do que o movimento de descompressão (isto é, o valor da distância de compressão x é maior do que a distância de descompressão x). Na Tabela 1 a seguir, são representados, respectivamente, dois valores obtidos experimentalmente para uma altura de enchimento original $h = 150$ mm.

Tabela 1

Massa total [g]	Distância de compressão x [mm] [1)]	Distância de descompressão x' [mm] [1)]
1.185	30	16
2.175	50	22
3.185	53	35,5
6.185	66	35

[1)] Valor médio de 5 medidas

Índice de espalhamento em seção transversal Q e constante de tempo de espalhamento τ

Os resultados de um experimento para determinar o índice de espalhamento em seção transversal e para determinar a constante de tempo de espalhamento τ das partículas de gel assim soltas são representados na Tabela 2 a seguir. Além da área F', a altura média h' da compressão, após o final do movimento de espalhamento, é também determinada. A determinação da área de espalhamento foi conduzida por uso de papel de gráfico, que foi disposto sob a placa de substrato transparente.

Tabela 2

Massa total [g]	Área F' [mm^2] [1)]	Altura h' [mm] [1)]
1.185	74.375 (Q = 7,8)	40
2.175	71.375 (Q = 7,5)	35
3.185	68.750 (Q = 7,2)	35

6.185	62.500 (Q = 6,6)	32

[1)] Valor médio de 5 medidas

Na Figura 4, a redução de volume normalizada provocada pela compressão é plotada contra a pressão de compressão. Uma linha de regressão foi traçada pelos pontos medidos. O gradiente da linha é 4,12 x 10^{-5} Pa^{-1}. O deslocamento da linha é 21%.

Na Figura 5, o aumento de volume normalizado é plotado contra a pressão de descompressão. Uma linha de regressão foi traçada pelos pontos medidos. O gradiente da linha é 5,9 x 10^{-5} Pa^{-1}; o deslocamento da linha é 6,4%. Pode-se notar que a descompressão, isto é, após remoção do pistão 11 com as massas adicionais 19, é menos forte do que a compressão. Em particular, a compressão difere da descompressão por deslocamentos diferentes, enquanto que os gradientes da linha de regressão dentro das barras dos erros de medida são iguais.

A Figura 6 mostra o consumo de energia do moinho de corte, com e sem o processo de acordo com a invenção, isto é, com e sem soltura das partículas de gel. O moinho de corte é conectado após o dispositivo par a secagem 5 e serve para cominuir o polímero seco.

O moinho de corte conectado após o secador de correia mostra, como um sinal de uma secagem homogênea, em conseqüência da soltura conduzida antes da secagem, um consumo de eletricidade / energia uniforme.

Lista dos números de referência

1	dispositivo de polimerização
2	área de polimerização
3	área de saída
4	conduto de composto
5	dispositivo para secagem
6	conduto de solução monomérica
7	recipiente de solução monomérica
8	recipiente de iniciador
9	conduto de iniciador
10	área de entrada
11	recipiente cilíndrico
12	camisa cilíndrica
13	fundo circular
14	pistão
15	disco
16	bastão
17	furo no disco 15
18	peneira com um tamanho de malha de 50 µm
19	massas adicionais
20	furo nas massas adicionais
21	elevação
22	granulado de gel
23	compressão feita de granulado de gel
d	diâmetro interno do recipiente cilíndrico 11
d'	diâmetro externo do pistão 14
A'	área da seção transversal interna do pistão 14
x	distância de compressão
x'	distância de descompressão

h altura de enchimento do granulado de gel 22 no recipiente 11, antes do experimento de compressão

h' altura de enchimento final do granulado de gel 22 no recipiente, após o experimento de descompressão

F área da seção transversal da compressão

F' área da compressão "escoada" na placa de substrato, após amassamento

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a preparação de um polímero absorvente, **caracterizado** pelo fato de que compreende as etapas processuais:

i) polimerização de uma solução aquosa monomérica para obter um gel de polímero;

ii) cominuição do gel de polímero para obter um granulado de gel;

iii) obtenção de um granulado de gel solto mecanicamente por meio de soltura do gel de polímero após a cominuição na etapa ii), na forma do granulado de gel obtido após a cominuição; e

iv) secagem do granulado de gel;

em que o granulado de gel, após a etapa ii), tem um comportamento de espalhamento incluindo um primeiro índice de compressibilidade K1 do granulado de gel se situa entre 10 e 40% e após a etapa ii), é definido por pelo menos uma das seguintes características:

(δ1) um segundo índice de compressibilidade K2 do granulado de gel se situa entre 3 x 10^{-5} Pa^{-1} e 6 x 10^{-5} Pa^{-1}; ou

(δ2) um primeiro índice de descompressibilidade K1' do granulado de gel se situa entre 3 e 15%; ou

(δ3) um segundo índice de descompressibilidade K2' do granulado de gel se situa entre 3 x 10^{-5} Pa^{-1} e 7 x 10^{-5} Pa^{-1}.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o comportamento de espalhamento do granulado de gel ou do granulado de gel solto, após a etapa ii), é

definido por um índice de espalhamento em seção transversal Q de pelo menos 3, com uma carga com uma massa total de 1.185 g.

3. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o comportamento de espalhamento do granulado de gel ou do granulado de gel solto, após a etapa ii), é determinado por uma constante de tempo de espalhamento λ de pelo menos 2 s, em particular pelo menos 4 s, de preferência, pelo menos 6 s com uma carga com uma massa total de 6.185 g.

4. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que a densidade do granulado de gel não seco, após a etapa ii), é inferior a 0,7 g/cm^3, em particular inferior a 0,6 g/cm^3, de preferência, inferior a 0,55 g/cm^3.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o granulado de gel, na etapa ii), é submetido a uma cominuição de pelo menos três etapas com uma unidade de corte, uma unidade de rasgamento e uma unidade "tipo moedor de carne" (moagem).

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que o granulado de gel compreende pelo menos 10% em peso, com base no granulado de gel, de um polímero absorvente baseado em:

(α1) 0,1-99,999% em peso de monômeros compreendendo grupos ácidos, etilenicamente insaturados, polimerizados ou seus sais, ou monômeros etilenicamente insaturados,

polimerizados, compreendendo um átomo de nitrogênio protonado ou quaternário, ou suas misturas;

(α2) 0-70% em peso de monômeros etilenicamente insaturados, polimerizados, que podem ser copolimerizados com (α1);

(α3) 0,001-10% em peso de um ou mais agentes de reticulação;

(α4) 0-30% em peso, de preferência de polímeros solúveis em água; bem como

(α5) 0-20% em peso de um ou mais auxiliares,

baseados, respectivamente, no polímero absorvente seco, em que a soma dos pesos dos componentes (α1) a (α5) monta a 100% em peso.

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que o granulado de gel seco tem pelo menos uma das seguintes propriedades:

(φ1) a absorção máxima de uma solução aquosa de NaCl a 0,9% em peso se situa dentro de uma faixa de 10-1.000 g/g de granulado SAP;

(φ2) a fração que pode ser extraída com uma solução aquosa de NaCl a 0,9% em peso é inferior a 30, com base no granulado SAP;

(φ3) a densidade aparente se situa dentro da faixa de 300-1.000 g/L;

(φ4) o valor de pH de 1 g do granulado SAP em 1 litro de água é na faixa de 4 a 10;

(φ5) o valor de CRC se situa dentro da faixa de 10-100 g/g; e

(φ6) o valor de AAP a uma pressão de 2,07 kPa (0,3 psi), se situa dentro da faixa de 10-60 g/g.

8. Partículas de polímero absorvente **caracterizadas** pelo fato de que são obteníveis pelo processo como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 7.

9. Compósito **caracterizado** pelo fato de que compreende um polímero absorvente como definido na reivindicação 8 e um substrato.

10. Processo para a produção de um compósito **caracterizado** pelo fato de que um polímero absorvente como definido na reivindicação 8 e um substrato, e, opcionalmente, um auxiliar, são colocados em contato entre eles.

11. Produtos químicos **caracterizados** pelo fato de que compreendem o polímero absorvente como definido na reivindicação 8 ou o compósito como definido na reivindicação 9.

12. Uso do polímero absorvente como definido na reivindicação 8 ou do compósito como definido na reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que é em produtos químicos.

13. Dispositivo para conduzir as etapas processuais ii) e iii) do processo conforme definido nas reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que compreende um dispositivo de cominuição para cominuição do polímero não seco a um granulado de gel, um dispositivo de soltura para soltar o granulado de gel e um dispositivo de secagem para o granulado de gel, em que o dispositivo de cominuição, o dispositivo de soltura e a unidade de secagem estão em contato de comunicação entre eles.

14. Dispositivo de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de cominuição compreende uma unidade de corte, uma unidade de rasgamento e uma unidade "tipo moedor de carne" (moagem).

15. Dispositivo de acordo com a reivindicação 13 ou 14, **caracterizado** pelo fato de que a unidade de soltura é um tambor rotativo.

16. Dispositivo de polimerização **caracterizado** pelo fato de que compreende:

- um recipiente de solução monomérica (11) com um conduto de solução monomérica (12);
- um recipiente de iniciador (13) com um conduto de iniciador (14);
- uma área de polimerização (15); e
- um dispositivo (16) para conduzir as etapas processuais ii) e iii) como definidas em qualquer uma das reivindicações 14 ou 15;

em que em uma área de entrada (9) da área de polimerização (15), o conduto da solução monomérica (11) e o condutor de iniciador (14) são fixados, e uma área de saída (10), o dispositivo (16) para conduzir as etapas processuais ii) e iii) é disposto.

FIG 1

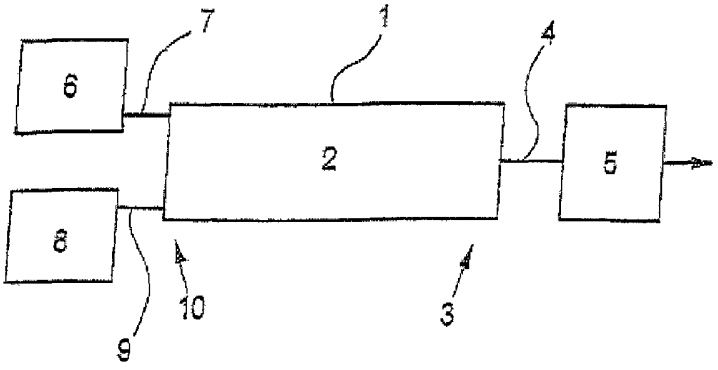


FIG 2a

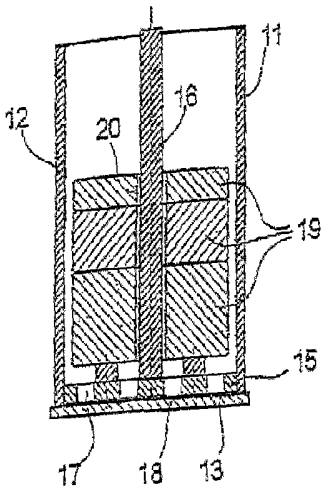


FIG 2b

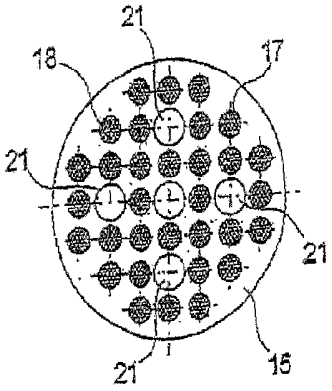


FIG 2c

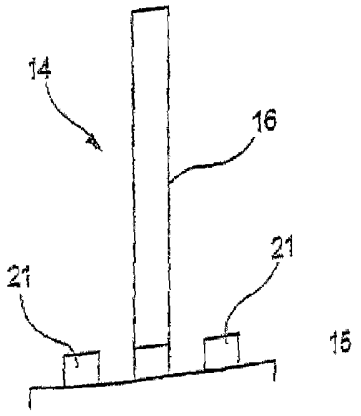


FIG 2d FIG 2e FIG 2f

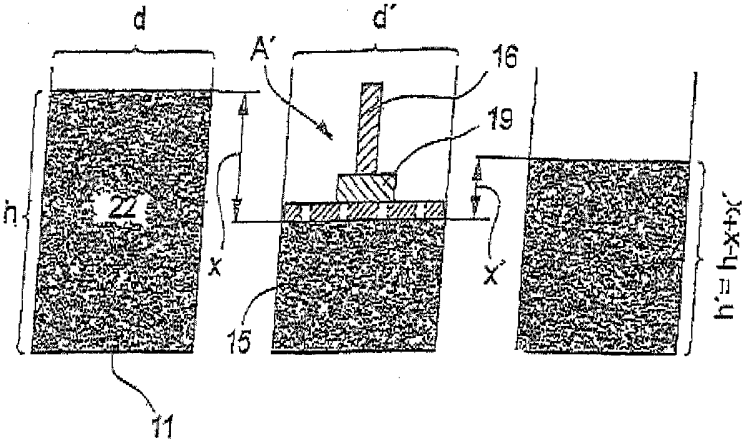


FIG 3a

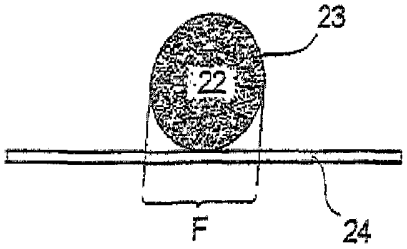


FIG 3b

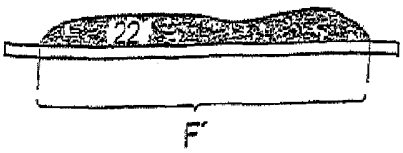


FIG 4

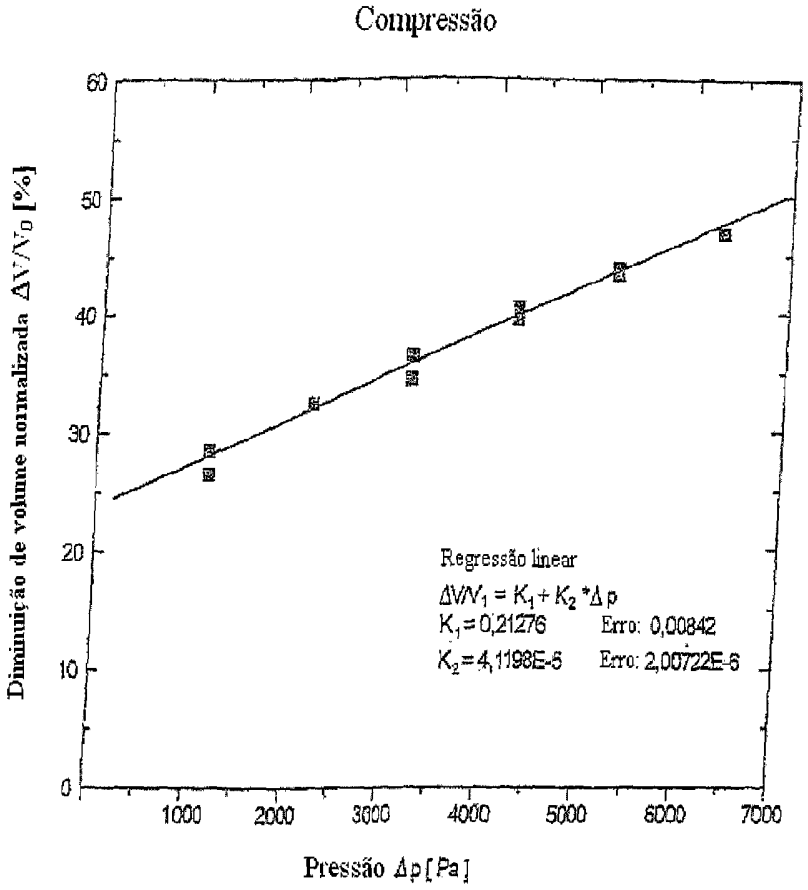

Compressão
Diminuição de volume normalizada ΔV/V0 [%]
Pressão Δp [Pa]
Regressão linear
ΔV/V1 = K1 + K2 *Δ p
K1 = 0,21276 Erro: 0,00842
K2 = 4,1198E-6 Erro: 2,00722E-6
0
10
20
30
40
50
60
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000

FIG 5

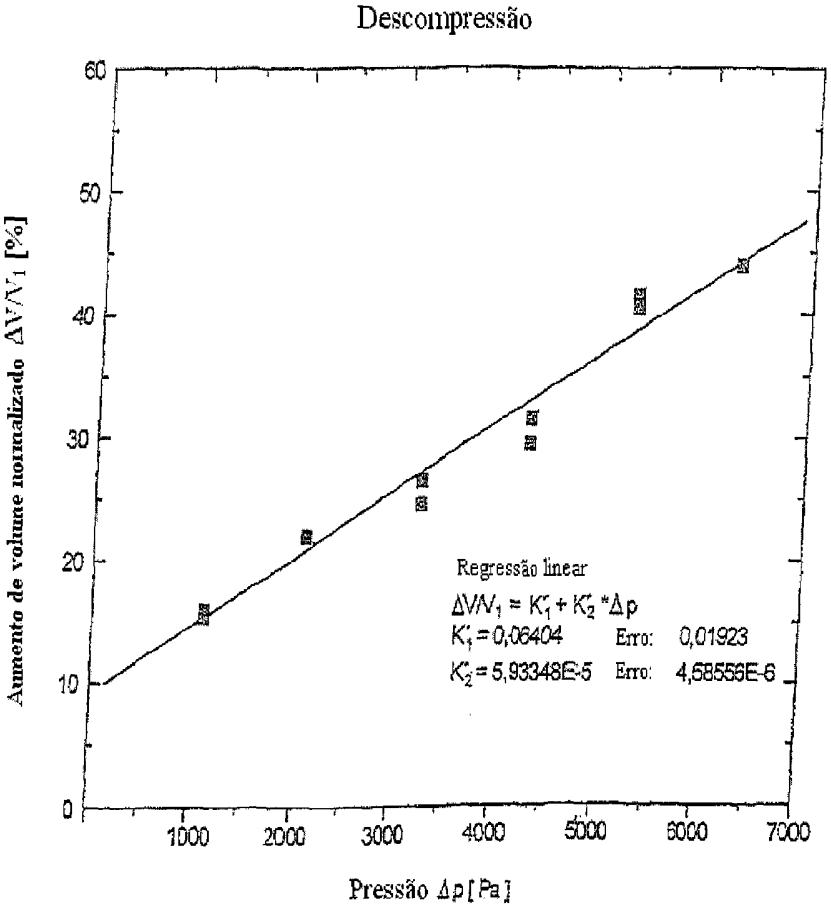
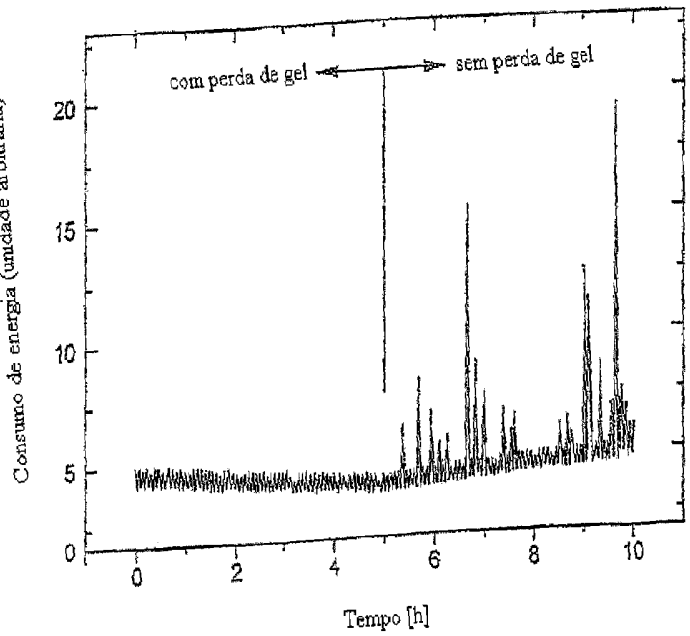

Descompressão
Aumento de volume normalizado ΔV/V1 [%]
Pressão Δp [Pa]
Regressão linear
ΔV/V1 = K1' + K2' *Δp
K1' = 0,06404 Erro: 0,01923
K2' = 5,93348E-5 Erro: 4,58556E-6
0
10
20
30
40
50
60
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000

FIG 6


com perda de gel
sem perda de gel
Consumo de energia (unidade arbitrária)
0
5
10
15
20
0
2
4
6
8
10
Tempo [h]