

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

(21) **PI 0715805-0 A2**

(22) Data de Depósito: 09/07/2007
(43) Data da Publicação: 05/03/2013
(RPI 2200)



(51) *Int.Cl.:*
B01J 19/00
C07F 7/08

(54) Título: INSTALAÇÃO, REATOR E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO INDUSTRIAL CONTÍNUA DE 3-METACRILÓXIPROPILALCOXISSILANOS

(30) Prioridade Unionista: 10/08/2006 DE 10 2006 037 403.7, 22/05/2007 DE 10 2007 023 760.1

(73) Titular(es): Evonik Degussa Gmbh

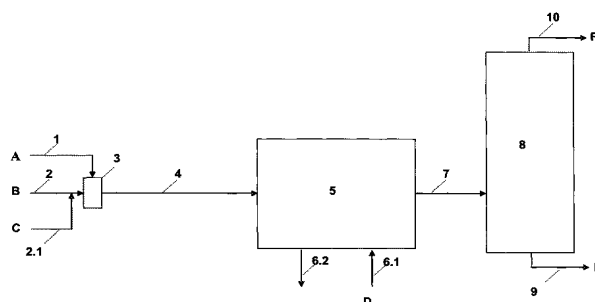
(72) Inventor(es): Dietmar Wewers, Georg Markowz, Harald Metz, Jürgen Erwin Lang, Norbert Schladerbeck

(74) Procurador(es): Dannemann ,Siemens, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007056947 de 09/07/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/017554de 14/02/2008

(57) Resumo: INSTALAÇÃO, REATOR E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO INDUSTRIAL CONTÍNUA DE 3-METACRILÓXIPROPILALCOXISSILANOS. A presente invenção refere-se a uma instalação, a um reator e a um processo para a execução industrial, contínua, de uma reação, na qual metacrilato alílico A é reagido com um composto de HSi B, na presença de um catalisador O e, opcionalmente, de outros adjuvantes, e o sistema baseia-se pelo menos na combinação de reagentes (3) para os componentes A (1) e B (2), pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), que, por sua vez, compreende pelo menos duas unidades de reator, na forma de reatores preliminares (5.1) trocáveis e pelo menos uma outra unidade de reator (5.3), ligada a jusante dos reatores preliminares, e em um acabamento de produto (8).



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"INSTALAÇÃO, REATOR E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO INDUSTRIAL CONTÍNUA DE 3-METACRILOXIPROPILALCOXISSILANOS"**.

A presente invenção refere-se a um novo reator e a uma nova
5 instalação para a produção industrial contínua de 3-metacriloxipropilacoxissilanos por reação de éster alílico de ácido metacrílico [$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{C}(\text{O})\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$] com um composto de HSi , bem como a um processo correspondente.

Organossilanos, tais como vinilclorossilanos ou vinilalcóxissilanos (EP 0 456 901 A1, EP 0 806 427 A2), cloroalquilclorossilanos (DE-
10 AS 28 15 316, EP 0 519 181 A1, DE 195 34 853 A1, EP 0 823 434 A1, EP 1 020 473 A2), alquilalcóxissilanos (EP 0 714 901 A1, DE 101 52 284 A1), fluoralquilalcóxissilanos (EP 0 838 467 A1, DE 103 01 997 A1), aminoalquilalcóxissilanos (DE-OS 27 53 124, EP 0 709 391 A2, EP 0 849 271 A2,
15 EP 1 209 162 A2, EP 1 295 889 A2), glicidiloxialquilalcóxissilanos (EP 1 070 721 A2, EP 0 934 947 A2), metacriloxialquilalcóxissilanos (EP 0 707 009 A1, EP 0 708 081 A2), polieteralquilalcóxissilanos (EP 0 387 689 A2), e outros, são de alto interesse técnico e industrial. Processos e sistemas para a produção dos mesmos são conhecidos há muito tempo. Esses produtos são
20 produtos de tonelagem comparativamente baixa e são predominantemente produzidos em processos de fornadas. Em geral, são utilizadas para esse fim, instalações de uso múltiplo, para obter um aproveitamento da instalação de fornada. Mas, no caso de troca de produto, são necessários processos de limpeza e lavagem complexos dessas instalações de fornada. Além disso,
25 freqüentemente, são necessários longos tempos de permanência da mistura de reação em uma instalação de fornada de grande volume, cara e mão de obra expressiva, para obter um rendimento suficiente. Além disso, as referidas reações freqüentemente são consideravelmente exotérmica, com calores de reação no âmbito de 100 a 180 kJ/mol. Portanto, na reação, reações
30 colaterais indesejáveis podem exercer uma influência considerável sobre seletividade e rendimento. Se nas referidas reações tratar-se de hidrossilizações, então a possível dissociação de hidrogênio faz exigências considerá-

veis à tecnologia de segurança. Além disso, em um modo de operação de semi-fornada, frequentemente um reagente é carregado junto com o catalisador e o outro reagente é adicionado. Além disso, já pequenas oscilações na condução de processo de instalações de fornada ou semi-fornada podem
5 levar a uma considerável dispersão dos rendimentos e qualidades de produto sobre diversas preparações. Quando se deseja transferir resultados da escala técnica/laboratorial para a escala de fornada (scale up), também nesse caso, não raramente ocorrem dificuldades.

Reatores microestruturados como tais, por exemplo, para uma
10 produção contínua de álcoois de poliéter (DE 10 2004 013 551 A1) ou a síntese de, entre outros, amoníaco, metanol, MTBE (WO 03/078052), são conhecidos. Também são conhecidas microrreatores para reações catalíticas (WO 01/54807). Mas, até agora, a técnica do microrreator para a produção industrial de organossilanos tem sido **ausgespart** ou, pelo menos, não tem
15 sido realizada. Nesse caso, a tendência de alcoxissilanos e clorossilanos à hidrólise – já a pequenas quantidades de umidade – e correspondentes aderências em uma instalação de produção de organossilanos, pode ser vista como um problema duradouro.

Portanto, existia a tarefa de pôr à disposição uma outra possibilidade para a produção industrial de 3-metacriloxipropilalcosissilanos. Particularmente, a proposição de pôr à disposição uma outra possibilidade para a produção contínua desses organossilanos procurou minimizar as desvantagens citadas acima.

A tarefa posposta é solucionada de acordo com a invenção de
25 acordo com os dados nas reivindicações de patente.

Na presente invenção, foi descoberto, surpreendentemente, que a hidrossililização de um componente B, que contém HSi, particularmente, de um hidroalcoxissilano, pode ser realizada com éster alílico de ácido metacrílico (componente A), na presença de um catalisador C de modo simples
30 e econômico em uma escala industrial e, continuamente, em uma instalação baseada em um reator de elementos múltiplos (5), sendo que, particularmente, o reator de elementos múltiplos (5) contém pelo menos duas unidades de

reator na forma de reatores preliminares (5.1) trocáveis e pelo menos uma unidade de reator (5.3) ligada a jusante dos reatores preliminares.

Desse modo, pelo uso de um reator de elementos múltiplos (5) na presente modalidade, pode-se contribuir vantajosamente para a operação contínua do processo de acordo com a invenção, uma vez que o presente reator de elementos múltiplos (5) possibilita a troca controlada, em turnos, de reatores preliminares, nos quais, depois de algum tempo de operação, separam-se quantidades nítidas de produto de hidrossililização, por reatores preliminares novos, também sob condições de operação.

10 Nesse caso, podem ser usados, de modo particularmente vantajoso, reatores preliminares, que estão equipados com corpos de enchimento, com o que pode ser obtida de modo ainda mais controlado e eficiente, uma separação de produto de hidrólise ou partículas de hidrólise e, com isso, uma redução da tendência ao entupimento e tempos de paralisação da instalação por depósitos e aderências no reator.

15 Diferentemente do que em uma preparação de fornadas, na presente invenção é possível misturar previamente os reagentes, imediatamente antes do reator de elementos múltiplos, nesse caso, a mistura prévia também pode dar-se a frio, aquecer a mesma, subsequentemente, no reator de elementos múltiplos, e ali reagir a mesma de modo adequado à finalidade e continuamente. À mistura de reagentes também pode ser adicionado um catalisador. Subsequentemente, o produto pode ser acabado continuamente, por exemplo, em uma evaporação, retificação e/ou em um evaporador de caminho curto ou de camada fina – apenas para citar algumas possibilidades.

20 O calor de reação liberado na reação pode ser descarregado, vantajosamente, no reator de elementos múltiplos através da superfície grande em relação ao volume do reator das paredes internas do reator e – desde que previsto – a um meio de transporte de calor. Além disso, na presente aplicação de reatores de elementos múltiplos, é possível um nítido aumento do

25 rendimento de volume-tempo de reações rápidas, matizadas com calor. Isso é possibilitado por uma mistura mais rápida dos reagentes, um nível de concentração médio mais alto dos reagentes do que no processo de fornada,

30

i.e., sem limitação por deficiência de reagente e/ou um aumento da temperatura, que, em geral, pode causar uma aceleração adicional da reação. Além disso, a presente invenção possibilita de modo comparativamente mais simples e econômico a conservação da segurança do processo. Desse modo, na presente invenção pôde ser obtida uma intensificação de processo drástica, particularmente, por rendimentos mais altos de até 10% por conversões e seletividades mais altas. De preferência, as reações presentes são realizadas em um reator de elementos múltiplos de aço fino. Desse modo, para as referidas reações, pode ser dispensado, de modo vantajoso, o uso de materiais especiais. Além disso, pela operação contínua em reações a ser realizadas sob pressão, precisa ser verificada uma durabilidade mais longa dos reatores de metal, uma vez que o material fica fatigado de modo muito mais lento em relação à operação de fornada. Além disso, a reprodutibilidade pôde ser nitidamente aperfeiçoada em relação a testes comparáveis em processos de fornada. Além disso, no presente processo existe um risco de scale up nitidamente reduzido na transferência dos resultados da escala laboratorial ou da técnica, particularmente, no presente processo contínuo, sob uso de uma instalação de acordo com a invenção, sendo que um reator de elementos múltiplos contém, vantajosamente, pelo menos um reator preliminar, trocável, de preferência, enchido com corpos de enchimento, um tempo de funcionamento da instalação surpreendentemente longo, também sem paralisações, que são causados por aderências ou depósitos. Além disso, foi constatado de modo surpreendente que no presente processo é particularmente vantajoso lavar ou condicionar previamente o reator de elementos múltiplos, antes do início da reação efetiva com a mistura de reação, particularmente, quando a mesma contém um catalisador homogêneo. Por essa medida, pode ser causado um ajuste surpreendentemente rápido de condições de processo constantes, a um alto nível.

É, portanto, objeto da presente invenção uma instalação para a realização industrial contínua de uma reação, sendo que o éster alílico de ácido metacrílico ?A é reagido com um composto de HSi B, na presença de um catalisador C e, opcionalmente, outros adjuvantes, e a instalação con-

tém, pelo menos na combinação dos reagentes (3) para os componentes A (1) e B (2), pelo menos um reator de elementos múltiplos, que, por sua vez contém duas unidades de reator, na forma de pelo menos um reator preliminar (5.1) trocável e pelo menos uma unidade de reator (5.3) disposta após o sistema de reator preliminar, e baseia-se sobre um acabamento de produto (8).

Objeto da presente invenção é, ainda, um reator de elementos múltiplos (5), para reação de silanos hidrolisáveis, particularmente, aqueles que contêm unidades de H-Si, que, pro sua vez contém pelo menos duas unidades de reação na forma de pelo menos um reator preliminar (5.1) trocável e pelo menos uma outra unidade de reação (5.3) ligada a jusante do sistema de reação preliminar.

São preferidos, nesse caso, reatores preliminares (5.1), que estão dotados de corpos de enchimento. Como corpos de enchimento são apropriados para esse fim, por exemplo – mas não exclusivamente – corpos de enchimento estruturados, i.e., partículas regulares e irregulares, com tamanho igual ou diferente, de preferência, com um tamanho de partícula médio, que corresponde a $\leq 1/3$, de modo particularmente preferido, $1/5$ a $1/100$ da secção transversal livre da superfície de secção transversal da respectiva unidade de reator (5.1), bem como à área de secção transversal de partícula, de preferência, 100 a 10^{-6} tais como fibras/lã, esferas, lascas, cordões, com secção transversal redonda ou aproximadamente redonda ou angular, espirais, cilindros, tubos, copos, selas, corpos em favos, placas, telas, tecidos, esponjas de poros abertos, corpos moldados ou ocos irregulares, embalagens (estruturadas) ou atados dos corpos estruturados citados acima, corpos esféricos de metal, óxido metálico, cerâmica, vidro ou matéria sintética, sendo que os referidos corpos de enchimento podem consistir, por exemplo – mas não exclusivamente – em aço, aço fino, titânio, cobre, alumínio, óxidos de titânio, óxidos de alumínio, corúndio, óxidos de silício, quartzo, silicatos aluminatos, zeólitos, vidro alcalino, vidro bórico, vidro de quartzo, cerâmica porosa, cerâmica vitrificada, cerâmica especial, SiC, Si₃N₄, BN, SiBNC etc.

Das figuras 1 a 6 podem ser vistos diagramas de operação de instalações ou partes de instalações como modalidades preferidas da presente invenção.

Desse modo, da figura 1 pode ser vista uma instalação contínua preferida, na qual os componentes de reagente A e B são combinados na unidade (3), alimentados à unidade (5), sendo que a mesma pode conter um catalisador imobilizado, ali reagidos e o produto de reação é acabado na unidade (8).

A figura 2 mostra uma outra modalidade preferida de uma presente instalação contínua, sendo que um catalisador C, particularmente, um catalisador homogêneo, é alimentado ao componente B. Mas, também se pode alimentar o catalisador à unidade 3 ou – tal como pode ser visto da figura 3 – o catalisador C pode ser adicionado a uma mistura dos componentes A e B, pouco antes da entrada na unidade de reator de elementos múltiplos (5).

Além disso, podem-se adicionar, opcionalmente, outros adjuvantes às respectivas correntes de material citadas acima.

Nesse caso, entende-se por unidade de reator um elemento do reator de elementos múltiplos (5), sendo que cada elemento representa uma região ou câmara de reação para a referida reação, comp., por exemplo, (5.1) (unidade de reator na forma de um reator preliminar) na figura 4, bem como (5.5) (unidade de reator de um reator de bloco integrado (5.3.1) na figura 5, bem como (5.10) [unidade reator de um reator de troca de calor de feixe de microtubos (5.9)]. I.e., unidades de reator de um reator de elementos múltiplos (5), no sentido da presente invenção, são, particularmente, capilares de aço fino ou de vidro de quartzo, tubos de aço fino ou reatores de aço fino bem dimensionados, por exemplo, reatores preliminares (5.1), tubos (5.10) em reatores de troca de calor de feixe de microtubos [por exemplo, (5.9)], bem como regiões cercadas de paredes (5.5), na forma de reatores de bloco interados [por exemplo, (5.3.1)]. Nesse caso, as paredes internas dos elementos de reator podem estar revestidas, por exemplo, com uma camada cerâmica, uma camada de óxidos metálicos, tais como Al_2O_3 , TiO_2 ,

SiO₂, ZrO₂, zeólitos, silicatos, para citar apenas alguns, mas também são possíveis polímeros orgânicos, particularmente, fluoropolímeros, tais como teflon.

Desse modo, uma instalação de acordo com a invenção contém
 5 um ou mais reatores de elementos múltiplos (5), que, por sua vez, baseiam-se em pelo menos 2 até 1.000.000 unidades de reator, inclusive todos os números naturais que se encontram no meio, de preferência, de 3 a 10.000, especialmente de 4 a 1.000 unidades de reator.

Nesse caso, a cama de reator ou de reação de pelo menos uma
 10 unidade de reator apresenta, de preferência, uma secção transversal em forma de semicírculo, em forma semi-oval, redonda, oval, triangular, quadrada, retangular ou em forma de trapézio, verticalmente à direção da corrente. De preferência, essa secção transversal apresenta uma área de secção transversal de 75 μm^2 a 75 cm^2 . São particularmente preferidas áreas de
 15 secção transversal com 0,7 a 120 mm^2 e todos os valores numéricos situados no meio. Em áreas de secção transversal redonda é preferido um diâmetro de $\geq 30 \mu\text{m}$ a $< 15 \text{ mm}$, especialmente 150 μm a 10 mm . Áreas de secção transversal angulosas apresenam, de preferência, comprimentos de lado de $\geq 30 \mu\text{m}$ a $< 15 \text{ mm}$, de preferência, 0,1 a 12 mm . Nesse caso, po-
 20 dem estar presentes em um reator de elementos múltiplos (5) de uma instalação de acordo com a invenção unidades de reator com áreas de secção transversal formadas de modo diferente.

Além disso, o comprimento da estrutura em uma unidade de reator, i.e., da entrada da corrente de reação ou de produto na unidade de reator, comp., por exemplo, (5.1 e 5.11) ou (5.5 e 5.5.1) até a saída, comp.
 25 (5.1.2) ou (5.5.2), de preferência, 5 cm até 500 m , inclusive todos os valores numéricos situados no meio, de modo particularmente preferido, $> 15 \text{ cm}$ até 100 m , de modo especialmente preferido, 20 cm até 50, especialmente 25 cm até 30 m .

30 Em uma instalação de acordo com a invenção são preferidas unidades de reator, cujo respectivo volume de reação (também chamado de volume de reator, i.e., o produto de área de secção transversal e comprimen-

to da estrutura) perfaz 0,01 ml a 100 l, inclusive todos os valores numéricos situados no meio. De modo particularmente preferido, o volume de reator de uma unidade de reator de uma instalação de acordo com a invenção perfaz 0,05 ml a 10 l, de modo especialmente preferido, 1 ml a 5 l, de modo especialmente preferido, 3 ml a 2 l, especialmente 5 ml a 500 ml.

Além disso, instalações de acordo com a invenção podem basear-se em um ou mais reatores de elementos múltiplos (5), que, de preferência, estão ligados paralelamente. Mas, também se pode dispor os referidos reatores de elementos múltiplos (5) um depois do outro, de modo que o produto, que se origina do reator de elementos múltiplos precedente, pode ser alimentado ao reator de elementos múltiplos subsequente.

Os presentes reatores de elementos múltiplos (5) podem ser alimentados, vantajosamente, com uma corrente de componentes de reagente (4) ou (5.2), que é apropriadamente dividido nas respectivas correntes parciais, comp., por exemplo, 95.4) na figura 5, bem como (5.11) na figura 6. Depois da reação, pode-se reunir as correntes de produto, comp., por exemplo, (5.7) na figura 5, (5.12) na figura 6, bem como (7), e subsequentemente, fazer o acabamento em uma unidade de acabamento (8). Nesse caso, essa unidade de acabamento (8) pode dispor, primeiramente, de um estágio de condensação ou estágio de evaporação, ao qual se seguem um ou mais estágios de destilação.

Além disso, um reator de elementos múltiplos (5) de uma instalação de acordo com a invenção pode basear-se em pelo menos um, de preferência, pelo menos dois capilares de aço fino, ligados paralelamente, ou sobre pelo menos dois capilares de vidro de quartzo ligados paralelamente ou pelo menos um reator de trocador de calor de feixe de tubos (5.9) ou pelo menos um reator de bloco integrado (5.3.1).

Nesse caso, podem ser usados, particularmente, capilares de aço fino, reatores ou reatores preliminares, que consistem, vantajosamente, em um aço fino altamente resistente, resistente a temperaturas elevadas, bem como inoxidável; Por exemplo, mas não exclusivamente, reatores preliminares, capilares, reatores de bloco, reatores de troca de calor de feixe de

tubos etc. consistem em apo do tipo 1.4571 ou 1.4462, componente, particularmente, também aço de acordo com DIN 17007. Além disso, a superfície voltada para a câmara de reação de um capilar de aço fino ou de um reator de elementos múltiplos pode estar equipada com uma camada polimérica, de preferência, por exemplo, uma camada contendo flúor, entre outros, teflon, ou uma camada cerâmica, de preferência, uma camada de SiO_2 , TiO_2 , ou Al_2O_3 , particularmente, para recepção de um caalisador.

Particularmente, pode-se usar, vantajosamente, um reator de bloco integrado, tal como se apresenta como reator de bloco aquecível, formado de placas metálicas estruturadas de modo definido (doravante também chamadas de plano), como pode ser visto em <http://www.heatric.com/pche-construction.html>.

A produção da referidas placas metálicas estruturadas ou planos, das quais pode depois ser produzido um reator de bloco, pode dar-se, por exemplo, por estampagem por corrosão, torneamento, corte, fresagem, estampagem, laminação erosão por faísca, trabalho com laser, técnica de plasma ou uma outra técnica dos métodos de trabalho em si conhecidos. Desse modo, são inseridas com extrema precisão estruturas bem definidas e dispostas de modo controlado, por exemplo, sulcos ou ranhuras, em um lado de uma placa metálica, particularmente, uma placa metálica de aço fino. Nesse caso, os respectivos sulcos ou ranhuras começam em um lado frontal da placa metálica, são contínua e terminam, geral, no lado frontal oposto da placa metálica.

Desse modo, a figura 5 mostra um plano de um reator de bloco integrado (5.3.1) com diversas unidades de reator ou elementos (5.5). Nesse caso, esse plano consiste, em geral, em uma placa de base de metal com paredes metálicas (5.6), situadas sobre a mesma, que limitam as câmaras de reação (5.5), juntamente com um outro plano ou placa metálica estruturada. Além disso, a unidade (5.3.1) contém uma região (5.4) para alimentação e distribuição da mistura de reagente (5.2) nos elementos de reator (5.5) e uma região (5.7) para combinação das correntes de produto das regiões de reação (5.5) e descarga da corrente de produto (7). Além disso, no âmbito

de um reator de bloco integrado (5.3.1) também diversos desses planos descritos acima podem estar unidos um em cima do outro. A união pode dar-se, por exemplo, por solda (de difusão) ou chumbação; a respeito dessas e outras técnicas de trabalho, que podem ser utilizadas aqui, comp. também

5

inz.de/seiten/de/u_050527115034_2679.php?PHPSESSID=75a6285eb0433122b9cecaca3092dad6b. Além disso, esses reatores de bloco integrados (5.3.1)

10 estão circundados, vantajosamente por uma unidade de regulagem de temperatura (6.5, 6.6), que possibilita o aquecimento ou resfriamento do reator de bloco (5.3.1), i.e., uma condução de temperatura controlada. Para esse fim, um meio (D), por exemplo, Malotherm ou Mediatherm, é temperado por meio de um trocador de calor (6.7) e alimentado através da tubulação (6.8) a uma bomba (6.9) e pela tubulação (6.1), à unidade de regulagem de tempe-
15 ratura (6.5) e descarregado através de (6.6) e (6.2) e alimentado à unidade de troca de calor (6.7). Nesse caso, o calor de reação liberado em um reator de bloco integrado (5.3.1) pode ser controlado de modo ótimo, pelo meio mais rápido, com o que podem ser evitados picos de temperatura, que influenciam negativamente uma condução de reação controlada. Mas, também
20 se pode configurar o reator de bloco integrado (5.3.1) e a unidade de regulagem de temperatura (6.5, 6.6) correspondente de tal modo que entre dois planos de elementos de reator esteja disposta, em cada caso, um plano de regulagem de temperatura, que possibilita uma condução ainda mais dirigida do meio de regulagem de temperatura entre as regiões (6.1, 6.5) e (6.6.,
25 6.2).

Em instalações de acordo com a invenção, é preferido, particularmente, um reator de elementos múltiplos (5), que contém pelo menos um reator preliminar (5.1) e pelo menos uma outra unidade de reator (5.3), por exemplo, um capilar de aço fino, ou um reator preliminar (5.1) e pelo menos
30 um reator de bloco integrado (5.3.1), ou um reator preliminar (5.1) e pelo menos um reator de troca de calor de feixe de tubos, comp. figura 4. Além disso, o reator preliminar (5.1) é operado, de modo temperável, i.e., resfriá-

vel e/ou aquecível de (D, 6.3, 6.4).

Em geral, já vestígios de água levam à hidrólise dos reagentes de alcoxissilano ou clorossilano e, desse modo, a depósitos ou aderências. A vantagem especial dessa modalidade de um reator preliminar (5.1) no âmbito do reator de elementos múltiplos (5), particularmente, para a reação de silanos, consiste no fato de que, além da realização da reação contínua por uma separação controlada e descarga de produtos de hidrólise ou partículas, tempos de paralisação ou de falha podem ser vantajosamente minimizados. Desse modo, aos reatores preliminares (5.1) equipados de acordo com a invenção podem ser adicionalmente dispostos, antes ou depois, filtros para a separação de partículas.

Em geral, uma instalação de acordo com a invenção para a reação industrial contínua de reações baseia-se em uma combinação de reagentes (3) para os componentes A e B, pelo menos um referido reator de elementos múltiplos (5) e em um acabamento de produto (8), comp. figuras 1, 2 e 3, sendo que o reator de elementos múltiplos (5) compreende pelo menos duas unidades de reator, na forma de reatores preliminares (5.1) trocáveis, que estão, de preferência, dotados de corpos de enchimento, e pelo menos uma unidade de reator (5.3), ligada a jusante do sistema de reator preliminar.

Nesse caso os componentes de reagente A e B podem ser combinados de modo controlado, continuamente na região (3), de uma unidade de armazenamento, por meio de bombas e, opcionalmente, por meio de sistema ponderado de diferença. Em geral, os componentes A e B são adicionados à temperatura ambiente, de preferência, a 10 até 40°C, e misturados na região (3). Mas, também se pode preaquecer pelo menos um dos componentes, os dois componentes ou materiais básicos ou a mistura correspondente. Desse modo, a referida unidade de armazenamento pode estar climatizada, bem como os recipientes de armazenamento podem estar realizados de modo regulado em temperatura. Além disso, os componentes de reagente podem ser combinados sob pressão. Através da tubulação (4), a mistura de reagente pode ser alimentada continuamente ao reator de ele-

mentos múltiplos (5).

Nesse caso, o reator de elementos múltiplos (5) é de preferência, levado por meio de um meio de regulação de temperatura D (6.1, 6.2) à temperatura de serviço desejada ou mantido na mesma, de modo que picos de temperatura e oscilações de temperatura indesejáveis, que são conhecidos de instalações de fornada, podem ser vantajosamente evitados na instalação de acordo com a invenção ou podem tornar-se suficientemente pequenos.

A corrente de produto ou de produto bruto (7) é alimentada continuamente ao acabamento de produto (8), por exemplo, uma unidade de retificação, sendo que se pode retirar, continuamente, por exemplo, através da cabeça (10), um produto F de fácil ebulição, por exemplo, um silano usado em excesso e reciclável de modo ótimo, e através do fundo (9) um produto E de ebulição mais difícil. Mas também podem ser retiradas da unidade (8) correntes laterais como produto.

Se for necessário realizar a reação dos componentes A e B na presença de um catalisador C, então pode ser usado, de modo vantajoso, um catalisador homogêneo, por adição à corrente de reagente. Mas, também pode ser usado um catalisador de suspensão, que também pode ser adicionado à corrente de reagente. Nesse caso, o diâmetro de partícula máximo do catalisador de suspensão deve perfazer, vantajosamente, menos de 1/3 da dimensão da área de secção transversal livre menor de uma unidade de reator do reator de elementos múltiplos (5).

Desse modo, pode ser visto da figura 2 que se adiciona um referido catalisador C, vantajosamente ao componente B, antes de o mesmo ser combinado com o componente A na região (3).

Mas, também se pode adicionar, através de uma tubulação (2.2), um catalisador homogêneo C ou um catalisador de suspensão C, a uma mistura de A e B, que é guiada na tubulação (4), de preferência, pouco antes da entrada no reator de elementos múltiplos, comp. figura 3. Da mesma maneira como em um catalisador homogêneo, podem-se adicionar aos componentes de reagente A e B também outros adjuvantes, predominantemente líqui-

dos, por exemplo – mas não exclusivamente - ativadores, iniciadores, estabilizadores, inibidores, solventes ou diluentes etc.

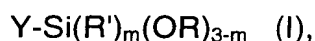
Mas, também se pode escolher um reator de elementos múltiplos (5), que está equipado com um catalisador C imobilizado, comp. figura 1. Nesse caso, o catalisador C pode estar presente, por exemplo – mas não exclusivamente – na superfície da câmara de reação dos respectivos elementos de reator.

Em geral, uma instalação de acordo com a invenção para a realização industrial, contínua, da reação de um referido composto A com um composto B, opcionalmente, na presença de um catalisador, bem como de outros adjuvantes, baseia-se em pelo menos uma combinação de reagentes (3), pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), que, por vez, compreende pelo menos duas unidades de reator de acordo com a invenção (5.1, 5.3), e em um acabamento de produto (8). Apropriadamente, os reagentes ou materiais básicos são postos à disposição em uma unidade de armazenamento para a realização da reação e alimentados ou adicionados de acordo com a necessidade. Além disso, uma instalação de acordo com a invenção está equipada com as unidades, em si usuais na técnica, de medição, adição, bloqueio, transporte, elevação, fiscalização, controle, bem como dispositivos de descarga de gás de escapamento e de resíduos. Além disso, uma instalação de acordo com a invenção desse tipo pode ser instalada, vantajosamente, em um contêiner transportável bem como empilhável e ser manuseada de modo flexível. Desse modo, pode-se levar uma instalação de acordo com a invenção de modo rápido e flexível, por exemplo, às fontes de reagente ou energia, em cada caso, necessárias. Mas, com uma instalação de acordo com a invenção também se pode pôr à disposição, com todas as vantagens, continuamente produto, mais precisamente, no ponto no qual o produto é processado adicionalmente ou usado adicionalmente, por exemplo, diretamente no cliente.

Uma outra vantagem, a ser especialmente destacada, de uma instalação de acordo com a invenção para a realização industrial, contínua, de uma reação de composto A α,β -insaturados, com um composto de HSi B,

é que agora se dispõe de uma possibilidade de produzir de modo simples e econômico, continuamente e de modo flexível, também produtos especiais pequenos, com quantidades de fração entre 5 kg e 50.000 t p.a., de preferência, 10 kg a 10.000 t p.a.. Nesse caso, tempos de paralisação desnecessários, picos e oscilações de temperatura que influenciam o rendimento, a seletividade, bem como tempos de permanência longos demais e, com isso, reações secundárias indesejáveis são evitados vantajosamente. Particularmente, também, se pode usar essa instalação, também sob pontos de vista econômicos, ecológicos e de benefícios para o cliente, de modo ótimo para produção dos presentes silanos.

Desse modo, um outro objeto da presente invenção é um processo para a produção industrial, contínua, de um 3-metacriloxipropilalcóxissilano da fórmula geral (I)



na qual Y representa um grupo 3-metacriloxipropil, R' e R, independentemente um do outro, representam um grupo

C₁- a C₄-alquila, e m é igual a 0 ou 1,

sendo que a reação dos componentes de reagente A e B é realizada na presença de um catalisador C, bem como, opcionalmente, de outros componentes em um reator de elementos múltiplos (5), que, por sua vez, se baseia em pelo menos duas unidades de reator na forma de pelo menos um reator preliminar (5.1) trocável e pelo menos uma outra unidade de reator (5.3), ligada a jusante do sistema de reator preliminar.

De preferência, a reação é realizada em pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), cujas unidades de reator consistem em aço fino ou vidro de quartzo ou cujas câmaras de reação estão limitadas por aço fino ou vidro de quartzo, sendo que as superfícies das unidades de reator podem estar revestidas ou cobertas, por exemplo, com teflon. Além disso, é preferido no processo de acordo com a invenção que são usadas unidades de reator, cuja secção transversal está realizada em forma de semicírculo, em forma semioval, redonda, oval, triangular, quadrada, retangular ou em forma de trapézio.

Nesse caso, são usadas, vantajosamente, unidades de reator, cuja respectiva área de secção transversal perfaz $75 \mu\text{m}^2$ a 75 cm^2 .

Além disso, são usadas, de preferência, as unidades de reator que apresentam um comprimento de estrutura de 5 cm a 200 m, de modo particularmente preferido, 10 cm a 120 m, de modo especialmente preferido, 15 cm a 80 m, especialmente 18 cm a 30 m, inclusive todos os valores numéricos possíveis, que estão incluídos pelos âmbitos citados acima.

Desse modo, no processo de acordo com a invenção são usadas, de modo apropriado, unidades de reator, cujo respectivo volume de reação perfaz 0,01 ml a 100 l, inclusive todos os valores numéricos situados no meio, rpe, 1 ml a 50 l, de modo particularmente preferido, 1 ml a 20 l, de modo especialmente preferido, 2 ml a 20 l, especialmente 5 ml a 5 l.

No processo de acordo com a invenção, a referida reação também pode ser realizada, vantajosamente, em uma instalação com um reator de elementos múltiplos (5), que se baseia (i) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1) ligados paralelamente, e pelo menos um capilar de aço fino, ligado a jusante dos reatores preliminares ou (ii) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1) ligados paralelamente, e pelo menos um capilar de vidro de quartzo ligado a jusante de um dos reatores preliminares, ou (iii) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1) ligados preliminarmente e pelo menos um reator de bloco (.3.1) integrados ou (iv) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1) ligados paralelamente e pelo menos um reator de troca de calor de feixe de tubos (5.9).

Nesse caso, é especialmente preferido um reator de elementos múltiplos (5), que compreende pelo menos dois reatores preliminares (5.1) de acordo com a invenção, trocáveis, sendo que os mesmos estão equipados com corpos de enchimento, tais como estão descritos, particularmente, acima, para separação de produtos de hidrólise, de silanos hidrolisáveis usados. De modo particularmente preferido, o processo de acordo com a invenção é realizado em unidades de reator de aço fino.

Além disso, é preferido que no processo de acordo com a invenção a superfície que está em contato com a mistura o reagente/mistura de produto das

unidades de reator do reator de elementos múltiplos esteja coberta com um catalisador.

Quando a reação dos componentes A e B, na presença de um catalisador homogêneo C é realizada no âmbito do processo de acordo com a invenção, foi descoberto, surpreendentemente, que é particularmente vantajoso con-
5 dicionar previamente o reator de elementos múltiplos por um ou mais processos de lavagem com uma mistura de catalisador homogêneo C e componente B ou de catalisador homogêneo C e os componentes A e B ou uma operação abreviada da instalação, por exemplo por 10 a 120 minutos e, opcio-
10 nalmente, com uma concentração de catalisador mais alta.

Os materiais usados para o condicionamento prévio do reator de elementos múltiplos podem ser coletados e posteriormente adicionados, pelo menos em parte, à corrente de reagente ou alimentados diretamente ao acabamen-
to de produto e submetidos a acabamento.

15 Pelo condicionamento prévio descrito acima do reator de elementos múltiplos, particularmente, quando ele consiste em aço fino, pode-se obter de maneira surpreendente e vantajosa, mais rapidamente um estado de serviço constante, a um rendimento máximo.

No processo de acordo com a invenção, a referida reação pode
20 ser realizada na fase gasosa e/ou líquida. Nesse caso, já mistura de reação ou de produto pode apresentar-se em uma, duas ou três fases. Vantajosamente, no processo de acordo com a invenção, a reação é realizada em uma fase, particularmente, na fase líquida.

Desse modo, o processo de acordo com a invenção é operado,
25 vantajosamente, sob uso de um reator de elementos múltiplos, a uma temperatura de 10 a 250°C, a uma pressão de 0,1 a 500 bar. De preferência, a reação dos componentes A e B, particularmente uma hidrossililização, é realizada, nesse caso, no reator de elementos múltiplos, a uma temperatura de 50 a 200°C, de preferência, de 60 a 180°C, particularmente, a 70 a 90°C, e a
30 uma pressão de 0,5 a 30 bar abs., de preferência, a 1 a 200 bar abs., de modo particularmente preferido, a 2 a 50 bar abs.

Em geral, a pressão diferencial em uma instalação de acordo

com a invenção, i.e., entre a combinação dos reagentes (3) e acabamento do produto (8), perfaz 1 a 10 bar abs. Vantajosamente, pode-se equipar uma instalação de acordo com a invenção com uma válvula de manutenção de pressão, particularmente, no uso de trimetoxissilano (TMOS). De preferência, a válvula de manutenção de pressão é ajustada de 1 a 100 bar abs., de preferência, até 70 bar abs., de modo particularmente preferido, até 40 bar abs., especialmente, para um valor entre 10 a 35 bar abs.

A reação pode ser realizada de acordo com a invenção a uma velocidade linear (LV) de 1 a $1 \cdot 10^4 \text{ h}^{-1}$ i. N. Nesse caso, a velocidade da corrente da corrente de material nas unidades de reator está situada, de preferência, o âmbito de 0,0001 a 1 m/s i.N.m de modo particularmente preferido, 0,0005 a 0,7 /s, especialmente 0,05 a 0,3 m/s e todos os números possíveis dentro dos âmbitos citados acima. Quando se refere a relação existente na reação de acordo com a invenção de superfície de reator (A) para o volume (V), então é preferida uma relação A/V de 20 a $5.000 \text{ m}^2/\text{m}^3$, inclusive todos os valores individuais numericamente possíveis, que se situam no âmbito citado – para a realização vantajosa do processo de acordo com a invenção. Nesse caso, a relação A/V é uma medida para a passagem de calor, bem como de influências (de parede) heterogêneas possíveis.

Desse modo, a reação no processo de acordo com a invenção é realizada, vantajosamente, a um tempo de permanência de 10 segundos a 60 minutos, de preferência, 1 a 30 minutos, de modo particularmente preferido, 2 a 20 minutos, especialmente 3 a 10 minutos. Também aqui, faz-se referência, separadamente, a todos os valores numéricos possíveis, que o âmbito citado apresenta.

Como componente A pode ser usado no processo de acordo com a invenção, de preferência, 3-metilacriloxipropeno-1 (alilmetacrilato ou chamado de éster alílico de ácido metacrílico).

Como componentes B, são apropriados no processo de acordo com a invenção silanos da fórmula geral (II)



na qual R' e R representam, independentemente um do outro, um grupo C₁-

a C₄-alquila e m é igual a 0 ou 1, de preferência, R' é metila e como grupo R é preferida metila ou etila.

Desse modo, de acordo com a invenção é usado, de preferência, trimetoxissilano (TMOS), trietoxissilano (TEOS), metildimetoxissilano ou metildietoxissilano.

Os componentes A e B são usados no processo de acordo com a invenção, de preferência, em uma relação molar de A para B de 1:5 a 100:1, de modo particularmente preferido, 1:4 a 5:1, de modo especialmente preferido, 1:2 a 2:1, especialmente de 1,0:1,5 a 1,5:1,0, inclusive todos os números possíveis dentro dos âmbitos citados acima, por exemplo – mas não exclusivamente – 1 para 1,2 a 0,8.

O processo de acordo com a invenção é realizado, de preferência, na presença de um catalisador homogêneo C. Mas, o processo de acordo com a invenção também pode ser operado sem a adição de um catalisador, sendo que, então, em geral, deve-se contar com uma diminuição do rendimento.

Particularmente, o processo de acordo com a invenção é usado para a realização de uma reação de hidrossililização, para produção de organossilanos de acordo com a fórmula (I), sendo que são usados, especialmente, catalisadores homogêneos da série catalisador de complexo de Pt, por exemplo os do tipo Karstedt, tal como Pt(0)-diviniltetrametildissiloxano em xileno, PtCl₄, H₂[PtCl₆] ou H₂[PtCl₆]·6H₂O, de preferência, um "catalisador Speyer", cis-(Ph₃P)₂PtCl₂, catalisadores de complexo de Pd, Rh, Ru, Cu, Ag, Au, Ir ou outros metais de transição ou metais nobres. Nesse caso, pode-se dissolver os catalisadores de complexo, em si conhecidos, em um solvente orgânico, de preferência, polar, em, por exemplo – mas não exclusivamente – éter, tal como THF, cetonas, tal como acetona, álcoois, tal como isopropanol, hidrocarbonatos alifáticos ou aromáticos, tais como tolueno, xileno.

Adicionalmente, pode-se adicionar ao catalisador homogêneo ou à solução do catalisador homogêneo um ativador, por exemplo, na forma de um ácido orgânico ou inorgânico, tal como HCl, H₂SO₄, H₃PO₄, ácidos mono- e dicarboxílicos, HCOOH, H₃C-COOH, ácido propiônico, ácido oxálico, ácido

succínico, ácido cítrico, m ácido benzóico, ácido ftálico – para citar apenas alguns.

Além disso, a adição de um ácido orgânico ou inorgânico à mistura de reação pode assumir uma outra função vantajosa, por exemplo, como estabilizador ou inibidor para impurezas no âmbito de vestígio.

Quando no processo de acordo com a invenção é usado um catalisador homogêneo ou um catalisador de suspensão, o componente de olefina A para o catalisador, com relação ao metal, é usado, de preferência, em uma relação molar de 2.000.000:1 a 1.000:1, de modo particularmente preferido, de 1.000.000:1 a 4.000:1, especialmente, de 500.000:1 a 10.000:1, e todos os valores numéricos possíveis dentro dos âmbitos citados acima.

Mas também pode ser usado um catalisador imobilizado ou catalisador heterogêneo da série dos metais de transição ou metais nobres ou um catalisador de elementos múltiplos correspondente para a realização da reação de hidrossililização. Desse modo, podem ser usados, por exemplo – mas não exclusivamente – lodos de metais nobres ou metal nobre sobre carvão ativo. Mas, também pode ser prevista uma cada sólida para a recepção de um catalisador heterogêneo na área do reator de elementos múltiplos. Desse modo, podem ser introduzidos, por exemplo – mas não exclusivamente – catalisadores homogêneos sobre um veículo, tais como esferas, barras, pelotas, cilindros, agitadores etc., de, entre outros, SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , ZrO_2 , na área de reação das unidades de reator.

Exemplos de reatores de bloco integrados com camada sólida podem ser encontrados sob http://www.heatric.com/iqs/sid.0833095090382426307150/mab_reactors.html.

Além disso, podem ser usados como adjuvantes solventes ou diluentes, tais como álcoois, hidrocarbonetos alifáticos, bem como aromáticos, éteres, ésteres, cetonas, CKW, FCKW – para citar apenas alguns. Esses produtos podem ser removidos do produto, por exemplo, no acabamento do produto.

No presente processo também podem ser usados inibidores em

si conhecidos, por exemplo, inibidores de polimerização ou misturas correspondentes, como adjuvantes adicionais.

Em geral, o processo de acordo com a invenção é realizado do seguinte modo:

5 Em geral, são carregados, primeiramente, os componentes de reagente A, B e, opcionalmente, C, bem como, opcionalmente, outros adjuvantes. Nesse caso, procura-se adicionar um catalisador homogêneo com uma precisão de $\leq \pm 20\%$, de preferência, $\leq \pm 10\%$. Em casos especiais, o catalisador homogêneo, bem como, opcionalmente, outros adjuvantes também
10 podem ser adicionados à mistura dos componentes A e B só pouco antes da entrada no reator de elementos múltiplos. Subsequentemente, pode-se alimentar a mistura de reagentes ao reator de elementos múltiplos e reagir os componentes sob controle de temperatura. Apropriadamente, a presente reação é realizada na presença de pelo menos um estabilizar, para evitar a
15 "formação de popcorn". Esses estabilizadores e a indicação dos mesmos são em si conhecidos e podem ser encontrados, por exemplo, nos documentos EP 0 707 009 A1 ou EP 0 708 081 A2. Desse modo, por exemplo, podem ser usados 0,05 a 3% em mol de 2,6-di-terc-butilfenol, com relação à quantidade de componentes de reagente A e B, como inibidor de polimerização.
20 Pode-se, ainda, lavar ou condicionar previamente o reator de elementos múltiplos, primeiramente, com um reagente contendo catalisador ou mistura de reagentes, antes de aumentar a temperatura para realização da reação. Mas, o condicionamento prévio do reator de elementos múltiplos também pode ser realizado sob temperatura ligeiramente aumentada. As correntes
25 de produto reunidas ou obtidas no reator de elementos múltiplos (produto bruto) podem ser acabados de maneira apropriada, subsequentemente, em um acabamento de produto da instalação de acordo com a invenção. Além disso, o produto pode ser submetido a uma purificação adicional, por exemplo – mas não exclusivamente – sob uso de um evaporador de trajeto curto
30 ou de camada fina. O processo é, de preferência, executado continuamente.

Desse modo, o processo de acordo com a invenção, sob uso de uma instalação de acordo com a invenção, pode ser executado de modo

vantajoso, continuamente, com uma descarga de produto de 5 kg até 50.000 t p.a. e produzir vantajosamente, por exemplo – mas não exclusivamente – 3-metacriloxipropiltrimetoxissilano.

5 A presente invenção é explicada mais detalhadamente pelo exemplo abaixo, sem limitar o objeto.

Exemplo

Produção de 3-metacriloxipropiltrimetoxissilano

A instalação usada para a produção contínua de 3-metacriloxipropiltrimetoxissilano (Dynasylan® MEMO) consistia, substancialmente, nos recipientes de armazenamento de reagente, bombas de HPLC, unidades de regulação, medição e adição, um misturador T, para reatores preliminares de aço fino, ligados paralelamente, trocáveis e dotados de corpos de enchimento (em cada caso, diâmetro 10 mm, comprimento, 50 mm, esferas de aço fino, com diâmetro médio de 1,5 mm, como corpos de enchimento), um reator de bloco integrado de aço fino, comp. a esse respeito também a figura 5, regulação de temperatura, uma válvula de manutenção de pressão, uma coluna de separação, um evaporador de trajeto curto ligado a jusante e tubulações de ligação na instalação para alimentação de reagente, entre as partes de instalação citadas acima, bem como descarga de produto, reciclagem e gás de escapamento. Além disso, foi prevista para os reatores preliminares e o reator de bloco uma regulação de temperatura, através de um sistema de aquecimento e refrigeração.

10
15
20

Primeiramente, o metacrilato alílico (Degussa/Röhm), catalisador de platina(IV) [53 g de ácido de hexacloroplatina-hexaidrato, completados com acetona para 1 dm³], bem como um sistema de estabilizador (N,N-difenil-p-fenilendiamina, DPPD e 2,6-di-terc-butil-4-metilfenol, ionol) foram misturados em uma relação molar de metacrilato alílico:Pt = 16.300:1 e metacrilato alílico:DPPD:ionol = 225:1:1, adicionados e misturados em um misturador T com trimetoxissilano (TMOS, Degussa AG), em uma relação molar de metacrilato alílico:TMOS = 1:1 e alimentados continuamente ao sistema de reator. Nesse caso, a pressão perfez 25 ± 10 bar. Ao pôr a instalação em funcionamento, deve ser garantido um estado o mais livre possível de H₂O,

25
30

bem como de O_2 da instalação. Portanto, antes de aumentar a temperatura no sistema de reator, a instalação foi lavada por 1 hora com a mistura de reagente de metacrilato alílico-catalisador-estabilizador, só depois foi iniciada a adição de TMOS. A uma quantidade de carga contínua de, na soma, 90 g/h, a temperatura no banho de regulação de temperatura foi aumentada, ajustada em 75°C no sistema de reator e operada continuamente por 28 dias. Amostras da corrente de produto bruto foram retiradas a intervalos e examinadas por meio de medições de GC-WLD. A conversão, com relação a TMOS, ficou acima de 99% e a seletividade, com relação ao produto de alvo, ficou em torno de 80%. A corrente de produto obtida desse modo foi separada continuamente. O produto de cabeça foi alimentado a uma combustão adicional e o produto do fundo alimentado à destilação de purificação por meio do evaporador de camada fina ou evaporador de trajeto curto.

REIVINDICAÇÕES

1. Instalação para a realização industrial, contínua, de uma reação, sendo que misturam-se éster alílico de ácido metacrílico A com um composto de HSi B, na presença de um catalisador C e, opcionalmente, outros adjuvantes e a instalação baseia-se pelo menos à combinação dos reagentes (3) para os componentes A (1) e B (2), pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), que, por sua vez, compreende pelo menos duas unidades de reator, na forma de pelo menos um reator preliminar (5.1) trocável e pelo menos uma outra unidade de reator preliminar (5.3), ligada a jusante do sistema de reator preliminar, e em um acabamento de produto (8).

2. Instalação de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por uma unidade de reator (5.3), que, por sua vez, inclui 1 a 100.000 unidades de reator.

3. Instalação de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada por unidades de reator, sendo que um reator preliminar (5.1) apresenta um volume de reação livre de 5 ml a 10 l, e uma unidade de reator (5.3) apresenta, na soma, um volume de reação livre de 1 ml a 100 l.

4. Instalação de acordo com uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada por pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), que se baseia (i) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1), ligados paralelamente, e pelo menos em um capilar de aço fino, ligado a jusante dos reatores preliminares, ou (ii) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1), ligados paralelamente, e pelo menos um capilar de vidro de quartzo, ligado a jusante dos reatores preliminares, ou (iii) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1), ligados paralelamente, e pelo menos um reator de bloco integrado (5.3.1) ou (iv) em pelo menos dois reatores preliminares (5.1), ligados paralelamente, e pelo menos um reator de troca de calor de feixe de microtubos (5.9).

5. Instalação de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada por pelo menos dois reatores preliminares (5.1), que estão dotados de corpos de enchimento.

6. Instalação de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, ca-

racterizada por um reator de elementos múltiplos (5), que compreende quatro a oito reatores preliminares (5.1), ligados paralelamente e dotados de corpos de enchimento, e um reator de bloco integrado (5.3.1), ligado a jusante dos reatores preliminares, que, pro sua vez, compreende 10 a 4.000 unidades de reator (5.5).

7. Reator de elementos múltiplos (5), para reação de silanos hidrolisáveis, que, por sua vez, contém pelo menos duas unidades de reator, na forma de reatores preliminares (5.1) trocáveis e pelo menos uma outra unidade de reator (5.3), ligada a jusante dos reatores preliminares.

8. Instalação de acordo com uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por reatores preliminares (5.1), que estão carregados com corpos de enchimento (5.1.3) estruturados.

9. Processo para a produção industrial, contínua, de um 3-metacriloxiproopilalcoxissilano da fórmula geral (I)

$$Y-Si(R')_m(OR)_{3-m} \quad (I),$$

na qual Y representa um grupo 3-metacriloxipropil, R' e R, independentemente um do outro, representam um grupo

C₁- a C₄-alquila, e m é igual a 0 ou 1,

sendo que a reação dos componentes de reagente A e B é realizada na presença de um catalisador C, bem como, opcionalmente, de outros componentes em um reator de elementos múltiplos (5), que, por sua vez, se baseia em pelo menos duas unidades de reator na forma de pelo menos um reator preliminar (5.1) trocável e pelo menos uma outra unidade de reator (5.3), ligada a jusante do sistema de reator preliminar.

10. Processo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que a reação é realizada em pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), sendo que as unidades de reator estão realizadas em aço fino e pelo menos dois dos reatores preliminares (5.1) estão equipados com corpos de enchimento (5.1.3).

11. Processo de acordo com a reivindicação 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que se reage éster alílico de ácido metacrílico $[CH_2=C(CH_3)C(O)O-CH_2CH=CH_2]$ como componente A com um silano

(componente B) da fórmula geral (II)



na qual R' e R representam, independentemente um do outro, um grupo C₁-a C₄-alquila e m é igual a 0 ou 1.

5 12. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 11, caracterizado pelo fato de que os componentes B (hidrossilano) e A (olefina) são usados em uma relação molar de 0,8 a 1,2 para 1.

10 13. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 12, caracterizado pelo fato de que um catalisador homogêneo C e, em relação ao metal nobre, em uma relação molar para o componente A de 1 a 10 para 60.000.

14. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 13, caracterizado pelo fato de que a reação é realizada na presença de um catalisador C na base de PtCl₄ ou H₂PtCl₆ ou H₂PtCl₆·6H₂O.

15 15. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 14, caracterizado pelo fato de que o reator de elementos múltiplos (5) é condicionado previamente com uma mistura de reagentes que contém catalisador.

20 16. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 15, caracterizado pelo fato de que a reação no reator de elementos múltiplos (5) é realizada a uma temperatura de 60 a 90°C e a uma pressão de 15 a 35 bar abs.

17. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 16, caracterizado pelo fato de que a reação é realizada a um tempo de permanência médio de 1 minuto até 10 minutos.

25 18. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 17, caracterizado pelo fato de que a reação é realizada a uma relação de superfície do reator para volume do reator (A/V) de 20 a 50.000 m²/m³.

30 19. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 18, caracterizado pelo fato de que se carregam e se misturam continuamente os componentes de reagente A, B e C, subsequentemente, alimenta-se uma corrente de volume definido da mistura de reagentes ao reator de elementos múltiplos (5) e, subsequentemente, submete-se a acabamento a mistura de

produto obtida, nesse caso.

20. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 19, caracterizado pelo fato de que é usada uma mistura de reagentes na base dos componentes A, B e C, que contém como outro componente pelo menos um estabilizador, bem como, opcionalmente, pelo menos um ativador.

21. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 20, caracterizado pelo fato de que depois de um tempo de operação definido da instalação, pelo menos um reator preliminar (5.1), que, opcionalmente, está carregado com corpos de enchimento (5.1.3), é trocado por um reator preliminar novo, opcionalmente, equipado com corpos de enchimento, enquanto se continua a operar pelo menos um outro reator preliminar (5.1), para realização do processo contínuo.

22. Processo de acordo com uma das reivindicações 9 a 21, caracterizado pelo fato de que a velocidade de corrente nos reatores preliminares (5.1) é menor do que a nas unidades de reator ligadas a jusante.

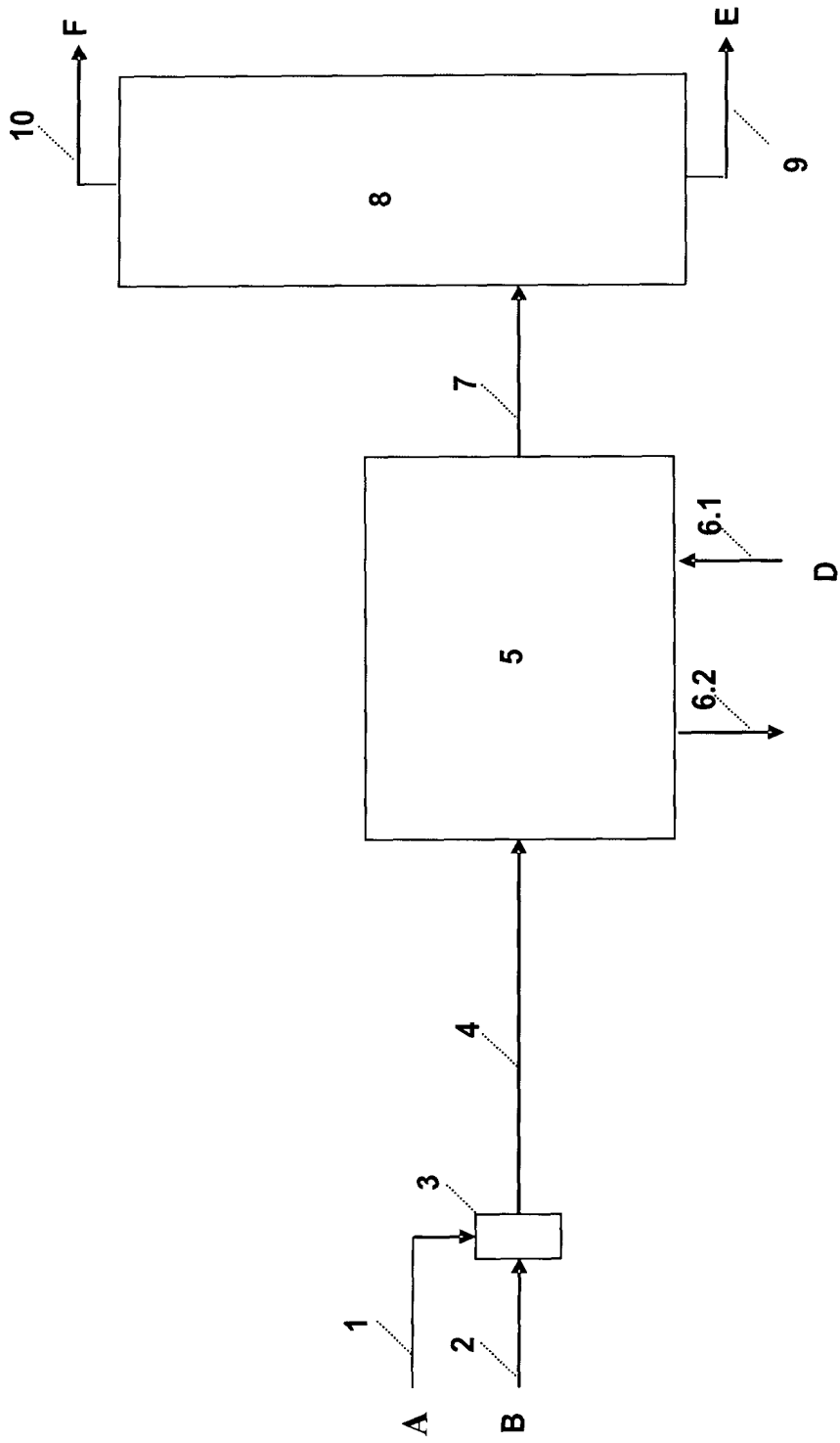


Fig. 1

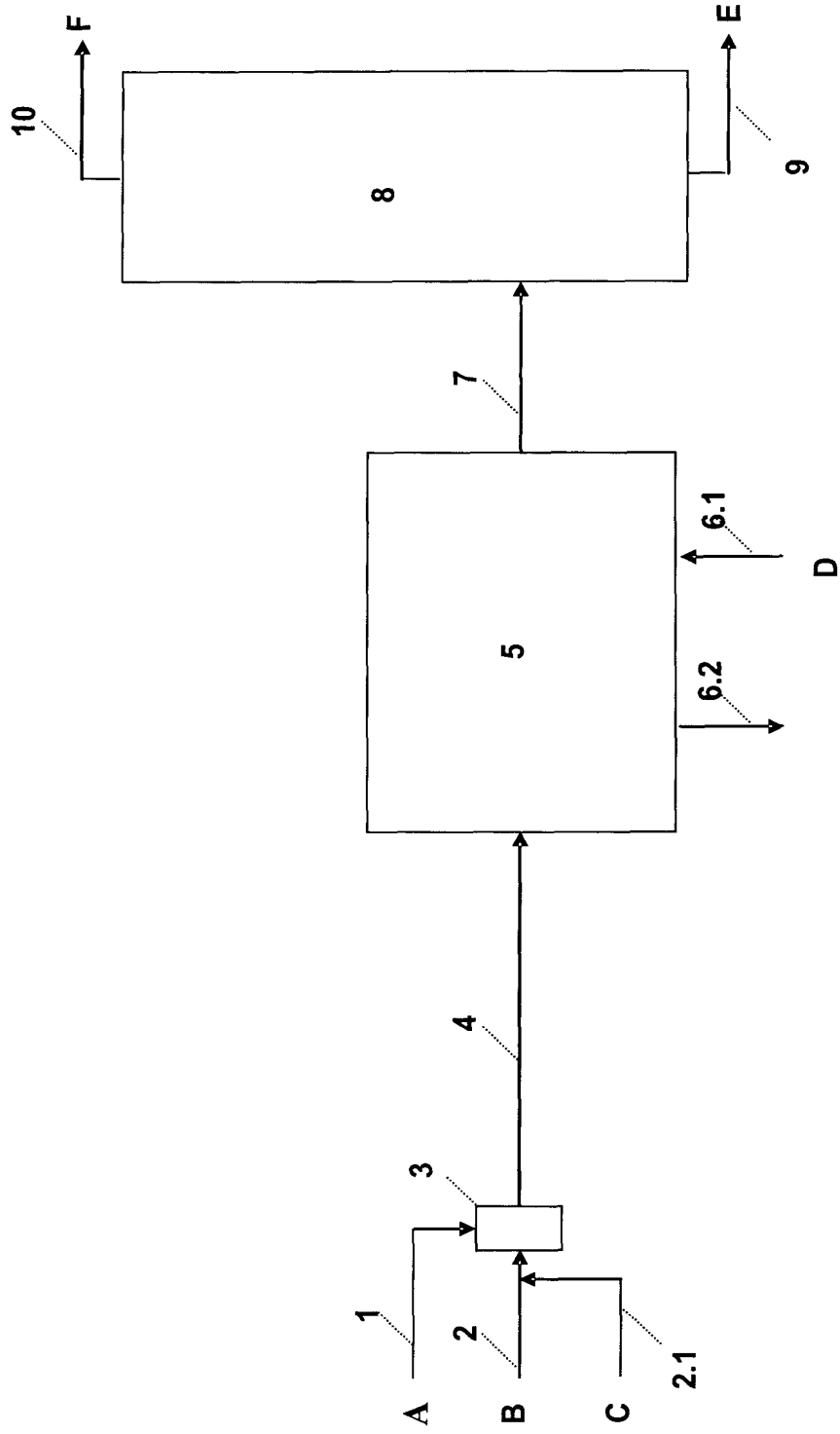


Fig. 2

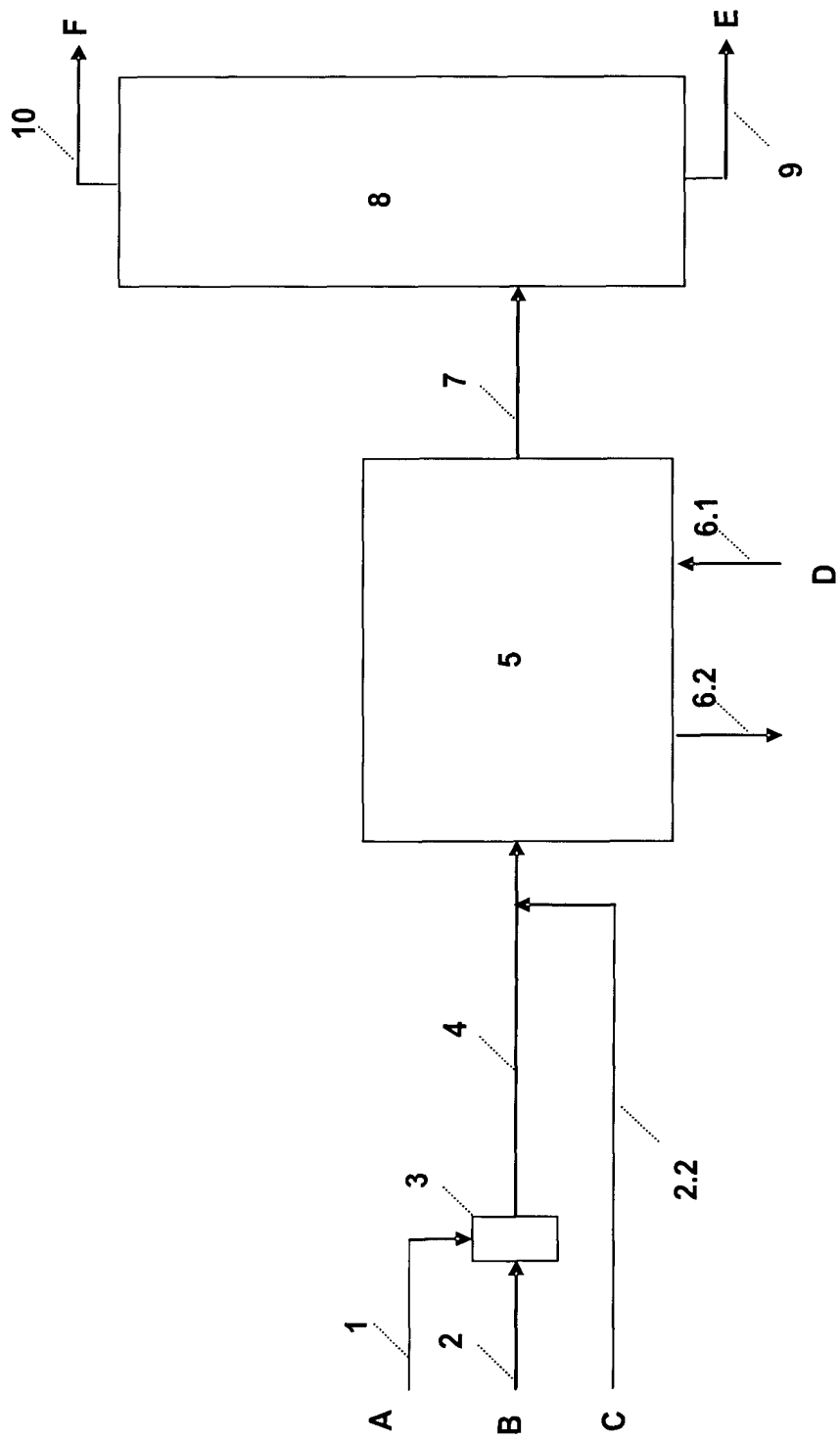


Fig. 3

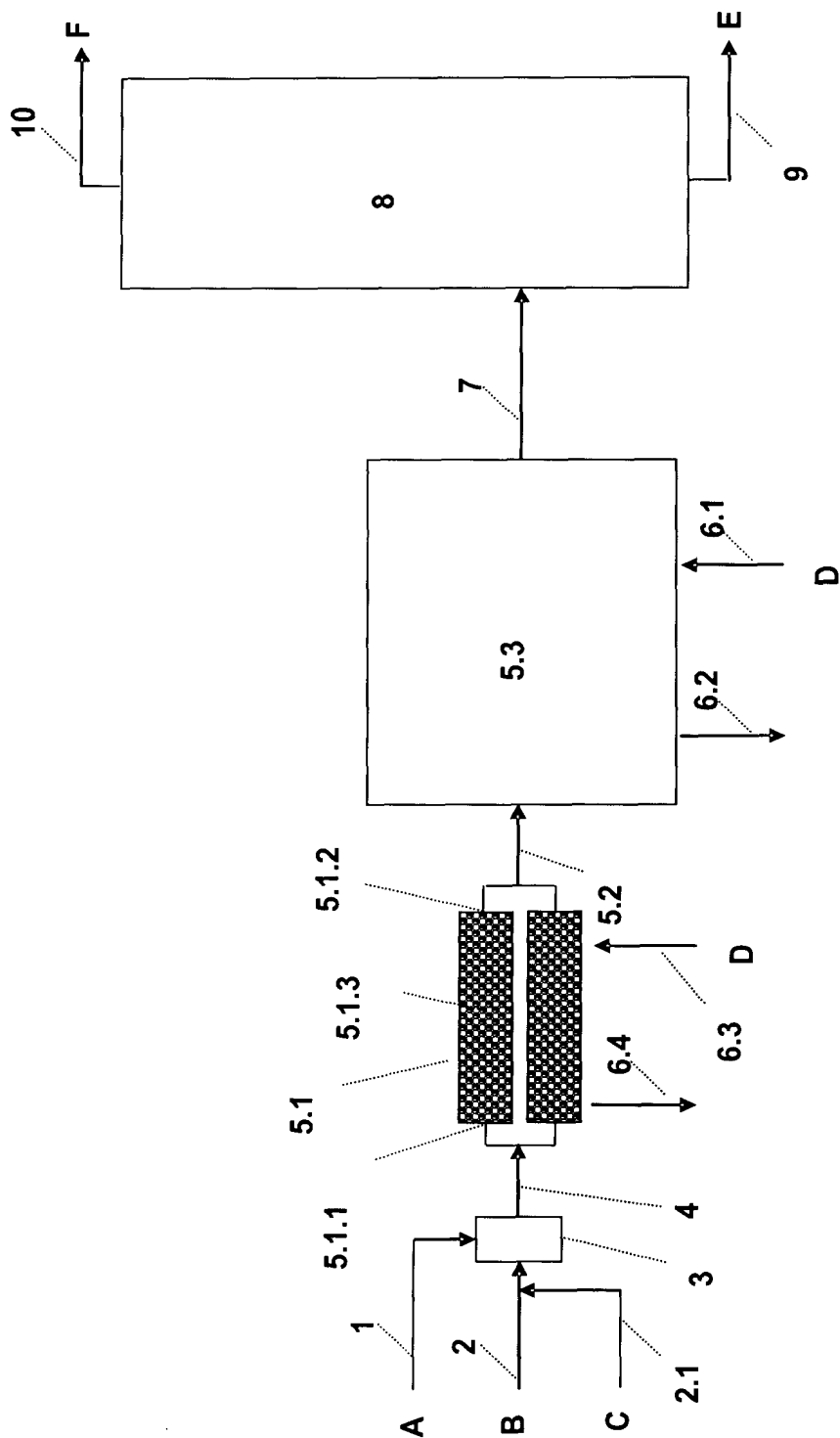


Fig. 4

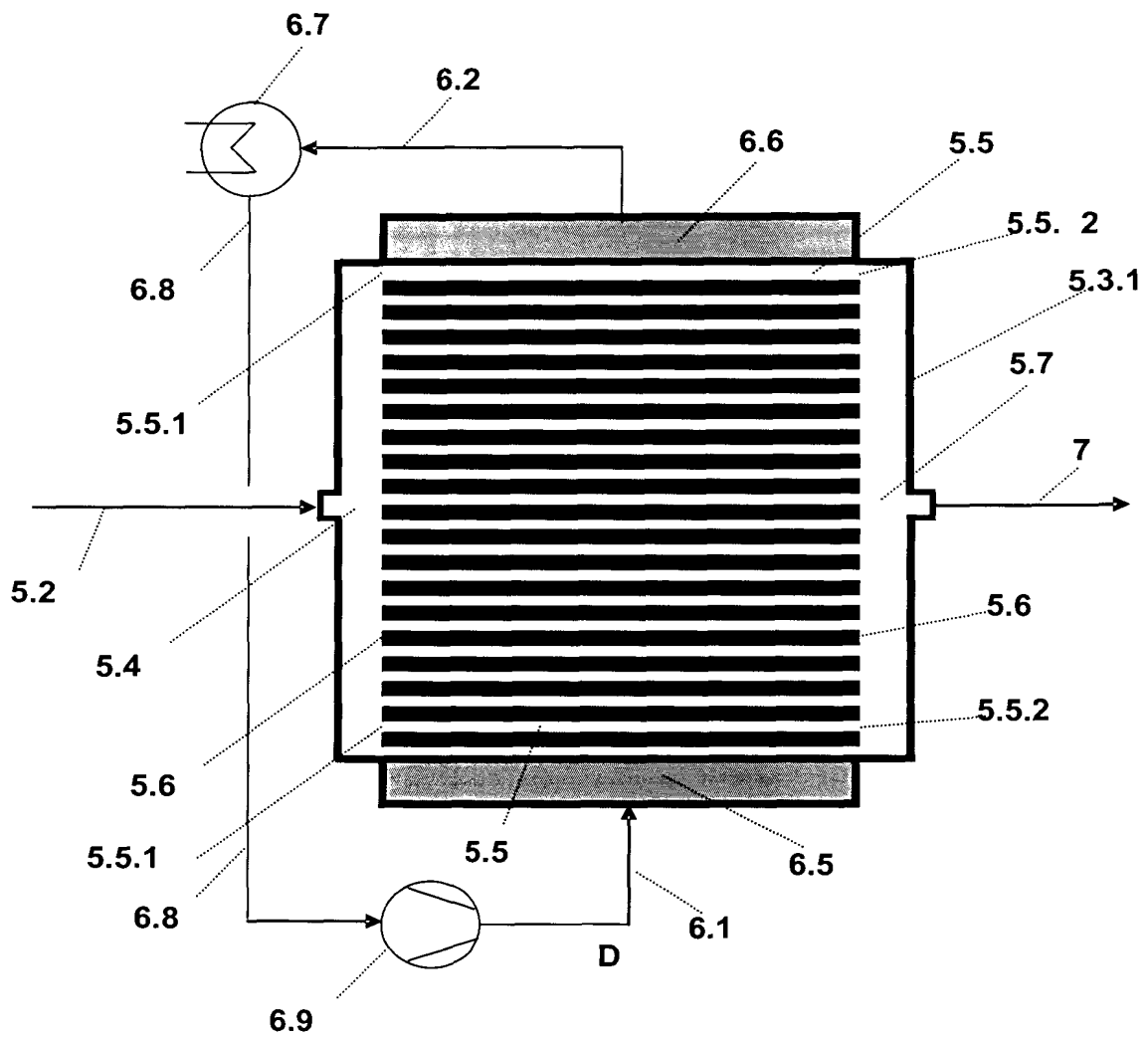


Fig. 5

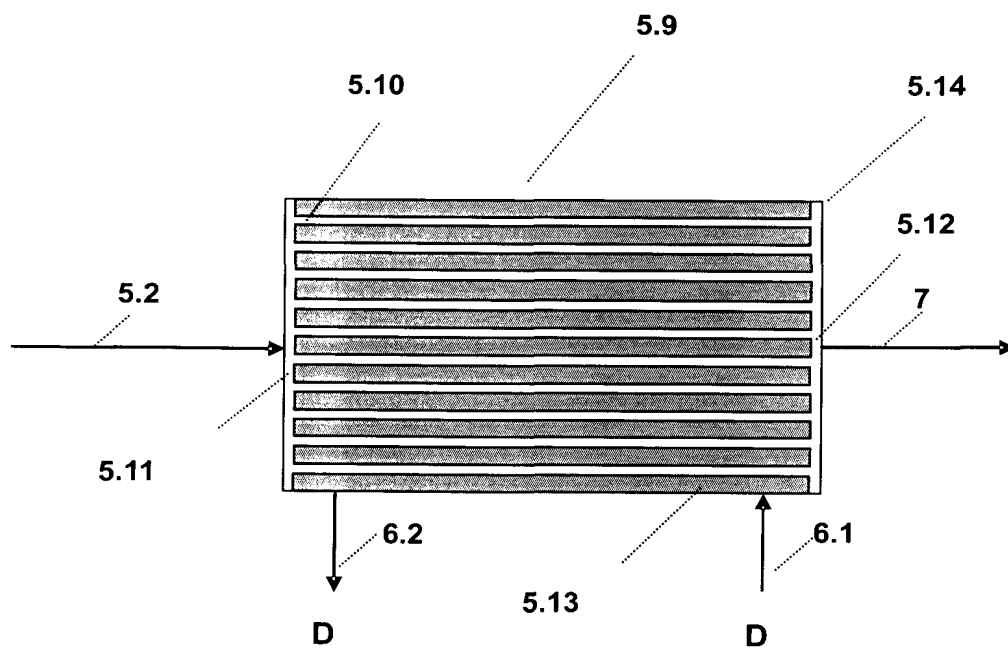


Fig. 6

RESUMO

Patente de Invenção: "INSTALAÇÃO, REATOR E PROCESSO PARA A PREPARAÇÃO INDUSTRIAL CONTÍNUA DE 3-METACRILOXIPROPILALCOXISSILANOS".

- 5 A presente invenção refere-se a uma instalação, a um reator e a um processo para a execução industrial, contínua, de uma reação, na qual metacrilato alílico A é reagido com um composto de HSi B, na presença de um catalisador C e, opcionalmente, de outros adjuvantes, e o sistema baseia-se pelo menos na combinação de reagentes (3) para os componentes A
- 10 (1) e B (2), pelo menos um reator de elementos múltiplos (5), que, por sua vez, compreende pelo menos duas unidades de reator, na forma de reatores preliminares (5.1) trocáveis e pelo menos uma outra unidade de reator (5.3), ligada a jusante dos reatores preliminares, e em um acabamento de produto (8).