

(11) *Número de Publicação:* PT 842122 E

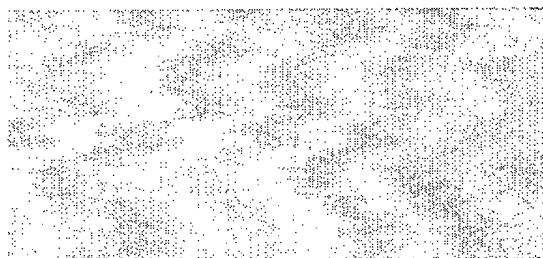
(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
C02F001/46 A

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1996.04.18	(73) <i>Titular(es):</i> VITOLD MIKHAILOVICH BAKHIR UL. PROF SOJUZNAYA, 136-3-292 117321 MOSCOW RU
(30) <i>Prioridade:</i>	JURY GEORGIEVICH ZADOROZHNY UL. NAGATINSKAYA, 33-37 115533 MOSCOW RU
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 1998.05.20	(72) <i>Inventor(es):</i> VITOLD MIKHAILOVICH BAKHIR JURY GEORGIEVICH ZADOROZHNY RU RU
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2000.08.16	(74) <i>Mandatário(s):</i> ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES 74 4/AND. 1294 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* CÉLULA ELECTROQUÍMICA

(57) *Resumo:*





DESCRIÇÃO

“Célula electroquímica”

Este invento refere-se a tecnologia química, e mais particularmente a células electroquímicas para o tratamento de água e/ou soluções aquosas e pode ser usado para a regulação electroquímica de propriedades ácidas-alcalinas, Potencial de Oxidação-Redução (ORP) e actividade catalítica de água e/ou soluções aquosas, tal como no fabrico electroquímico de diferentes produtos através da electrólise de soluções aquosas.

Antecedentes do invento

No domínio da electroquímica aplicada são usados diferentes electrolisadores quer para o tratamento de água e/ou soluções aquosas, quer para o fabrico de diferentes produtos. Por exemplo, há electrolisadores com eléctrodos planos prensados contra um diafragma (ver o certificado de autor em URSS Nº 882944, 1979) ou electrolisadores com eléctrodos cilíndricos coaxiais e um diafragma cerâmico entre estes (ver a publicação do pedido de patente no Japão Nº I-104387, 1989).

Contudo, os electrolisadores de módulo são os mais avançados porque proporcionam a capacidade de produção requerida juntando o número necessário de módulos. Isto reduz as despesas de projecto e de produção dos electrolisadores dependendo da capacidade requerida e também ajuda a unir as peças e reduzir o tempo para a montagem e desmontagem de tais electrolisadores.

O mais próximo em desenho técnico e resultado alcançado é um dispositivo para o tratamento de água, executado com o princípio do módulo usando células electroquímicas que contêm eléctrodos cilíndricos e de varetas coaxiais e um diafragma cerâmico de ultracentrifugação coaxial, feito de materiais usando como base óxidos de zircónio, alumínio e ítrio (ver patente US Nº 5,427,667). A abordagem técnica ao tratamento da água é escolhida como protótipo.

O eléctrodo de vareta é feito com secções variáveis no protótipo e o diâmetro dos seus pinos terminais é 0,75 do diâmetro da sua secção intermédia. Isto permite a melhoria do modo hidráulico. Além disso, as dimensões dos eléctrodos e do diafragma estão especificados na fórmula, limitando a sua permuta mútua.



No protótipo, os eléctrodos de vareta e os cilíndricos, assim como o diafragma, estão montados em casquilhos dieléctricos especiais com canais para o fornecimento de água tratada a ser alimentada e a ser descarregada da câmara do eléctrodo de vareta. Há canais na superfície lateral do eléctrodo cilíndrico, nas suas partes superior e inferior, para fornecer e descarregar água tratada da câmara do eléctrodo cilíndrico. A água é tratada enquanto passa através das câmaras das células, da parte inferior para o topo.

Os dispositivos com a capacidade de produção necessária são montados com o número de células usando sistemas colectores especiais, que são feitos quer como peças monolíticas quer como blocos separados especiais para uma célula e proporcionados com sistemas de ligação e de vedação. A ordem pela qual os eléctrodos são ligados aos pólos da fonte de energia depende do tipo da aplicação desejada.

O protótipo trata água ou soluções aquosas eficientemente com baixo consumo de energia. O protótipo é suficientemente simples para ser usado, montado e desmontado.

Contudo, o protótipo possui desvantagens. Os sistemas colectores especiais aumentam o tamanho do dispositivo, aumentam a sua resistência hidráulica e requerem o uso de bombas mais poderosas. Este também requer numerosas peças para junção e vedação. O protótipo não trabalha eficazmente sob as diferentes polaridades dos eléctrodos devido às suas características construtivas. Assim, quando o eléctrodo de vareta trabalha como ânodo, o revestimento gasta-se rapidamente nos locais de transição da parte intermédia até às extremidades (não incluindo os orifícios cujas fracções da superfície são pequenas). Todo o restante local de transição está no domínio do eléctrodo cilíndrico e é sujeito a uma intensiva influência de um campo eléctrico de alta intensidade (concentração do campo nos locais de mudança de forma). Não é possível controlar o enchimento com gás da solução tratada no protótipo. O dispositivo do protótipo é também complicado em relação ao fabrico, devido aos requisitos de estrita coaxialidade para todas as peças e para o diafragma. O sistema de fixação para o eléctrodo de vareta tem dificuldades de fabrico devido a uma concavidade anular da superfície interna dos canais dos casquilhos e à colocação de vedantes nestes.

O objecto do presente invento é o de simplificar o desenho da célula e tornar possível colocar a quantidade necessária de células num espaço mais pequeno; simplificação do sistema de fixação para os elementos da célula; melhorar a fiabilidade e aumentar o tempo de vida útil da célula devido à eliminação da influência de um campo eléctrico curvo no espaço entre os eléctrodos, assim como expansão das capacidades funcionais da célula, tornando possível regular a influência do enchimento com gás do eléctrodo no processo

electroquímico.

Este objectivo pode ser alcançado quando a célula electroquímica para o tratamento de água e/ou soluções aquosas é efectuada com peças coaxiais cilíndricas verticais tal como um eléctrodo interno de secções variáveis (com o diâmetro das extremidades a não ser mais do que 0,75 do diâmetro da sua parte intermédia), um eléctrodo externo e um diafragma cerâmico coaxial (feito a partir de materiais possuindo como base óxido de zircónio com aditivos de óxidos de alumínio e de ítrio) que separa o espaço inter-eléctrodos nas câmaras do eléctrodo. Os eléctrodos são feitos de material que não seja solúvel durante a electrólise. O eléctrodo externo é instalado em casquilhos dieléctricos superiores e inferiores. Para além disso há peças de junção nas partes terminais dos casquilhos superiores e inferiores, e a célula contém cabeças colectoras dieléctricas superiores e inferiores, que possuem um canal axial, Para além disso as cabeças são instaladas nas peças de junção dos casquilhos com a capacidade de poderem girar. O diafragma é apertado com juntas elásticas, que são colocadas nos casquilhos de junção. O diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno é definido através da seguinte fórmula:

$$2M < D < 4M$$

em que:

D = diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno, em mm, e

M = distância entre eléctrodos, em mm.

Dependendo da execução e da polaridade dos eléctrodos, o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno pode ser quer mais curto que o comprimento do eléctrodo externo com um valor de 2M, ou maior do que o comprimento do eléctrodo externo com um valor não inferior a 2M. A distância preferida entre eléctrodos é de 2,8 - 3,3 mm. O eléctrodo interno é apertado no interior das cabeças com juntas elásticas colocadas nos canais das cabeças axiais. O fim dos canais nas cabeças superior e inferior e nos casquilhos superior e inferior é o de fornecer e descarregar água e/ou soluções aquosas tratadas para as câmaras interna e externa dos eléctrodos. Os canais alcançam as superfícies laterais e são proporcionados com saídas. O comprimento do eléctrodo externo pode variar de 50 mm a 240 mm, dependendo das necessidades.

Os materiais para os eléctrodos podem ser escolhidos de fontes existentes e a escolha depende das condições e requisitos para o desenho do dispositivo. Se não for necessária a alteração da polaridade dos eléctrodos, podem ser usados como ânodo eléctrodos de titânio



revestidos com óxido de titânio e óxido de ruténio, ou eléctrodos de titânio revestidos com metais preciosos ou óxido de manganês ou óxido de estanho ou óxido de cobalto. Titânio polido ou tântalo polido ou zircónio polido revestido com pirografite ou carvão vítreo ou outros revestimentos podem ser usados como cátodo. Se é necessária a alteração da polaridade dos eléctrodos, podem ser usados os eléctrodos de titânio revestidos com platina ou platina-irídio. É possível usar diferentes combinações dos materiais listados atrás ou outros materiais conhecidos em electroquímica aplicada.

O diafragma da célula electroquímica é obtido a partir de cerâmicas feitas de óxidos de zircónio, alumínio e ítrio, e pode conter aditivos tais como óxido de nióbio, óxido de tântalo, óxido de titânio, óxido de gadolínio, óxido de háfnio e outros. Dependendo da aplicação, o diafragma pode ser feito com propriedades de ultrafiltração, microfiltração ou nanofiltração. As formas do diafragma podem variar. O diafragma pode ser um cone truncado com um valor de conicidade de 1:(100-1000) e uma espessura das paredes igual a 0,4 mm-0,8 mm em todo o comprimento do diafragma. O diafragma pode ser instalado na célula quer com sua base maior virada para baixo quer na sua base maior virada para cima.

A superfície externa (ou interna) do diafragma pode também ser feita sob a forma de um cilindro, com a restante superfície (interna ou externa) feita sob a forma de um cone com um valor de conicidade 1:(100-1000). Neste caso, a espessura da parede de uma extremidade é de 0,4 mm-0,5 mm e a espessura da outra extremidade é de 0,7 mm-0,8 mm. O diafragma é instalado na célula de modo a que a extremidade com a parede mais espessa ou está virada para baixo ou está virada para cima.

As superfícies externa e interna do diafragma podem também ser feitas como cones truncados com um valor de conicidade 1:(100-1000). Além disso, os topos dos cones estão posicionados na extremidade oposta do diafragma e a espessura das paredes de uma extremidade é de 0,4 mm-0,5 mm e a espessura da outra extremidade é de 0,7 mm-0,8 mm. O diafragma é instalado na célula de modo a que a extremidade com a parede mais espessa ou está virada para baixo ou está virada para cima.

A superfície interna e externa do diafragma pode também ser feita sob a forma de um cilindro com uma espessura da parede de 0,4 mm-0,7 mm. O desvio da superfície geométrica correcta do diafragma não deve ser maior do que 0,05 mm em nenhuma parte da superfície. O eléctrodo interno é feito quer sólido quer oco no interior. O eléctrodo interno pode incluir várias peças, que são feitas de um ou mais materiais, e são unidas através de diferentes métodos (dependendo dos materiais), tais como a soldadura por laser, soldadura em vácuo,

junção mecânica e outros do género. Os pinos terminais do eléctrodo interno são proporcionados com uma rosca para ajuste da cabeça por manipulação de anilhas e de porcas.

Podem ser usadas diferentes combinações de dimensões de eléctrodos internos, dependendo da ordem com que os eléctrodos são ligados aos pólos da fonte de energia eléctrica. Por exemplo, se o eléctrodo externo está ligado ao pólo negativo da fonte de energia eléctrica e o eléctrodo interno está ligado ao pólo positivo da fonte de energia eléctrica, o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno excede o comprimento do eléctrodo externo num valor não inferior a $2M$ e o eléctrodo interno é instalado na célula simetricamente ao eléctrodo externo. Se o eléctrodo externo está ligado ao pólo positivo da fonte de energia eléctrica e o eléctrodo interno está ligado ao pólo negativo da fonte de energia eléctrica, então o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno é igual ou inferior ao comprimento do eléctrodo externo com um valor de $2M$, e o eléctrodo interno é instalado na célula simetricamente ao eléctrodo externo.

Para proporcionar uma estrita coaxialidade dos eléctrodos na célula, devem ser usadas diferentes variantes para ajustar o eléctrodo interno nos canais axiais da cabeça dependendo das dimensões dos eléctrodos.

Quando o comprimento do eléctrodo interno excede o comprimento do eléctrodo externo num comprimento suficiente, o canal da cabeça axial é contido numa secção variável e a secção intermédia do eléctrodo interno com o diâmetro grande forma uma junção de encaixe com os canais axiais das cabeças em que as juntas elásticas são colocadas. Se a secção intermédia do eléctrodo interno forma uma junção de encaixe com os canais axiais das cabeças superior e inferior, então as juntas elásticas são colocadas nos sulcos da secção intermédia do eléctrodo interno. Se o eléctrodo interno é apertado com pinos terminais, o diâmetro dos canais da cabeça axiais é igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno; as juntas elásticas estão colocadas em entalhes nos pinos terminais do eléctrodo interno; ou os canais da cabeça axiais possuem um diâmetro igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno e possuem uma extensão nas extremidades; as juntas elásticas são colocadas nesta extensão. Além disso, a célula tem casquilhos dieléctricos de fixação que são também colocados nesta extensão.

Estas melhorias resultam num melhor funcionamento e numa célula superior. Usando eléctrodos coaxiais e um diafragma, e instalando-os nos casquilhos dieléctricos e cabeças, permite-se um regime hidráulico óptimo e a simplificação da montagem da célula. Não



existe necessidade de perfurar orifícios no eléctrodo cilíndrico externo, tornando-a simples de fabricar. Dado que é possível girar as cabeças e regular a posição de saída, podem ser montadas várias células em conjunto e compactamente num dispositivo.

Breve descrição dos desenhos

A Figura 1 mostra um corte da célula electroquímica do presente invento.

A Figura 2 mostra uma versão de uma estrutura para ajustar o eléctrodo interno nas cabeças colectoras da célula electroquímica do presente invento.

A Figura 3 mostra uma segunda versão de uma estrutura para ajustar o eléctrodo interno nas cabeças colectoras.

A Figura 4 mostra uma terceira versão de uma estrutura para ajustar o eléctrodo interno nas cabeças colectoras.

A Figura 5 mostra uma quarta versão de uma estrutura para ajustar o eléctrodo interno nas cabeças colectoras.

A Figura 6 mostra uma primeira alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

A Figura 7 mostra uma segunda alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

A Figura 8 mostra uma terceira alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

A Figura 9 mostra uma quarta alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

A Figura 10 mostra uma quinta alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

A Figura 11 mostra uma sexta alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.



A Figura 12 mostra uma sétima alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

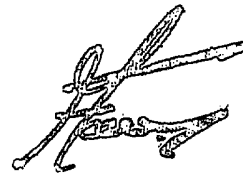
A Figura 13 mostra uma oitava alternativa de desenho do diafragma usado na célula electroquímica do presente invento.

Descrição detalhada das concretizações preferidas

Com referência à Figura 1, a célula electroquímica do presente invento compreende um eléctrodo cilíndrico externo coaxial 1, um eléctrodo interno 2 e um diafragma cerâmico 3 colocado entre estes. O eléctrodo externo 1 é fixado apertado e hermeticamente no casquilho dieléctrico inferior 4 e no casquilho dieléctrico superior 5, cada um dos quais possui canais para fornecimento e descarga de água e/ou soluções aquosas da câmara do eléctrodo externo. Os canais alcançam a superfície lateral dos casquilhos e são proporcionados com ligações para tubos. A cabeça colectora dieléctrica inferior 6 e a cabeça colectora dieléctrica superior 7 possuem canais para fornecimento e descarga de água e/ou soluções aquosas da câmara do eléctrodo interno 2. As cabeças colectoras dieléctricas 6,7 são ligadas aos casquilhos dieléctrico 4,5 por junções de encaixe. Os canais da cabeça também atingem a superfície lateral e são proporcionados com ligações a tubagens. Há também canais axiais nas cabeças colectoras dieléctricas 6,7. Os pinos terminais do eléctrodo interno 2 entram nos canais axiais. O diafragma 3 é vedado nas cabeças colectoras dieléctricas 6,7 através de juntas 8 e 9, respectivamente, que são colocadas nas junções de encaixe entre os casquilhos e as cabeças. O eléctrodo interno 2 é vedado com juntas elásticas 10 e 11. Existe uma rosca nos pinos terminais do eléctrodo interno na qual as anilhas 12 e 13 e as porcas 14 e 15 são apertadas. A montagem e a vedação da célula é conseguida apertando as porcas 14,15 e as anilhas 12,13 dos casquilhos e cabeças, em conjunto com a extremidade do eléctrodo interno 1 após a determinação da posição da cabeça.

A posição e tipo das juntas elásticas 10 e 11 depende da construção do eléctrodo interno. Quando a secção intermédia do eléctrodo interno 2 e o canal axial da cabeça 7 formam uma junção de encaixe (Fig. 2), o vedante 11 fica localizado na junção de encaixe, *i.e.*, onde o eléctrodo interno 2 e o canal axial cada um mudam o seu diâmetro. Neste caso, o vedante é carregado uniformemente, o que reduz o risco da sua deformação. O vedante 10 é similarmente instalado na cabeça 6.

Quando a secção intermédia do eléctrodo interno 2 e o canal axial da cabeça 7 forma



uma ligação em concavidade num local de ligação dos diâmetros, a parte superior do eléctrodo 2 possui sulcos para o vedante 11 (Fig. 3). O eléctrodo interno 2 é uma combinação de um cilindro oco 17 e um pino sólido 18, tal como é mostrado na Figura 3.

Se o diâmetro do canal axial da cabeça 7 é igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno 2, então os sulcos para o vedante 11 podem ser feitos nas partes terminais (Fig. 4); ou o canal axial da cabeça é mais largo na extremidade para colocar o vedante 11 e anilhas adicionais 16 (Fig. 5).

O eléctrodo interno é feito com secções variáveis. O diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo não é mais do que 0,75 do diâmetro da secção intermédia do eléctrodo. Esta razão proporciona óptimas características hidrodinâmicas e torna possível apertar com fiabilidade um eléctrodo nas cabeças com diferentes montagens das juntas elásticas. O eléctrodo interno pode ser feito quer como um cilindro sólido ou como um cilindro vazado com pinos terminais sólidos terminais para proporcionar a forma requerida do eléctrodo. As vias para ligar as peças podem ser diferentes dependendo do material aplicável. Quer as junções mecânicas quer outros tipos de junção tais como a soldadura a vácuo ou soldadura a laser, podem ser usadas para se obter durabilidade e condutividade fiável. Usando um eléctrodo oco não se reduz apenas o peso do dispositivo e se poupa material, como também se permite trabalhar directamente em processos electroquímicos correntes devido à alteração de condições para a formação da carga da superfície do eléctrodo. Além disso, um eléctrodo interno funciona como uma peça de junção, uma vez que existe uma rosca nos seus pinos terminais com as anilhas e as porcas ajustadas, que une a célula e proporciona uma vedação hermética, assim como a fixação das cabeças numa dada posição de trabalho.

O diafragma é feito a partir de materiais cerâmicos com base em óxido de zircónio com aditivos de óxido de alumínio e de óxido de ítrio e o diafragma possui elevada resistência aos ácidos, bases e gases agressivos, possui um longo tempo de vida útil e é facilmente regenerado. Os diferentes aditivos permitem o ajuste das características da superfície do diafragma e possuem uma influência directa no processo electroquímico, que é particularmente importante quando a célula electroquímica é usada para se obter algum produto especial. O diafragma pode ser feito de diferentes materiais com propriedades de ultrafiltração, microfiltração ou nanofiltração, dependendo do problema a ser resolvido.

A forma do diafragma, assim como o modo como a instalação do diafragma afecta as condições de trabalho da célula em comparação com o fluxo da água tratada. O diafragma pode tomar muitas formas diferentes.



Tal como mostrado nas Figuras 6 e 7, o diafragma 3 pode ser um cone truncado com um valor de conicidade 1:(100-1000) e uma espessura das paredes de 0,4 mm a 0,8 mm em todo o comprimento; pode ser instalado na célula quer com a base grande virada para baixo (Fig. 6) ou com a base grande virada para cima (Fig. 7).

Tal como mostrado nas Figuras 8 e 9, a superfície externa do diafragma 3 pode ser executada sob a forma de um cilindro e a superfície interna do diafragma pode ser executada sob a forma de um cone com um valor de conicidade de 1:(100-1000) quer com a base grande voltada para baixo (Fig. 8) ou com a base grande voltada para cima (Fig. 9). Alternativamente tal como mostrado nas Figuras 10 e 11, a superfície interna do diafragma 3 pode ser executada sob a forma de um cone, com um valor de conicidade de 1:(100-1000) quer com a base grande voltada para baixo (Fig. 10) ou com a base grande voltada para cima (Fig. 11). Em qualquer um dos casos, a espessura da parede de uma extremidade é de 0,4 mm-0,5 mm, a espessura da outra extremidade é de 0,7 mm-0,8 mm; e o diafragma é instalado na célula, com a extremidade com a parede mais espessa virada para baixo ou virada para cima.

Tal como mostrado nas Figuras 12 e 13, ambas as superfícies externa e interna do diafragma 3 podem também ser feitas como as de um cone truncado com um valor de conicidade de 1:(100-1000). Nesta alternativa, os topos dos cones estão dirigidos para lados opostos e as espessuras das paredes são tais que numa extremidade esta é de 0,4 mm-0,5 mm, e na outra é de 0,7 mm-0,8 mm. O diafragma está instalado na célula com a extremidade com a parede mais espessa quer virada para baixo (Fig. 12) quer virada para cima (Fig. 13). Usando um diafragma com um valor de conicidade inferior não se produzem resultados diferentes em comparação com um diafragma cilíndrico. Quando se usa um diafragma com um valor de conicidade mais elevado, assim como um com uma maior espessura de parede, é necessário alterar as dimensões da célula e aumentar a distância entre eléctrodos, o que provoca um aumento do consumo de energia para os processos electroquímicos. Uma espessura de parede inferior do que a atrás mencionada aumenta a fragilidade do diafragma e diminui o tempo de vida útil, tornando mais difícil montar e desmontar a célula. É possível regular o processo electroquímico usando um diafragma com um perfil variável. Por exemplo, o diafragma é instalado na célula de modo a que a secção das câmaras seja aumentada da base para o topo da célula para os processos com elevada evolução de gás. Alternativamente, o diafragma é instalado na célula de modo a que a secção das câmaras diminua da base para o topo de modo a aumentar o enchimento com gás no topo da célula e reduzir a intensidade do tratamento electroquímico da solução na última parte da

célula. Usando os diafragmas que proporcionam um perfil variável para apenas uma câmara (uma superfície é um cone e outra superfície é um cilindro) permite-se uma diferença no volume da evolução do gás em ambas as câmaras durante o processo. Para além disso, tais diafragmas (assim como os diafragmas com ambas as superfícies quer externa quer interna sendo cones e os topos dos cones estando dirigidos para lados opostos) podem ser usados para o tratamento de soluções de diferentes qualidades e conteúdos nas câmaras dos eléctrodos da célula.

As superfícies interna e externa do diafragma podem ser feitas ambas sob a forma de cilindros com uma espessura da parede de 0,4 mm-0,7 mm. Este tipo de diafragma é muito eficaz para o tratamento de soluções muito diluídas. O desvio de uma superfície geométrica correcta do diafragma não deve ser maior do que 0,05 mm em nenhum local da superfície. Caso contrário, as condições para criar camadas eléctricas duplas na superfície do diafragma são alteradas e a influência das camadas eléctricas duplas na resistência do diafragma é alterada também, provocando uma baixa qualidade dos tratamentos das soluções devido a um trabalho desigual ao longo da superfície.

O diafragma é apertado com juntas elásticas, que são colocadas em casquilhos, tornando fácil montar a célula e proporcionar coaxialidade.

É essencial que a restrição do diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno seja efectuada através da correlação:

$$2M < D < 4M$$

em que:

D = diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno, em mm, e

M = distância entre eléctrodos, em mm.

A distância entre eléctrodos deve ser de 2,8 mm-3,3 mm. Quando se reduz esta distância, o efeito de capilaridade reduz a eficácia do processo electroquímico. Quando se aumenta a distância, o consumo de energia é também aumentado e é impossível alcançar um processo auto-organizado de permuta de massa e energia.

É também importante que o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno seja ou mais curto do que os comprimentos do eléctrodo externo com o valor de 2M, ou maior do que os comprimentos do eléctrodo externo de não mais do que 2M. O comprimento



do eléctrodo externo pode variar de 50 mm a 240 mm, proporcionando deste modo um óptimo enchimento com gás do líquido tratado sob quaisquer condições de trabalho da célula.

Uma correlação mútua das dimensões do eléctrodo interno e externo é determinada através da polaridade dos eléctrodos. Se o eléctrodo externo está ligado ao polo negativo da fonte de energia, e o eléctrodo interno está ligado ao polo positivo da fonte de energia, então o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno excede o comprimento do eléctrodo externo num valor não inferior a $2M$. Se o eléctrodo externo está ligado ao polo positivo da fonte de energia, e o eléctrodo interno está ligado ao polo negativo da fonte de energia então o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno é igual ou inferior ao comprimento do eléctrodo externo com um valor de $2M$. O eléctrodo interno está instalado na célula simetricamente ao eléctrodo externo em qualquer caso. Tal desenho evita que o revestimento dos eléctrodos seja desgastado em locais de alta intensidade de campo eléctrico (concentração do campo em locais de mudança de forma ou nos pinos terminais). Um aperto do eléctrodo interno com precisão é importante para um trabalho eficiente da célula. O aperto dos eléctrodos internos nas cabeças com as juntas elásticas colocadas nos canais das cabeças axiais, proporciona uma perfeita coaxialidade com uma montagem relativamente simples. O desenho da célula pode ser diferente para satisfazer requerimentos de coaxialidade do eléctrodo. Por exemplo, quando o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno excede o comprimento do eléctrodo externo, o eléctrodo interno deve ser suficientemente longo para formar junções de encaixe com o canal da cabeça axial. As juntas elásticas são colocadas nas junções de encaixe. Os canais axiais da cabeça têm secção variável. Isto proporciona coaxialidade e evita deformação das juntas elásticas. Alternativamente, a secção intermédia do eléctrodo interno forma junções de encaixe com os canais axiais das cabeças superior e inferior, e então as juntas elásticas são colocadas em sulcos na secção intermédia do eléctrodo interno. Este desenho torna a montagem fácil. Se o aperto do eléctrodo interno nas cabeças é proporcionado pelo pressão dos pinos terminais (quando a secção intermédia é inferior ao comprimento do eléctrodo externo, ou a secção intermédia é maior, mas não atinge a localização das cabeças), então o diâmetro do canal da cabeça axial é igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno, e as juntas elásticas são colocadas nos sulcos, que são feitos nas superfícies dos pinos terminais dos eléctrodos internos situados nos canais da cabeça axiais. Alternativamente, o diâmetro dos canais da cabeça axiais é igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno e os canais axiais são mais largos no final da cabeça para permitir a existência das juntas elásticas e dos casquilhos dieléctricos de fixação.

A água é tratada quando passa através das câmaras das células da base para o topo. A água e/ou a solução tratada flui através das câmaras dos eléctrodos da célula separadamente.

O invento pode ser ilustrado através dos exemplos seguintes que não se pretende que exprimam todas as possibilidades do invento.

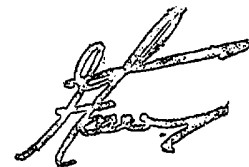
Se não se mencionar separadamente, é usado em todos os exemplos um diafragma cerâmico de ultrafiltração (composição: óxido de zircónio - 60% em massa, óxido de alumínio - 27% em massa, óxido de ítrio - 3% em massa).

Exemplo 1. Célula para desinfecção de água. O eléctrodo externo é ligado ao pólo negativo da fonte de energia e é feito de titânio polido. O eléctrodo interno é feito de titânio revestido com óxido de manganês e ligado ao pólo positivo da fonte de energia. O comprimento do eléctrodo externo é de 80 mm. A distância entre os eléctrodos é de 2,9 mm. O diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno é de 9,0 mm; o comprimento da secção intermédia é 86 mm. O diafragma é um cilindro com uma espessura da parede de 0,5 mm ao longo de todo o seu comprimento. A mineralização da água tratada era de 0,5 g/l. A quantidade de microorganismos na água tratada era de 10^5 colónias em 1 ml. A mineralização da água permanece a mesma após o tratamento, mas os microorganismos foram eliminados.

Conclusão: é razoável usar uma célula com dimensões próximas dos valores mínimos (tal como especificado através da fórmula) para a esterilização da água no campo através de dispositivos portáteis.

Exemplo 2. Célula para a produção de desinfectante. O eléctrodo externo é ligado ao pólo negativo da fonte de energia e feito de carbono vítreo. O eléctrodo interno é feito a partir de titânio, revestido com óxido de ruténio e é ligado ao pólo positivo da fonte de energia. O comprimento do eléctrodo externo é de 240 mm. O comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno é de 250 mm. O diâmetro da secção intermédia é de 10 mm. A distância entre eléctrodos é de 3 mm. O diafragma é um cilindro com uma espessura da parede de 0,6 mm.

A solução tratada era de cloreto de sódio com uma concentração de 2 g/l. O caudal da solução tratada era de 30 l/hora através da câmara do ânodo e era de 5 l/hora através da câmara do cátodo. Como resultado, foram obtidas duas soluções com os seguintes parâmetros:



- saída da câmara do ânodo (anólito): pH = 6,0, ORP = +800 mV
- saída da câmara do cátodo (católito): pH = 8,6, ORP = -600 mV

O consumo de energia é de 0,95 kWt.hora/m³.

Exemplo 3. Um processo para obter desinfectantes através de uma célula foi conduzido sob as mesmas condições que no Exemplo 2, mas o diafragma era um cone truncado com um valor de conicidade de 1:500 e com uma espessura de parede de 0,7 mm, constante ao longo de todo o comprimento do diafragma. O diafragma foi instalado com a base maior virada para cima. Após processamento, foi obtido um anólito com pH = 5,5 e ORP = +900 mV e foi obtido um católito com pH = 8,0 e ORP = -550 mV.

Quando o diafragma foi instalado com a base maior virada para baixo, foi obtido um anólito com pH = 6,3 e ORP = +650 mV e foi obtido um católito com pH = 9,1 e ORP = -730 mV.

Exemplo 4. Um processo para obter desinfectantes e solução de lavagem através de uma célula foi conduzido sob as mesmas condições que no Exemplo 2, mas em que a superfície externa do diafragma era um cilindro e a superfície interna do diafragma era um cone com uma espessura de parede da parte terminal superior de 0,5 mm e da parte terminal inferior de 0,8 mm. A largura da câmara do cátodo era constante ao longo da célula, mas a câmara do ânodo era mais larga na extremidade superior. Os resultados do tratamento são os seguintes: o pH do anólito era 5,6, o ORP do anólito era de +900 mV, o pH do católito era 8,7 e o ORP do católito era de -780 mV.

Exemplo 5. Célula para se obter cloro (uma mistura de oxidantes que são principalmente cloro e oxigénio) por meio da electrólise de uma solução aquosa de cloreto de sódio. O eléctrodo externo é feito de titânio, revestido com óxido de ruténio e ligado ao pólo positivo da fonte de energia. O eléctrodo interno (cátodo) é feito de titânio e revestido com pirografite. O comprimento do eléctrodo externo é de 240 mm. O comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno é de 230 mm. O diâmetro da secção intermédia é de 11 mm. A distância entre eléctrodos é de 3,1 mm. O diafragma é um cilindro com uma espessura da parede de 0,6 mm. Uma solução aquosa de cloreto de sódio com uma concentração de 300 g/l foi introduzida e tratada na câmara do ânodo da célula. Água da torneira com uma mineralização de 0,5 g/l foi introduzida e tratada na câmara do cátodo. A água e a solução foram tratadas ao fluírem através das célula da base para o topo. Como resultado, foram

obtidos 10 litros de gás. O gás continha 70% de cloro, 20% de dióxido de cloro, 7% de oxigénio e 3% do resto (misturas). O grau de conversão do cloreto é de cerca de 30% após passar através da célula.

A saída da câmara do cátodo é hidróxido de sódio com um $\text{pH} = 13$. Esta solução pode ser usada em produção galvânica ou outras tecnologias. Estes exemplos provam que a célula pode ser eficazmente usada para o fabrico de cloro.

O invento simplifica o desenho da célula, torna possível a montagem em conjunto de uma quantidade requerida de células num espaço mais pequeno, simplifica o sistema de fixação dos elementos da célula, proporciona uma elevada fiabilidade e aumenta o tempo de vida útil da célula devido à eliminação da influência do campo eléctrico curvo no espaço entre os eléctrodos e expande a capacidade funcional da célula tornando possível regular o enchimento de gás do electrólito durante o processo electroquímico. A célula pode ser eficazmente usada para a purificação de água e desinfecção, para obter soluções com características pré-determinadas e para obter produtos por meio de electrólise de soluções aquosas.

Lisboa, 29. 000 2000

Por Vitold Mikhailovich Bakhir e Jury Georgievich Zadorozhny

- O AGENTE OFICIAL -

○ ADJUNTO



ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA



REIVINDICAÇÕES

1 – Célula electroquímica para o tratamento de água e/ou soluções aquosas, que compreende:

a) um eléctrodo interno (2) cilíndrico vertical, de secção variável, possuindo uma secção intermédia e um pino terminal em cada extremidade deste, com o diâmetro de cada pino terminal sendo superior a 0,75 do diâmetro da secção intermédia;

b) um eléctrodo externo (1) vertical, cilíndrico, montado à volta do eléctrodo interno;

c) um diafragma cerâmico coaxial (3) feito a partir de uma composição base de uma mistura de óxidos de zircónio, alumínio e ítrio e montado num espaço inter-eléctrodos separado numa câmara do eléctrodo da célula;

d) os eléctrodos são feitos a partir de materiais que sejam não solúveis durante a electrólise;

e) o eléctrodo externo é montado num casquilho dieléctrico inferior (4) e casquilhos dieléctricos superiores (5), possuindo cada um encaixes numa extremidade deste;

f) ambos o eléctrodo interno e o eléctrodo externo estão ligados a um pólo positivo e a um pólo negativo da fonte de energia;

g) a célula inclui ainda uma cabeça colectora dieléctrica superior (7) e uma cabeça colectora dieléctrica inferior (6) que possuem um canal axial; cada cabeça colectora sendo instalada nos casquilhos de encaixe e adaptadas para girarem nesse sítio;

h) o diafragma é apertado com juntas elásticas (8,9) montadas nos encaixes dos casquilhos;

i) o diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno é definido através da seguinte fórmula:

$$2M < D < 4M$$



em que:

D = diâmetro da secção intermédia do eléctrodo interno, em mm, e

M = distância entre eléctrodos, em mm.

j) o comprimento da secção intermédia do eléctrodo interno é quer mais curto que o comprimento do eléctrodo externo com um valor $2M$ ou maior do que o comprimento do eléctrodo externo com um valor não inferior a $2M$;

k) o eléctrodo interno é apertado dentro das cabeças colectoras com juntas elásticas (10, 11) montados nos canais da cabeça axiais; e

l) possuindo a cabeça inferior e a cabeça superior e o casquilho inferior e o casquilho superior, canais para o fornecimento da água tratada e/ou da solução tratada para ser enviada para e descarregada das câmaras dos eléctrodos externos internos.

2 – Célula de acordo com a reivindicação 1, em que o comprimento do eléctrodo externo é de 50 mm a 240 mm e a distância entre os eléctrodos é de 2,8 mm a 3,3 mm.

3 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-2, em que os casquilhos e os canais das cabeça atingem a superfície lateral e são proporcionados com ligações para tubagens.

4 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-3, em que o diafragma é feito de cerâmicos possuindo uma composição base a partir do grupo consistindo essencialmente em óxidos de zircónio, alumínio e ítrio, com aditivos de óxidos de nióbio, tântalo, titânio, gadolínio e háfnio.

5 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-4, em que o diafragma inclui propriedades de ultrafiltração, microfiltração ou nanofiltração.

6 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-5, em que o diafragma é feito sob a forma de um cone truncado com um valor de conicidade de 1:(100-1000) e uma espessura das paredes igual a 0,4 mm-0,8 mm em todo o comprimento, e é instalado na célula quer com sua base maior virada para baixo quer com a sua base maior virada para cima.

7 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-5, em que a superfície

externa do diafragma é feita sob a forma de um cilindro, e a superfície interna é feita sob a forma de um cone com um valor de conicidade 1:(100-1000); a espessura da parede de uma extremidade é de 0,4 mm-0,5 mm e a espessura da parede da outra extremidade é de 0,7 mm-0,8 mm; o diafragma é instalado na célula com a extremidade com a parede mais espessa ou virada para baixo ou virada para cima.

8 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-5, em que as superfícies interna e externa do diafragma são feitas cada uma sob a forma de um cone com um valor de conicidade 1:(100-1000); os topos dos cones estão posicionados em extremidades opostas; a espessura da parede de uma extremidade é de 0,4 mm-0,5 mm e a espessura da parede da outra extremidade é de 0,7 mm-0,8 mm; o diafragma é instalado na célula com a extremidade com a parede mais espessa ou virada para baixo ou virada para cima.

9 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-5, em que as superfícies interna e externa do diafragma são cilindros com espessura de parede de 0,4 mm-0,7 mm.

10 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-9, em que o desvio da superfície geométrica correcta não é superior a 0,05 mm, em qualquer lugar ao longo do comprimento do diafragma.

11 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-10, em que o eléctrodo interno é quer sólido quer oco interiormente.

12 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-11, em que há uma rosca nos pinos terminais do eléctrodo interno e são usadas anilhas de pressão (12,13) e porcas (14,15) para aperto.

13 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-12, em que o eléctrodo externo está ligado a um pólo negativo de uma fonte de energia, o eléctrodo interno está ligado a um pólo positivo de uma fonte de energia; o eléctrodo interno é desenhado de modo a que o comprimento da sua secção intermédia com o diâmetro grande exceda o comprimento do eléctrodo externo com um valor não inferior ao dobro da distância entre os eléctrodos; e o eléctrodo interno está instalado na célula simetricamente ao eléctrodo externo.

14 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-13, em que o eléctrodo externo está ligado a um pólo positivo de uma fonte de energia, o eléctrodo interno está

ligado a um pólo negativo de uma fonte de energia; o eléctrodo interno é desenhado de modo a que o comprimento da sua secção intermédia com o diâmetro grande seja inferior ao comprimento do eléctrodo externo num valor igual ao dobro da distância entre os eléctrodos; e o eléctrodo interno está instalado na célula simetricamente ao eléctrodo externo.

15 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-13, em que o canal da cabeça axial possui uma secção variável; a secção intermédia do eléctrodo interno forma junções de encaixe com os canais da cabeça axiais; e são colocadas juntas elásticas nas junções de encaixe.

16 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-13, em que o canal da cabeça axial possui uma secção variável; a parte intermédia do eléctrodo interno forma junções de encaixe com os canais da cabeça axiais; a secção intermédia do eléctrodo interno forma junções de encaixe com os canais da cabeça axiais; a superfície do eléctrodo interno possui sulcos nas partes superior e inferior da sua secção intermédia com o diâmetro grande; e são colocadas juntas elásticas nas junções de encaixe.

17 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-14, em que o diâmetro do canal da cabeça axial é igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno; os pinos terminais do eléctrodo interno possuem sulcos nas suas superfícies; e são colocadas juntas elásticas nas junções de encaixe.

18 – Célula de acordo com qualquer uma das reivindicações 1-14 ou 17, em que o diâmetro dos canais da cabeça axial é igual ao diâmetro dos pinos terminais do eléctrodo interno, e os canais da cabeça axiais são mais largos na extremidade da cabeça; são colocadas juntas elásticas nestas expansões; e a célula possui casquilhos dieléctricos que são também colocados nestas expansões e apertados.

Lisboa, 29.10.2000

Por Vitold Mikhailovich Bakhir e Jury Georgievich Zadorozhny

- O AGENTE OFICIAL -

U ADJUNTO



ENG.º ANTÓNIO JOÃO
DA CUNHA FERREIRA
Ag. Of. Pr. Ind.
Rua das Flores, 74 - 4.º
1200 LISBOA

Handwritten signature

1/3

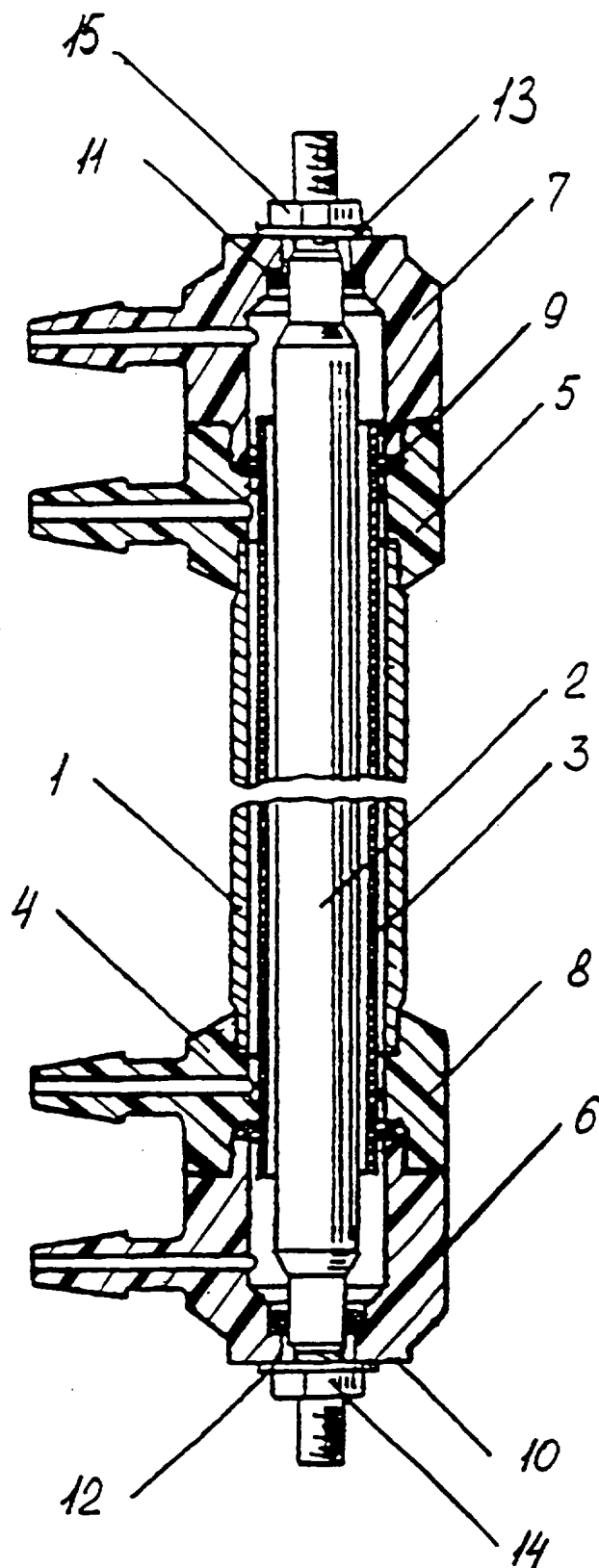


Fig. 1

Handwritten signature or mark

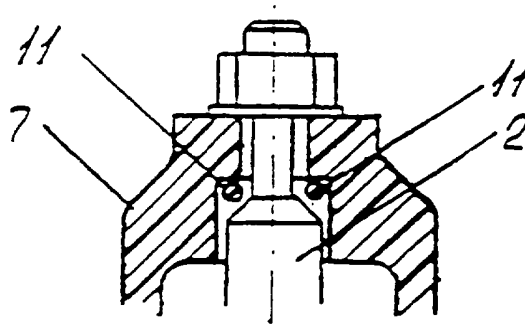


Fig. 2

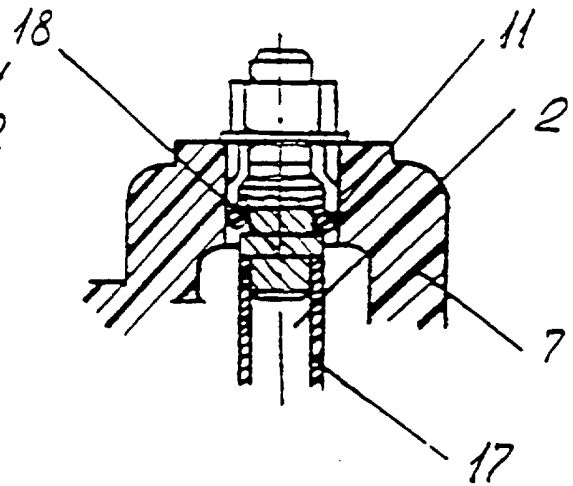


Fig. 3

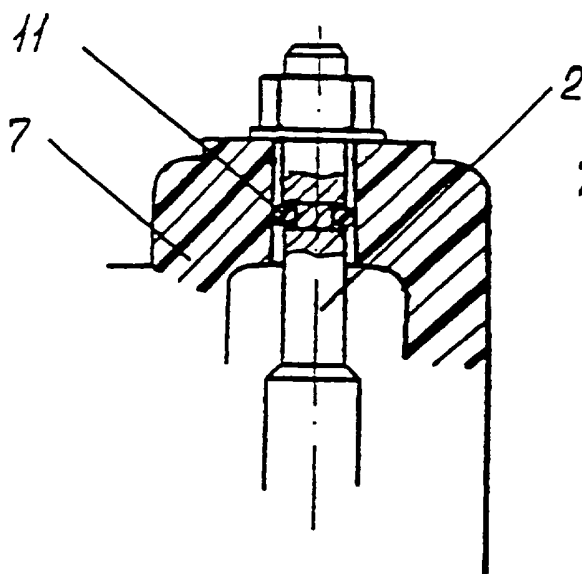


Fig. 4

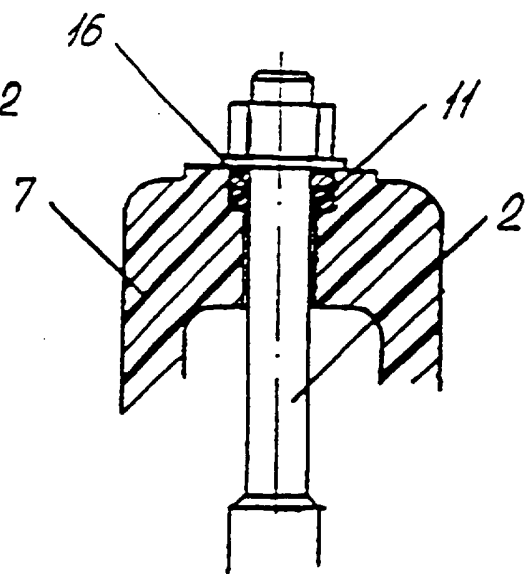


Fig. 5

Handwritten signature

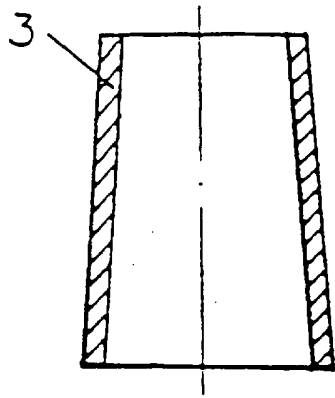


Fig. 6

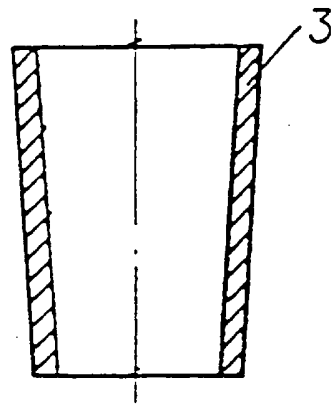


Fig. 7

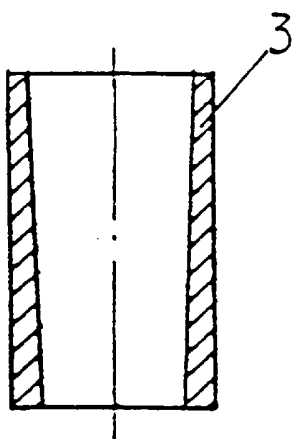


Fig. 8

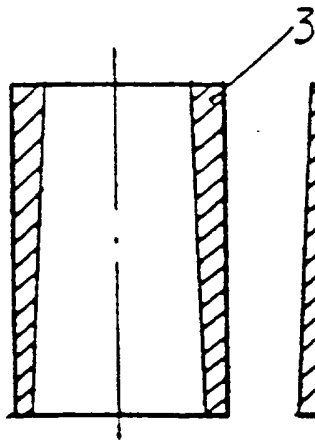


Fig. 9

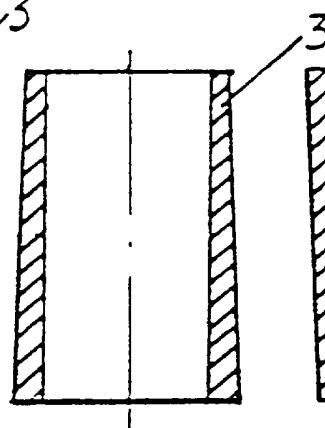


Fig. 10

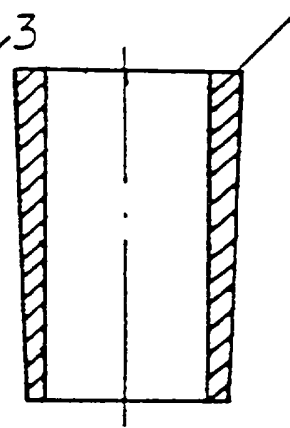


Fig. 11

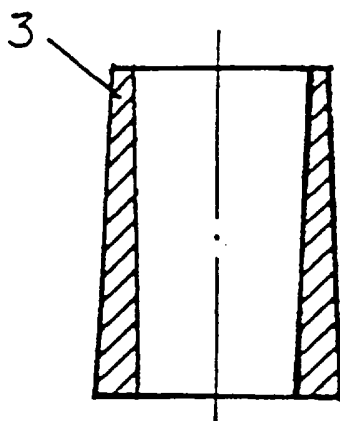


Fig. 12

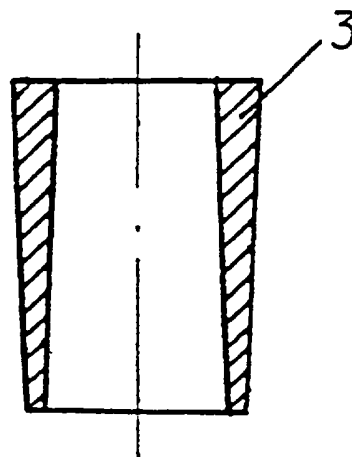


Fig. 13