



(19) REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
 Ministério da Indústria e do Comércio
 Instituto Nacional da Propriedade Industrial

Int. Cl.³..:

Cl. BR.:

(51) B 01 D 11/04
 C 22 B 60/02

PUBLICAÇÃO DE PEDIDO DE PRIVILÉGIO

Número do depósito:

Data do depósito:

(11)(21) PI 8002059

(22) 02/04/80

Data da publicação:

(43) 06/10/81 (RPI Nº 572)

Data da complementação da garantia de prioridade:

Prioridade unionista:

País:

Número:

Data

Título:

(54) Correção no rendimento do processo de purificação de urânio na extração por solvente.

Depositante:

(71) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo - IPEN. (BR/SP)

Procurador:

(74) Alcídio Abrão.

Desdobramento:

Inventor:

(72) José Monteiro França Júnior.

BR Patent doc. PI 8002059.

300059

VER ALTERAÇÃO
NO FINAL

Relatório descritivo da Patente de Invenção - "CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE".

Refere-se o presente invento a uma CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE. É um original processo consequente de um novo fluxograma dos solventes em fase orgânica. (FO) e em fase aquosa em circulação, por um circuito e por elementos constantes de colunas pulsadas, desempenhando a função de colunas de extração, de lavagem e de reextração, sendo esta a coluna final dos fluxos circulantes e fornecendo o urânio purificado na fase aquosa, sem que o processamento tenha sido prejudicado na vazão de entrada de fluxo, pela reciclagem das perdas sofridas na lavagem conforme acontece em alguns processos convencionais. Este novo fluxograma vem permitir elevado rendimento do processo, pois, com a inclusão no circuito de uma pequena coluna pulsada, responsável pela originalidade do novo processo, cujo processamento das perdas de urânio na etapa de lavagem vem complementar o fluxo orgânico circulante no final da última coluna.

Esta correção no rendimento, no processo de purificação pode também ser realizada com os equipamentos de química industrial, conhecidos por misturadores decantadores, em substituição às conhecidas colunas pulsadas que permitem as ligações das tubulações usadas na composição do processo.

É, portanto, um processo original caracterizado no setor técnico da química industrial, especificamente na tecnologia da extração e purificação por solven

- 2 -

300059

tes. A tecnologia da extração, separação e purificação de urânio por solventes, é usada em todo o mundo por meio de colunas pulsadas, ou usando as baterias de misturadores-decantadores. Colunas pulsadas, são assim denominados os aparelhos em forma de colunas tubulares cilíndricas, com placas perfuradas, instaladas verticalmente, possuindo cada uma, na extremidade superior, os registros de entrada ou saída do solvente. Igualmente, na extremidade inferior, os respectivos registros, sendo que, o registro de tiragem da solução em fase aquosa (FA) é em cada coluna instalado, na parte inferior, para facilitar o escoamento do mesmo, em virtude de sua densidade mais elevada.

A preferência entre os dois processos de purificação de urânio, é atualmente dividida pelos especialistas do setor. Entretanto, qualquer que seja o processo empregado por colunas pulsadas, ou por conjuntos de misturadores-decantadores, não se obtém um rendimento de 100% por mais eficiente que seja a etapa de lavagem.

É do conhecimento dos especialistas, que na etapa de lavagem o arraste de urânio chega a aproximadamente 15%. O urânio arrastado, para não ser perdido, pode ser reciclado para o início do processo, onde, em alguns casos, é readmitido na FA de alimentação.

Não se tem conhecimento de algum método que corrija o arraste do urânio que ocorre na etapa de lavagem. O simples fato de sua reciclagem ao início do processo apenas "recupera" o urânio (para não perdê-lo), mas, não "corrige" o rendimento perdido no processo provocado pela operação de lavagem. É, por melhor que se disponha o circuito da reciclagem adotada, o seu rendimento máximo não ultrapassará o valor de 85%.

No processo de extração e purificação de urânio por solvente, esta perda de 15% pode ser desprezível economicamente, quando a vazão circulante no processo empregado, for de reduzido volume. Entretanto, nos grandes volumes de produção, seja utilizando colunas pulsadas ou

XXXXXXXXXX

misturadores-decantadores, a perda de urânio no processo pode chegar a valores consideráveis.

Atentando para estes fatos, considerando os efeitos técnicos e econômicos provocados por esta perda de 15% de urânio nos processos utilizados, é que foi imaginada a inclusão no processo de mais uma coluna pulsada, ou de um equivalente misturador-decantador. Esta inclusão de um novo elemento, além de alterar o processo até hoje conhecido, vem permitir que as perdas de 15% de urânio, então recicladas no processo convencional, sejam utilizadas na sequência natural do processo, sem prejudicar a vazão de entrada de urânio em fase aquosa (FA), no início do fluxo do processo convencional.

A figura da folha de desenho anexada a este relatório bem ilustra a originalidade introduzida no processo convencional. Nesta figura única, que mostra o esquema deste novo processo, é bem caracterizada a posição da coluna de correção (20) de menor dimensão que as demais colunas (17), (18) e (19). Suas dimensões reduzidas devem-se ao fato do fluxo circulante pela mesma, ser em torno de 10 vezes menor que o fluxo circulante nas demais. A coluna de correção (20) está posicionada como penúltima coluna do processo. E o processo imaginado pode ser empregado também quando o equipamento do mesmo, obedecendo ao mesmo esquema, for constituído por misturadores-decantadores no tamanho e proporções necessárias ao eficiente funcionamento do novo processo.

Mais detalhadamente, pela figura única apresentada na folha de desenho, verificamos que o dispositivo da CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE é representado pela inclusão no circuito de fluxo do processo convencional, de mais uma coluna pulsada (20) denominada coluna de correção (20), em razão do efeito corretivo de melhoria do rendimento do processo em razão do novo circuito assim originado.

Esta coluna de correção (20), está posi-

XXXXXXXXXX

cionada verticalmente, entre a penúltima coluna pulsada (18) e a última coluna pulsada (19). A coluna de correção (20) recebe o urânio arrastado em fase aquosa (FA) da coluna pulsada (18) ou coluna de lavagem (18) e a fase orgânica (FO) será recebida do mesmo circuito que alimenta diretamente em fase orgânica (FO) a primeira coluna pulsada (17) denominada coluna de extração (17) onde tem início o fluxo do processo.

A coluna pulsada (20) ou coluna de correção (20) possui um tamanho inferior às demais colunas pulsadas que fazem parte do processo, sendo que a saída da fase orgânica (FO) na coluna de correção (20), é somada à admissão da fase orgânica (FO) da coluna pulsada (19) ou coluna de reextração (19) sendo esta coluna pulsada (19) a coluna final do processo e a fornecedora da solução em fase aquosa (FA) contendo o urânio purificado.

A primeira coluna de extração (17) é a coluna pulsada (17) receptora da solução em fase aquosa (FA) contendo o urânio a ser purificado e mais o solvente em fase orgânica (FO) destinado a atuar por contra-corrente na extração do urânio. A tomada de admissão (2) do solvente em fase orgânica (FO) possui uma derivação destinada a servir ao circuito de alimentação da fase orgânica (FO) para a coluna de correção (20).

A segunda coluna é a coluna pulsada (18) ou coluna de lavagem (18) possuindo na extremidade superior a entrada (5) receptora da solução de lavagem.

Esta solução, destina-se a lavar o solvente em fase orgânica (FO) proveniente da coluna de extração (17). E é durante a ação de mistura entre as duas soluções, que a solução em fase aquosa (FA) arrasta aproximadamente 15% do urânio admitido pela tomada (6) em solução na fase orgânica (FO). Vemos assim que, a coluna de lavagem (18) receptora da solução limpa para a lavagem, é a coluna na fornecedora de solução orgânica (FO) contendo urânio puro, fornecimento feito pela tomada (8) e ainda é a coluna

fornecedora da quantidade de 15% de urânio arrastado pela solução aquosa (FA) pela ação da lavagem. Esta quantidade de 15% de urânio, será retirada pela tomada (7) na extremidade inferior da coluna de lavagem (18).

5 Em sequência ao desenvolvimento do processo vamos encontrar a coluna de correção (20). É esta a coluna pulsada que vem dar motivo à recuperação das perdas de 15% de urânio, permitindo assim a elevação do aproveitamento do urânio admitido na tomada (1) da primeira coluna pulsada, ou coluna de extração (17). Esta coluna de correção (20) é ainda a receptora pela tomada (10) de solvente em fase orgânica (FO), que alimentando a coluna de extração (17) pela tomada (2) por derivação do circuito vem o mesmo à tomada (10).

15 Esta modificação no circuito, permite que a vazão de admissão em fase aquosa na tomada (1) da coluna de extração (17) seja sempre constante, não sendo prejudicada pela reciclagem das perdas como é feito em alguns processos convencionais.

20 Em continuação à sequência do processo, vemos que a coluna de correção (20) é a fornecedora do solvente em fase orgânica (FO) contendo as perdas de urânio recuperadas. Na extremidade superior da coluna de correção (20) a tomada (12) permite continuidade do fluxo na fase orgânica para a coluna pulsada (19) ou coluna de reextração. Isto é permitido por efeito da peça de derivação (21) servindo em conexão (21), com o circuito de solvente em fase orgânica (FO) contendo urânio puro, fornecido pela coluna de lavagem (18) e injetado na tomada (14) da coluna pul-
30 sada (19) denominada coluna de reextração (19).

Ainda na coluna de correção (20), possui a mesma o registro (11) destinado a descarregar em solução aquosa (FA) as desprezíveis impurezas restantes da recuperação das perdas injetadas na tomada (14) da coluna de re-
35 extração (19).

A coluna pulsada (19) ou coluna de reex-

tração é a coluna final do processo. Verificamos a importância fundamental da coluna de correção (20), em todo desenvolvimento do processo, modificando os circuitos de alimentação de fluxo anteriores à mesma, ainda modificando os circuitos que da mesma demandam para alimentar a última coluna pulsada, final do fluxo no processo imaginado. A coluna de correção (20) é realmente o elemento responsável pela origem deste novo processo de correção na purificação de urânio. Em razão da menor vazão de fluxo em circulação, a coluna de correção (20) possui dimensões reduzidas, pois os solventes em circulação referem-se apenas aos 15% obtidos nas perdas de urânio fornecidas pela coluna de lavagem (18).

A coluna de reextração (19), ou coluna do final do processo, é a que fornecerá na fase aquosa (FA) o urânio puro.

Esta coluna (19) semelhante às colunas (17) e (18) na tomada superior (13) será abastecida em fase aquosa (FA) representado por água desionizada, o solvente em fase orgânica (FO) agindo por contra-corrente será retirado no registro (16). A retirada do urânio puro será feita pelo registro ou válvula (15) em quantidade igual 99,9% ao urânio fornecido ao processo em fase aquosa (FA) pela tomada (1), início do processamento na coluna de extração (17).

25 Experimentalmente já verificou-se que o urânio a ser purificado, entrando em fase aquosa pelo registro (1) num volume de 25 litros/hora a 270 gr Urânio/litro teremos então um total de $25 \times 0,270 \text{ gr} = 6,750 \text{ gr Urânio/hora}$. A fase orgânica (FO) com volume de 50 litros/hora injetado no registro (2) vai extrair o urânio num processo líquido-líquido em contra-corrente, saindo na fase orgânica no registro (3) com a concentração de 135gr Urânio/litro ou seja, $50 \times 135 = 6.750 \text{ gr urânio}$. Verificou-se, portanto, a extração total nesta primeira etapa.

35 Na coluna de lavagem, o solvente na fase orgânica carregando o urânio será lavado pela solução aquo-

3500259

saque entra pela tomada (5) na vazão de 5 litros/hora, quando então, a lavagem pela fase aquosa arrasta aproximadamente 20gr de urânio por litro de solução em fase orgânica, dando um total de $50 \times 20 = 1.000\text{gr}$ urânio/hora. Este urânio será então arrastado, saindo no registro (7) na solução aquosa. Até aqui o rendimento do processo sofreu uma queda de $1.000/6.750 = 14,8\%$.

Esta perda de 1000gr urânio/hora será devidamente purificada pela coluna de correção (20) e lançada no circuito de alimentação com solvente em fase orgânica (FO) pela tomada (12) na coluna de reextração (19) juntando-se a tomada (14). Verificando-se assim, que a correção do rendimento permite chegar ao valor de 99,9%.

As perdas no processo convencional de 15 1000gr podem transformar-se em 60 kg urânio/hora, numa usina de 2.000 ton/ano, ou de 150 kg urânio/hora, se a usina construída para uma capacidade de 5.000 ton/ano, como em algumas refinarias.

3500259

REIVINDICAÇÕES

1 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE caracteriza do por permitir elevado rendimento de aproveitamento do urânio admitido no processo. Com a inclusão de mais uma coluna pulsada, intermediária entre a coluna de lavagem e a coluna de reextração, a coluna de correção e melhoria do rendimento origina um circuito de fluxo original, dispensando a reciclagem das perdas de urânio, para o início do processo, conforme é feito em alguns circuitos convencionais, que prejudica a vazão de admissão pela própria reciclagem das perdas. A melhoria, e correção do rendimento é um especial processo, caracterizado por ter uma coluna pulsada (20) posicionada verticalmente entre a penúltima coluna pulsada (18) e a última coluna pulsada (19) do processo, sendo que a coluna pulsada (20) denominada coluna de correção (20) recebe a solução em fase aquosa (FA) da penúltima coluna pulsada (18) ou coluna de lavagem (18) e mais o solvente em fase orgânica (FO) que é admitido por derivação do mesmo circuito alimentador da primeira coluna pulsada (17) denominada coluna de extração.

2 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE de acordo com a reivindicação um, caracterizado por ter a coluna pulsada (20) ou coluna de correção (20) um tamanho inferior às colunas pulsadas que fazem parte do processo, sendo que a tiragem do solvente na fase orgânica (FO) é destinada ao circuito de alimentação de solvente em fase orgânica (FO) da coluna pulsada de reextração (19) sendo que é esta a coluna fornecedora de urânio purificado e diluído em fase a-

quosa (FA).

3 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE de acordo com as reivindicações um e dois, caracterizado por ter a coluna de lavagem (18) uma tomada (5) receptor da solução de lavagem em fase aquosa (FA). Esta solução ao lavar o solvente em fase orgânica (FO) proveniente da coluna de extração (17) arrasta aproximadamente 15% de urânio em solução na (FA), que são injetados na coluna de correção (20) recuperadora das perdas. Esta coluna (20) funciona como extratora líquido-líquido em contra-corrente do solvente em fase orgânica (FO), originário do circuito de admissão da tomada (2) da coluna de extração (17).

4 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE de acordo com as reivindicações um, dois e três, caracterizado por ter a última coluna pulsada (19) denominada coluna de reextração (19), a função de reverter o urânio puro em FO provindo da coluna de lavagem (18) e mais o urânio obtido pela recuperação das perdas de $\pm 15\%$ injetadas na coluna de correção (20) sendo que as perdas de urânio retiradas da coluna de lavagem (18) são injetadas na tomada (9) da coluna de correção (20) e por esta, fornecida ao circuito de fase orgânica (FO), em (21), que alimenta a coluna de reextração (19) pela tomada em (14), tendo assim a coluna de correção (20) função recuperadora das perdas de urânio ($\pm 15\%$) retiradas pela válvula (7) da coluna de lavagem (18) e alimentada pelo solvente em fase orgânica (FO) que alimenta a coluna de extração (17).

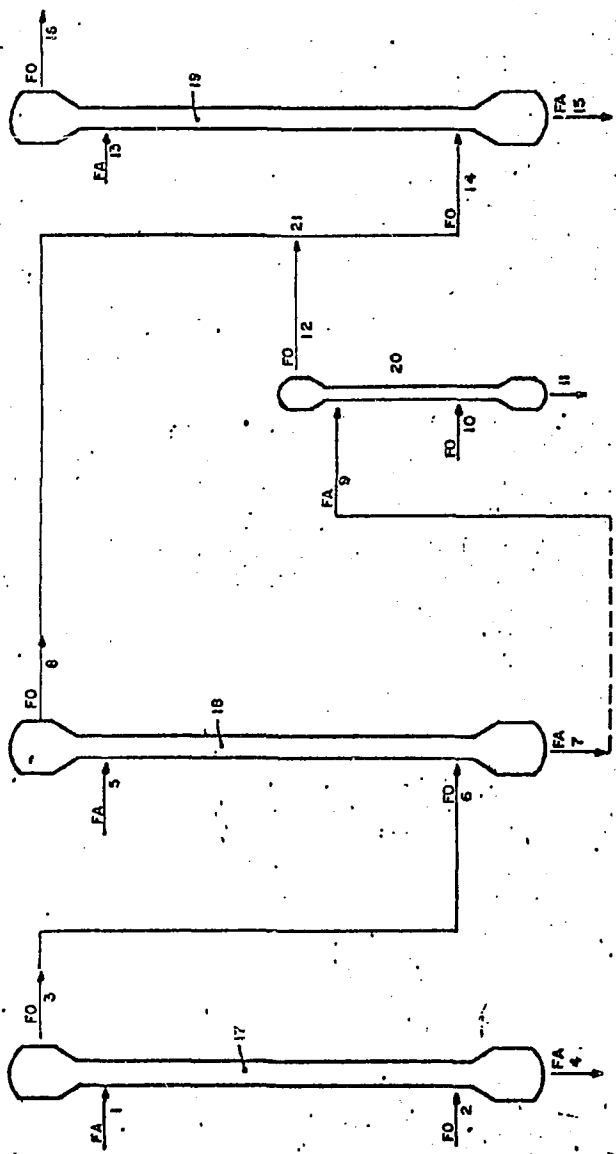
5 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE de acordo com as reivindicações um, dois, três e quatro, caracterizado por ter a coluna de reextração (19) alimentação por fase aquosa (FA) pela tomada (13), especificamente com água desionizada, que será retirada pela válvula (15) com o urânio purificado e liberado do solvente em fase orgânica (FO)

o qual é recolhido na válvula (16), sendo assim, a última coluna pulsada (19) que desempenha a função de recolher o urânio purificado na válvula (15), conseqüente da mistura do urânio puro, provindo da coluna de lavagem (18) e mais o urânio recuperado pela coluna de correção (20).

6 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE de acordo com as reivindicações um, dois, três, quatro e cinco, caracterizado por ter o processo validade de funcionamento com uma ou mais colunas de extração. Igualmente para colunas de lavagem (18) e para as colunas de reextração (19), tudo dependendo da capacidade dos fluxos envolvidos no processo, que também permita funcionar com uma ou mais colunas de correção (20). Sendo que o número de colunas pulsadas no processo, não necessita ser múltiplo exato dos grupos de colunas, ainda que uma coluna de correção (20) ou mais, mantém o funcionamento em melhor rendimento dos grupos de colunas pulsadas (17), (18) e (19).

7 - CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE de acordo com as reivindicações um, dois, três, quatro, cinco e seis, caracterizado por ter o fluxograma do processo, validade de funcionamento quando aparelhos misturadores-decantadores, substituírem as colunas pulsadas. Sendo que o processo não sofre descontinuidade de funcionamento quando misturadores-decantadores com função de coluna ou colunas de correção (20) servirem a circuito de fluxo em misturadores-decantadores nas funções específicas das colunas pulsadas (17), (18) e (19).

300005



300005

RESUMO

Patente de Invenção - "CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE".

Como se depreende do relatório descrito-vo a Patente de Invenção da CORREÇÃO NO RENDIMENTO DO PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE é representado por um original processo para extração por solvente de urânio permitindo elevada purificação, e com a proveitamento total do urânio absorvido no início do processo. Com a inclusão de mais uma coluna pulsada (20) denominada coluna de correção (20) se eleva o rendimento de todo o processo, pois fica assim dispensada a reciclagem das perdas de urânio provenientes da coluna de lavagem (18).

Com a coluna de correção (20) as perdas de urânio entram em continuidade sendo purificado para a coluna de reextração (19) elevando assim o rendimento do processo. O urânio purificado é retirado na coluna de reextração em fase aquosa (FA) e em quantidade praticamente de 100% em relação ao que foi admitido no início do processo.

O processo de correção pode ser realizado com plena eficiência empregando-se as conhecidas colunas pulsadas ou então os aparelhos químicos misturadores de cantadores tão conhecidos na química industrial.

8002059

BOLD 11/04
C22B 60/02

FOLHAS DE
ALTERAÇÃO

8002059

Relatório Descritivo da Patente de Invenção: "PROCESSO E INSTALAÇÃO PARA PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE".

Refere-se o presente invento a um processo e a respectiva instalação industrial para realizar a purificação de urânio na extração por solvente, utilizando-se elementos constantes de colunas pulsada, que desempenham a função de colunas de extração, de lavagem e de reextração, fornecendo o urânio purificado na fase aquosa. Esse processamento não prejudica a vazão de entrada de fluxo, pela reciclagem das perdas sofridas na lavagem, conforme acontece nos processos convencionais, além de permitir uma elevação no rendimento do processo, devido a introdução no circuito de uma pequena coluna pulsada, cujo processamento das perdas de urânio na etapa de lavagem vem complementar o fluxo orgânico circulante no final da última coluna.

O processo de purificação pode também ser realizada com os equipamentos de química industrial, conhecidos por misturadores-decantadores, em substituição às conhecidas colunas pulsadas que permitem as ligações das tubulações usadas na composição do processo.

A tecnologia da extração, separação e purificação de urânio por solventes, é utilizada atualmente por meio de colunas pulsadas, ou de baterias de misturadores-decantadores. As colunas pulsadas consistem de aparelhos em forma de colunas tubulares cilíndricas, com placas perfuradas, instaladas verticalmente, possuindo cada uma, na extremidade superior, os registros de entrada ou saída do solvente; e, na extremidade inferior, os

respectivos registros, sendo que o registro de saída da solução em fase aquosa é instalado em cada coluna na parte inferior, para facilitar o escoamento do mesmo, em virtude de sua densidade mais elevada.

5. A preferência entre os dois processos de purificação de urânio, é atualmente dividida pelos especialistas do setor. Entretanto, qualquer que seja o processo empregado, colunas pulsadas ou conjuntos de misturadores-decantadores, não se obtém um rendimento de 10 100% por mais eficiente que seja a etapa de lavagem. Esse abaixamento no rendimento é decorrente do arraste de urânio, aproximadamente 15%, que ocorre na etapa de lavagem. O urânio arrastado, para não ser perdido, pode ser reciclado para o início do processo, onde, em alguns casos, 15 é readmitido na fase aquosa de alimentação. O simples fato de sua reciclagem ao início do processo apenas "recupera" o urânio (para não perdê-lo), mas não corrige o rendimento perdido no processo provocado pela operação de lavagem. E, por melhor que se disponha o circuito 20 da reciclagem adotada, o seu rendimento máximo não ultrapassa o valor de 85%.

No processo de extração e purificação de urânio por solvente, esta perda de 15% pode ser desprezível economicamente, somente quando a vazão circulante 25 no processo empregado, for de reduzido volume. Entretanto, nos grandes volumes de produção, seja utilizando colunas pulsadas ou misturadores-decantadores, a perda de urânio no processo pode chegar a valores consideráveis.

30 , Atentando para estes fatos, considerando os efeitos técnicos e econômicos provocados por esta perda de 15% de urânio nos processos utilizados, é que foi idealizada a inclusão no processo de mais uma coluna pulsada, ou de um equivalente misturador-decantador. A 35 inclusão deste elemento, além de alterar o processo conhecido, vem permitir que as perdas de 15% de urânio, en

tão recicladas no processo convencional, sejam utilizadas na sequência natural do processo, sem prejudicar a vazão de entrada de urânio em fase aquosa, no início do fluxograma do processo convencional, aumentando, assim, 5 o rendimento do processo.

A invenção pode ser melhor compreendida com a descrição detalhada do desenho em anexo, sendo que a figura única ilustra esquematicamente o fluxograma do processo, apresentando a posição da coluna de 10 correção (20) de menor dimensão que as demais colunas (17), (18) e (19), de modo que sua dimensão reduzida deve-se ao fato do fluxo circulante ser em torno de 10 vezes menor que o fluxo circulante nas demais colunas. O presente processo pode ser empregado também quando o equipamento, 15 obedecendo ao mesmo esquema, for constituído por misturadores-decantadores no tamanho e proporções necessárias ao eficiente funcionamento do processo.

Mais detalhadamente, pela figura, observa-se que a coluna de correção (20) está posicionada 20 verticalmente, entre a coluna pulsada (18) e a última coluna pulsada (19). A coluna de correção (20) recebe o urânio arrastado em fase aquosa (FA) da coluna pulsada ou coluna de lavagem (18), e a fase orgânica (FO) será recebida do mesmo circuito que alimenta de solvente em fase 25 orgânica (FO) a primeira coluna pulsada ou coluna de extração (17), onde se inicia o processo.

A coluna de correção (20) possui um tamanho inferior às demais colunas pulsadas que fazem parte do processo, sendo que a saída (12) da fase orgânica 30 ca (FO) na coluna de correção (20), é somada à admissão (8) da fase orgânica (FO) da coluna de lavagem (18), sendo introduzida na coluna pulsada (19) que fornece, através da saída (15), a solução em fase aquosa (FA) contendo o urânio purificado.

35 A primeira coluna de extração (17) é a receptora da solução em fase aquosa (FA) contendo o

urânio a ser purificado e mais o solvente em fase orgânica (FO) destinado a atuar por contra-corrente na extração do urânio. A tomada de admissão (2) do solvente em fase orgânica (FO) possui uma derivação destinada a servir ao circuito de alimentação da fase orgânica (FO) da coluna de correção (20), através da tomada de admissão (10). Esta primeira extração é realizada de forma seletiva, de modo que apenas o urânio seja transferido da fase aquosa para uma fase orgânica, deixando as demais impurezas na fase aquosa, que é retirada através da saída (4). A fase orgânica contém um agente extrator conhecido como fosfato de tri-n-butila (TBP) diluído em um diluente orgânico do tipo querosene e contém ainda determinados aditivos, tais como: hexanol; octanol e tridecanol. Contudo essa primeira extração arrasta pequenas quantidades dos elementos impurezas indesejáveis, razão pela qual o referido processo requer uma segunda coluna.

Esta segunda coluna é a coluna de lavagem (18), que possui na extremidade superior a entrada (5) receptora da solução de lavagem em fase aquosa (FA), por exemplo uma solução de ácido nítrico diluído - 0,2M. Esta solução destina-se a lavar o solvente em fase orgânica (FO) proveniente da coluna de extração (17), a fim de eliminar as impurezas restantes. É durante a ação de mistura entre as duas soluções, que a solução em fase aquosa (FA) arrasta aproximadamente 15% do urânio admitido pela tomada (6) em solução na fase orgânica (FO). Vamos assim, que a coluna (18) receptora da solução limpa para a lavagem, é a coluna fornecedora de solução orgânica (FO) contendo urânio puro, através da tomada (8) e, ainda, fornece quantidade de 15% de urânio arrastado pela solução aquosa (FA) na ação da lavagem. Esta quantidade de 15% de urânio, será retirada pela tomada (7) existente na extremidade inferior da coluna de lavagem (18), sendo posteriormente admitida na entrada (9) da coluna de correção (20).

Em sequência ao desenvolvimento do processo, tem-se a coluna de correção (20) que recupera as perdas de 15% de urânio, permitindo assim a elevação do aproveitamento do urânio, admitido em fase aquosa (FA) 5 na tomada (1) da coluna de extração (17). Esta coluna de correção (20) é receptora de solvente em fase orgânica (FO), através da tomada (10).

Esta modificação no circuito, permite que a vazão de admissão em fase aquosa na tomada (1) da 10 coluna de extração (17) seja sempre constante, não sendo prejudicada pela reciclagem das perdas como é feito em alguns processos convencionais.

Em continuação à sequência do processo, tem-se a coluna de correção (20) que fornece o sol- 15 vente em fase orgânica (FO) contendo o urânio recuperado sendo que na extremidade superior dessa coluna de correção (20), existe a tomada (12) que permite a continuidade do fluxo da fase orgânica (FO), por intermédio da derivação com o circuito de solvente em fase orgânica (FO) 20 contendo urânio puro fornecido pela coluna de lavagem (18) e injetado na tomada (14) da coluna de reextração (19).

A coluna de correção (20) possui, ainda, um registro (11) destinado a descarregar em solução aquosa (FA) as impurezas desprezíveis, restantes da recu- 25 peração.

Assim como, a coluna de extração (17) possui um registro (4) destinado, também, a descarregar em solução aquosa (FA) as impurezas desprezíveis.

A coluna de reextração (19) possui uma 30 tomada superior, (13) para admissão da fase aquosa (FA), por exemplo água desionizada, e uma tomada inferior (14) para admissão da fase orgânica (FO) contendo o urânio pu- ro, agindo em contra-corrente, de modo que na saída com registro (16) tem-se o solvente em fase orgânica (FO), e 35 na saída com registro (15) tem-se o urânio puro em fase aquosa (FA), sendo a retirada do urânio puro em quantida

de igual a 99,9% do urânio fornecido ao processo em fase aquosa (FA) na tomada (1), no início do processamento na coluna de extração (17).

Experimentalmente já verificou-se que 5 o urânio a ser purificado, entrando em fase aquosa (FA) pelo registro (1) num volume de 25 litros/hora a 260 gr Urânio/litro teremos então um total de $25 \times 270 = 6.750$ gr Urânio/hora. A fase orgânica (FO) com volume de 50 litros/hora injetada no registro (2) vai extrair o urânio 10 num processo líquido-líquido em contra-corrente, saindo na fase orgânica no registro (3) com a concentração de 135 gr Urânio/litro ou seja, $50 \times 135 = 6.750$ gr urânio. Verificou-se, portanto, a extração total nesta primeira etapa.

15 Na coluna de lavagem, o solvente na fase orgânica (FO) carregando o urânio será lavado pela solução aquosa que entra pela tomada (5) na vazão de 5 litros/hora, quando então, a lavagem pela fase aquosa arrasta aproximadamente 20 gr de urânio por litro de solução em fase orgânica, dando um total de $50 \times 20 = 1.000$ gr urânio/hora. Este urânio será então arrastado, saindo no 20 registro (7) na solução aquosa. Até aqui o rendimento do processo sofreu uma queda de $1.000/6.750 = 14,8\%$.

Esta perda de 1.000gr urânio/hora que 25 entra pela tomada (9), será devidamente recuperada e purificada pela coluna de correção (20) e lançada na coluna de reextração (19) juntamente com a fase orgânica (FO) proveniente da coluna de lavagem (18). Verificando-se assim, que a correção do rendimento permite chegar ao 30 valor de 99,9%.

As perdas no processo convencional de 1.000gr podem transformar-se em 60 Kg urânio/hora, numa usina de 2.000 ton/ano ou de 150 Kg urânio/hora, se a usina construída para uma capacidade de 5.000 ton/ano, 35 no em algumas refinarias.

REIVINDICAÇÕES

1 - PROCESSO PARA PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE, compreendendo as etapas de extração e lavagem, caracterizado pelo urânio arrastado 5 pela fase aquosa (FA) que sai da coluna de lavagem (18) ser introduzido na coluna de correção (20), que opera em contra-corrente com o solvente em fase orgânica (FO) proveniente do mesmo circuito alimentador da coluna de extração (17), sendo que as impurezas que acompanham o urânio 10 arrastado são recolhidas na parte inferior (11) da coluna (20), enquanto que o urânio recuperado em fase orgânica é injetado na coluna de reextração (19) juntamente com o urânio em fase orgânica que sai da coluna de lavagem (18), sendo que a coluna (19) fornece o urânio purificado e diluído em fase aquosa. 15

2 - INSTALAÇÃO, para realização do processo reivindicado em 1, caracterizada por possuir uma coluna de correção (20) posicionada entre a coluna de lavagem (18) e a coluna de reextração (19), sendo que 20 a dita coluna (20), de menor dimensão, possui a tomada (9) superior para admissão da fase aquosa (FA) contendo urânio arrastado da coluna de lavagem (18), a tomada inferior (10) de admissão da fase orgânica (FO) e a saída (12) da fase orgânica (FO) contendo o urânio recuperado, 25 que é conectada à saída da coluna de lavagem (18).

3 - INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 2, caracterizada por possuir uma ou mais colunas de extração (17), igualmente para colunas de lavagem (18), para as colunas de reextração (19), e para as colunas de correção (20), tudo dependendo da capacidade dos 30

fluxos envolvidos no processo.

4 - INSTALAÇÃO, de acordo com a reivindicação 3, caracterizada por possuir misturadores-decantadores em, substituição às colunas pulsadas, sendo
5 que o processo não sofre descontinuidade de funcionamento quando misturadores-decantadores com função de coluna ou colunas de correção (20) servirem a circuito de fluxo em misturadores-decantadores nas funções específicas das colunas pulsadas (17), (18) e (19).

RESUMO

Patente de Invenção: "PROCESSO E INSTALAÇÃO PARA PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE".

A presente invenção refere-se a um processo e a respectiva instalação para extração por solvente de urânio, permitindo elevada purificação, e com aproveitamento total do urânio absorvido no início do processo. Com a inclusão de mais uma coluna pulsada denominada coluna de correção (20), eleva-se o rendimento de todo o processo, pois fica assim dispensada a reciclagem das perdas de urânio proveniente da coluna de lavagem (18).

O processo consiste em realizar uma extração do urânio arrastado pela fase aquosa (FA) da coluna de lavagem (18); sendo essa extração realizada na coluna de correção (20) que opera em contra corrente com a fase orgânica do mesmo circuito alimentador da coluna de extração (17). As impurezas são retiradas na parte inferior (11), enquanto que o urânio recuperado em fase orgânica (FO) é introduzido na coluna da reextração (19), juntamente com a fase orgânica (FO) proveniente da coluna de lavagem (18). A coluna de reextração (19) fornece o urânio purificado e diluído em fase aquosa.

O processo de purificação pode ser realizado com plena eficiência empregando-se as conhecidas colunas pulsadas ou então os aparelhos químicos misturadores-decantadores tão conhecidos na química industrial.

301D 11/04
E22B 60/02

Relatório Descritivo da Patente de Invenção: "PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE".

Refere-se o presente invento a uma correção no rendimento do processo de purificação de urânio na extração por solvente, conseguinte de um fluxograma dos solventes em fase orgânica e em fase aquosa em circulação, por um circuito e por elementos constantes de colunas pulsadas, desempenhando a função de colunas de extração, de lavagem e de reextração, fornecendo o urânio purificado na fase aquosa, sem que o processamento tenha sido prejudicado na vazão de entrada de fluxo, pela reciclagem das perdas sofridas na lavagem conforme acontece nos processos convencionais. Este fluxograma vem permitir elevado rendimento do processo, com a inclusão no circuito de uma pequena coluna pulsada, cujo processamento das perdas de urânio na etapa de lavagem vem complementar o fluxo orgânico circulante no final da última coluna.

Esta correção no rendimento, no processo de purificação, pode também ser realizada com os equipamentos de química industrial, conhecidos por misturadores-decantadores, em substituição às conhecidas colunas pulsadas que permitem as ligações das tubulações usadas na composição do processo.

A tecnologia da extração, separação e purificação de urânio por solventes, é utilizada atualmente por meio de colunas pulsadas, ou de baterias de misturadores-decantadores. As colunas pulsadas consistem de aparelhos em forma de colunas tubulares cilíndricas, com

com placas perfuradas, instaladas verticalmente, possuindo cada uma, na extremidade superior, os registros de entrada ou saída do solvente; e, na extremidade inferior, os respectivos registros, sendo que o registro de saída da solução em fase aquosa instalado em cada coluna na parte inferior, para facilitar o escoamento do mesmo, em virtude de sua densidade mais elevada.

A preferência entre os dois processos de purificação de urânio, é atualmente dividida pelos especialistas do setor. Entretanto, qualquer que seja o processo empregado por colunas pulsadas, ou por conjuntos de misturadores-decantadores, não se obtém um rendimento de 100% por mais eficiente que seja a etapa de lavagem.

É do conhecimento dos especialistas, que na etapa de lavagem o arraste de urânio chega a aproximadamente 15%. O urânio arrastado, para não ser perdido, pode ser reciclado para o início do processo, onde, em alguns casos, é readmitido na fase aquosa de alimentação. O simples fato de sua reciclagem ao início do processo apenas "recupera" o urânio (para não perdê-lo), mas não corrige o rendimento perdido no processo provocado pela operação de lavagem. E, por melhor que se disponha o circuito da reciclagem adotada, o seu rendimento máximo não ultrapassa o valor de 85%.

No processo de extração e purificação de urânio por solvente, esta perda de 15% pode ser desprezível economicamente, quando a vazão circulante no processo empregado, for de reduzido volume. Entretanto, nos grandes volumes de produção, seja utilizando colunas pulsadas ou misturadores-decantadores, a perda de urânio no processo pode chegar a valores consideráveis.

Atentando para estes fatos, considerando os efeitos técnicos e econômicos provocados por esta perda de 15% de urânio nos processos utilizados, é que foi idealizada a inclusão no processo de mais uma co

luna pulsada, ou de um equivalente misturador-decantador. A inclusão deste elemento, além de alterar o processo conhecido, vem permitir que as perdas de 15% de urânio, então recicladas no processo convencional, sejam
5 utilizadas na sequência natural do processo, sem prejudicar a vazão de entrada de urânio em fase aquosa, no início do fluxograma do processo convencional.

A invenção pode ser melhor, compreendida com a descrição detalhada do desenho em anexo, sendo
10 do que a figura única, ilustra esquematicamente o fluxograma do processo, apresentando a posição da coluna de correção (20) de menor dimensão que as demais colunas (17), (18) e (19), de modo que sua dimensão reduzida deve-se ao fato do fluxo circulante ser em torno de 10
15 vezes menor que o fluxo circulante nas demais colunas. O presente processo pode ser empregado também quando o equipamento, obedecendo ao mesmo esquema, for constituído por misturadores-decantadores no tamanho e proporções necessárias ao eficiente funcionamento do processo.

20 Mais detalhadamente, pela figura, observa-se que a coluna de correção (20) está posicionada verticalmente, entre a coluna pulsada (18) e a última coluna pulsada (19). A coluna de correção (20) recebe o urânio arrastado em fase aquosa (FA) da coluna pulsada
25 ou coluna de lavagem (18), e a fase orgânica (FO) será recebida do mesmo circuito que alimenta de solvente em fase orgânica (FO) a primeira coluna pulsada ou coluna de extração (17), onde se inicia o processo.

A coluna de correção (20) possui um
30 tamanho inferior às demais colunas pulsadas que fazem parte do processo, sendo que a saída (12) da fase orgânica (FO) na coluna de correção (20), é somada à admissão (8) da fase orgânica (FO) da coluna de reextração (19), de modo que esta coluna pulsada (19) fornece, através da
35 saída (15), a solução em fase aquosa (FA) contendo o urânio purificado.

A primeira coluna de extração (17) é a receptora da solução em fase aquosa (FA) contendo o urânio a ser purificado e mais o solvente em fase orgânica (FO) destinado a atuar por contra-corrente na extração do urânio. A tomada de admissão (2) do solvente em fase orgânica (FO) possui uma derivação destinada a servir ao circuito de alimentação da fase orgânica (FO) da coluna de correção (20), através da tomada de admissão (10).

10 A segunda coluna é a coluna de lavagem (18), que possui na extremidade superior a entrada (5) receptora da solução de lavagem, por exemplo solução com ácido nítrico 0,2M. Esta solução, destina-se a lavar o solvente em fase orgânica (FO) proveniente da coluna de extração (17). E é durante a ação de mistura entre as duas soluções, que a solução em fase aquosa (FA) arrasta aproximadamente 15% do urânio admitido pela tomada (6) em solução na fase orgânica (FO). Vemos assim, que a coluna (18) receptora da solução limpa para a lavagem, é a 15 20 coluna fornecedora de solução orgânica (FO) contendo urânio puro, através da tomada (8) e, ainda, fornece quantidade de 15% de urânio arrastado pela solução aquosa (FA) na ação da lavagem. Esta quantidade de 15% de urânio, será retirada pela tomada (7) na extremidade inferior da 25 coluna de lavagem (18), sendo admitida na entrada (9) da coluna de correção (20).

Em sequência ao desenvolvimento do processo, tem-se a coluna de correção (20) que recupera as perdas de 15% de urânio, permitindo assim a elevação 30 do aproveitamento do urânio, admitido em fase aquosa (FA) na tomada (1) da coluna de extração (17). Esta coluna de correção (20) é receptora de solvente em fase orgânica (FO), através da tomada (10).

Esta modificação no circuito, permite 35 que a vazão de admissão em fase aquosa na tomada (1) da coluna de extração (17) seja sempre constante, não sendo

prejudicada pela reciclagem das perdas como é feito em alguns processos convencionais.

Em continuação à sequência do processo, tem-se a coluna de correção (20) que fornece o solvente em fase orgânica (FO) contendo as perdas de urânio recuperadas. Na extremidade superior da coluna de correção (20) a tomada (12) permite continuidade do fluxo na fase orgânica (FO) por intermédio da derivação com o circuito de solvente em fase orgânica (FO) contendo urânio puro, fornecido pela coluna de lavagem (18) e injetado na tomada (14) da coluna de reextração (19).

A coluna de correção (20) possui, ainda, um registro (11) destinado a descarregar em solução aquosa (FA) as impurezas desprezíveis, restantes da recuperação.

Assim como, a coluna de extração (17) possui um registro (4) destinado, também, a descarregar em solução aquosa (FA) as impurezas desprezíveis.

A coluna de reextração (19) possui uma tomada superior (13) para admissão da fase aquosa (FA), por exemplo água desionizada, e uma tomada inferior (14) para admissão da fase orgânica (FO) contendo o urânio puro, agindo em contra-corrente, de modo que na saída com registro (16) tem-se o solvente em fase orgânica (FO), e na saída com registro (15) tem-se o urânio puro em fase aquosa (FA), sendo a retirada do urânio puro em quantidade igual a 99,9% do urânio fornecido ao processo em fase aquosa (FA) na tomada (1), no início do processamento na coluna de extração (17).

Experimentalmente já verificou-se que o urânio a ser purificado, entrando em fase aquosa (FA) pelo registro (1) num volume de 25 litros/hora a 270 gr Urânio/litro teremos então um total de $25 \times 270 = 6.750$ gr Urânio/hora. A fase orgânica (FO) com volume de 50 litros/hora injetado no registro (2) vai extrair o urânio num processo líquido-líquido em contra-corrente, saindo

na fase orgânico no registro (3) com a concentração de 135 gr Urânio/litro ou seja, $50 \times 135 = 6.750$ gr urânio. Verificou-se, portanto, a extração total nesta primeira etapa.

5 Na coluna de lavagem, o solvente na fase orgânica (FO) carregandô o urânio será lavado pela solução aquosa que entra pela tomada (5) na vazão de 5 litros/hora, quando então, a lavagem pela fase aquosa arasta aproximadamente 20 gr de urânio por litro de solu-
10 ção em fase orgânica, dando um total de $50 \times 20 = 1.000$ gr urânio/hora. Este urânio será então arrastado, saindo no registro (7) na solução aquosa. Até aqui o rendimento do processo sofreu uma queda de $1.000/6.750 = 14,8\%$.

Esta perda de 1.000gr urânio/hora que
15 entra pela tomada (9), será devidamente purificada pela coluna de correção (20) e lançada no circuito de alimentação com solvente em fase orgânica (FO) pela tomada (12) na coluna de reextração (19) juntando-se a tomada (14). Verificando-se assim, que a correção do rendimento permiti
20 te chegar ao valor de 99,9%.

As perdas no processo convencional de 1.000gr podem transformar-se em 60 kg urânio/hora, numa usina de 2.000 ton/ano, ou de 150 kg urânio/hora, se a usina construída para uma capacidade de 5.000 ton/ano, co
25 mo em algumas refinarias.

REIVINDICAÇÕES

1 - PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO
NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE, caracterizado pela inclusão de
mais uma coluna pulsada, intermediária entre a coluna de
5 lavagem e a coluna de reextração, aproveitando o urânio
perdido em fase aquosa (FA), proveniente da coluna de la-
vagem (18), injetando na tomada (9) da coluna de corre-
ção (20) para recuperação das perdas de + 15% de urânio
por meio da coluna pulsada (20), que injeta na tomada
10 (10) o solvente em fase orgânica (FO), admitido por deri-
vação do mesmo circuito alimentador da coluna de extra-
ção (17), de modo que a coluna (20) corrige o rendimento
dispensando a reciclagem das perdas de urânio, atuando
como extratora líquido-líquido em contra-corrente do sol-
15 vente em fase orgânica (FO), saindo, na parte inferior
(11), as impurezas desprezíveis e, na parte superior (12),
o urânio recuperado em fase orgânica (FO), que é injeta-
do na tomada (14) da coluna de reextração (19), juntamen-
te com o urânio em fase orgânica (FO) proveniente da co-
20 luna de lavagem (18), através da derivação do circuito
de fase orgânica, sendo que a coluna pulsada (19) é a
fornecedora de urânio purificado e diluído em fase aquo-
sa (FA).

2 - PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO
25 NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE, de acordo com a reivindicação
1, caracterizado por ter a coluna de correção (20) dimen-
sões inferiores às colunas pulsadas que fazem parte do
processo, sendo que os solventes em circulação referem-
-se apenas aos 15% das perdas de urânio fornecidas pela
30 coluna de lavagem (18).

3 - PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO
NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por possuir uma ou mais colunas de extração (17), igualmente para colunas de lavagem 5 (18) e para as colunas de reextração (19), tudo dependendo da capacidade dos fluxos envolvidos no processo, que também permite funcionar com uma ou mais colunas de correção (20), sendo que o número de colunas pulsadas, não necessita ser múltiplo exato dos grupos de colunas, ain-
10 da que uma coluna de correção (20) ou mais, mantém o funcionamento em melhor rendimento dos grupos de colunas pulsadas (17), (18) e (19).

4 - PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO
NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por ter o fluxograma do processo, funcionamento com aparelhos misturadores-decantadores; substituindo as colunas pulsadas, sendo que o processo não sofre descontinuidade de funcionamento quando misturadores-decantadores com função de coluna ou colu-
20 nas de correção (20) servirem a circuito de fluxo em misturadores-decantadores nas funções específicas das colunas pulsadas (17), (18) e (19).

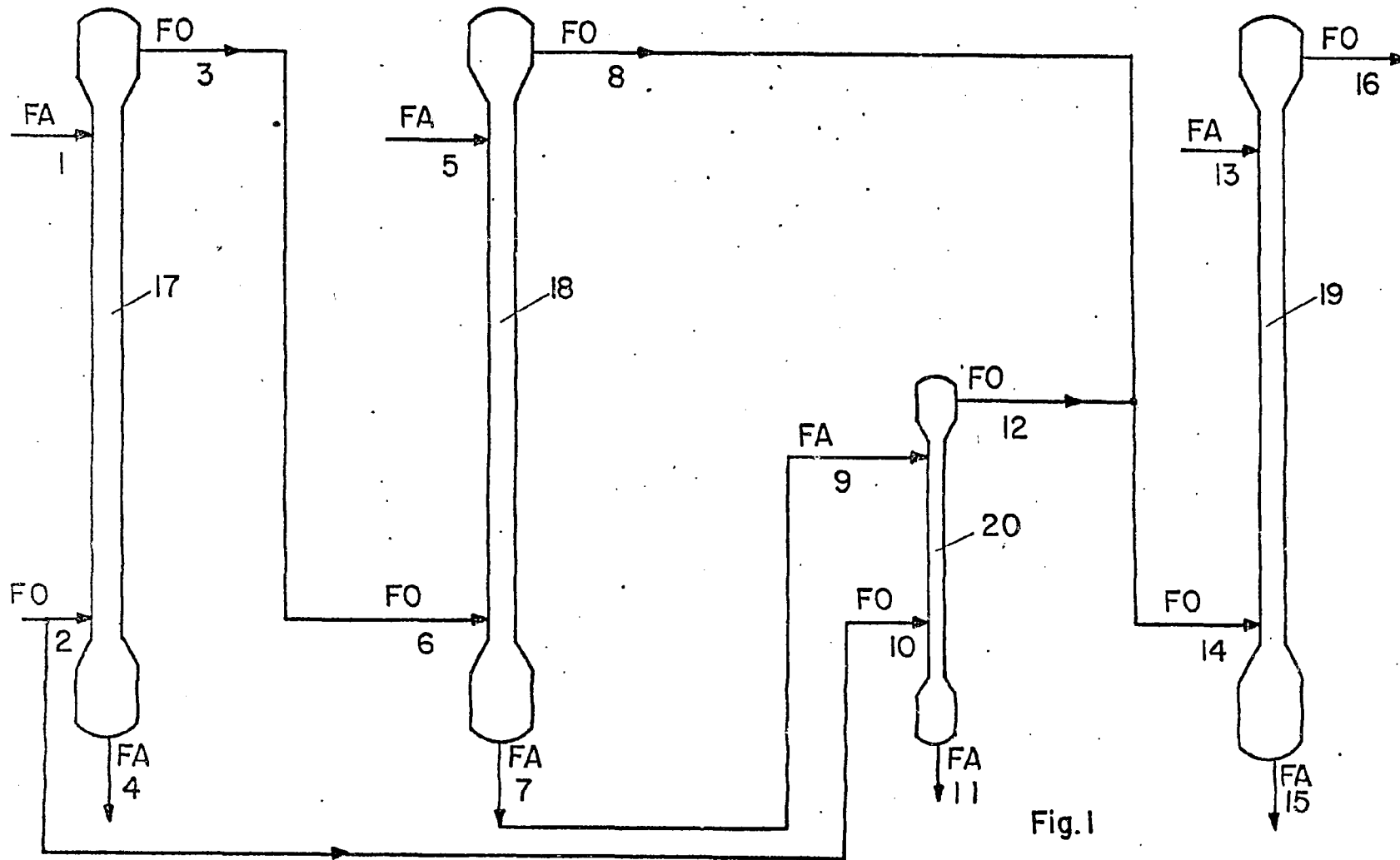


Fig.1

RESUMO

Patente de Invenção: "PROCESSO DE PURIFICAÇÃO DE URÂNIO NA EXTRAÇÃO POR SOLVENTE".

A presente invenção refere-se a um
5 processo para extração por solvente de urânio permitindo elevada purificação, e com aproveitamento total do urânio absorvido no início do processo. Com a inclusão de mais uma coluna pulsada (20) denominada coluna de correção (20), eleva-se o rendimento de todo o processo,
10 pois fica assim dispensada a reciclagem das perdas de urânio provenientes da coluna de lavagem (18).

Com a coluna de correção (20) as perdas de urânio entram em continuidade sendo purificado para a coluna de reextração (19), elevado, assim, o rendimento do processo. O urânio purificado é retirado na
15 coluna de reextração em fase aquosa (FA) e em quantidade praticamente de 100% em relação ao que foi admitido no início do processo.

O processo de correção pode ser realizado com plena eficiência empregando-se as conhecidas
20 colunas pulsadas ou então os aparelhos químicos misturadores-decantadores tão conhecidos na química industrial.