



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00150**

(22) Data de depozit: **25.02.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.05.2014** BOPI nr. **5/2014**

(41) Data publicării cererii:
28.11.2008 BOPI nr. **11/2008**

(73) Titular:
• **GOGA GHEORGHE,**
PIAȚA VASILE MILEA NR.2,
BLOC MOBILUX, SC.C, ET.6, AP.22,
PITEȘTI, AG, RO

(72) Inventatori:
• **GOGA GHEORGHE,**
PIAȚA VASILE MILEA NR.2,
BLOC MOBILUX, SC.C, ET.6, AP.22,
PITEȘTI, AG, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
RO 109671 B1; RO 83940; RO 103048

(54) **PROCEDEU DE RECICLARE A URANIULUI DIN FOSFATUL DE URANIL ȘI DIN ALTE MATERIALE IMPURE PE BAZĂ DE URANIU**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de reciclare a uraniului din fosfat de uranil și din alte materiale impure, care conțin uraniu, și la o instalație pentru aplicarea procedurii. Procedeuul conform invenției constă în solubilizarea materialelor impure, care conțin uraniu, în HNO_3 , la $80..85^\circ\text{C}$, sub depresiunea produsă de ejectoare cu aer, cu obținerea unei soluții de azotat de uranil impur, din care, prin purificare cu solvenți organici, cum ar fi o soluție 30% de TBP în kerosen, se obține o soluție de azotat de uranil pur, aptă fabricării pulberii sinterizabile de UO_2 și a combustibilului nuclear. Instalația conform invenției se compune dintr-un reactor

de dizolvare a materialelor impure, care conțin uraniu, cu funcționare discontinuă, sub depresiune; din mijloace de transvazare, filtrare, omogenizare, stocare și condiționare a soluției de azotat de uranil impur, din mijloace de tratare și recuperare a oxizilor de azot sub formă de HNO_3 , și de neutralizare a gazelor nocive rezultate, precum și din mijloace de recuperare și reciclare a uraniului din turtele rezultate la filtrarea soluției de azotat de uranil impur obținut.

Revendicări: 3
Figuri: 1



RO 123602 B1

1 Inventția de față se referă la un procedeu de reciclare a uraniului din fosfatul de uraniu,
pe care îl vom numi în continuare material de tip A, și din alte materiale impure pe bază de
3 uraniu - pe care le vom numi în continuare materiale de tip B, apărute ca deșeu în fabricarea
pulberii de UO_2 și a pastilelor sinterizate de UO_2 , componentele de bază ale combustibilului
5 nuclear dintr-o centrală nucleară.

Astfel de materiale impure sau impurificate pe bază de uraniu de tip B sunt: pulberea
7 de diuranat de sodiu tehnică (DUNa), pulberea de diuranat de amoniu (D.U.A.), pulberi de
oxizi superiori ai uraniului (U_3O_8), pulberi de dioxid de uraniu (UO_2), granule și pastile crude
9 de (UO_2) impurificate cu Zn și C, pastile sinterizate de UO_2 impurificate cu Mo și Si, pastile
sinterizate de UO_2 dezasamblate din fasciculele combustibil rebut impurificate cu C, șlamuri
11 din rectificarea pastilelor sinterizate de UO_2 impurificate cu Si, Mo, C.

Deșeurile lichide radioactive sunt generate în fluxul tehnologic de fabricare a
13 concentratelor tehnice de uraniu, a pulberilor sinterizabile de UO_2 , la pastilarea UO_2 , dar mai
ales în instalațiile de purificare nucleară precipitare DUA și rectificarea pastilelor sinterizate de
15 UO_2 . Aceste deșeuri lichide nu se pot evacua în apele de suprafață decât după tratarea lor,
mai ales pentru a recupera, în primul rând, uraniul rezidual prin tratarea cu fosfat trisodic în
17 exces, iar în al doilea rând, pentru a precipita restul de impurități (anioni, cationi) existente,
urmată de separarea precipitatelor rezultate, prin filtrare.

Datorită excesului de fosfat trisodic folosit pentru precipitarea uraniului din aceste
19 deșeuri lichide, concentrația fosforului în fosfatul de uraniu rezultat este mare și, de aici,
rezultă și dificultatea reciclării acestuia. În jur de 4% din uraniul intrat în fabricația de
21 combustibil nuclear se regăsește ca fosfat de uraniu, iar circa 25%, ca materiale cu uraniu
reciclabil, din care aproximativ 10% este material reciclabil pur, iar 15% - material reciclabil
23 de uraniu impurificat.

Din datele de mai sus rezultă că tipurile de materiale reciclabile care conțin uraniu,
25 pure sau impurificate, se pot mixa în proporțiile adecvate, atât în faza solidă, cât și în faza
lichidă, care să conducă, în final, la soluții de azotat de uraniu impure (A.U.I), ușor de prelu-
27 crat prin purificare nucleară în conformitate cu cerințele de puritate pentru combustibilul nu-
clear pe bază de U natural.

Practica de producție arată că, pentru o producție de 150 t U/an, în medie se prelu-
31 crează 32,2 t U/an din materiale reciclabile impure sau impurificate, din care circa 22% repre-
zintă uraniu din fosfatul de uraniu.

Se cunosc procedee și instalații de prelucrare a fosfatului de uraniu [I.R.N.E. Pitești,
33 Raport intern R 1668/17.12.1984] conform cărora acesta este tratat mai întâi cu soluție de
carbonat de sodiu, când uraniul se aduce în soluție sub formă de uraniu tricarbonat de sodiu,
35 în care fosforul se înlătură din soluția rezultată prin filtrare în uraniu bicarbonatul de sodiu, iar
apoi aceasta se tratează cu NaOH concentrat, și rezultă DUNa, care se prelucrează apoi ca
37 atare, pentru recuperarea și reciclarea uraniului; conform altor proceduri și instalații [I.R.N.E.
Pitești, SPEC instrucțiune P.T.00-CN-5.12-10.1], fosfatul de uraniu se aduce în soluție prin
41 dizolvarea în soluții de HNO_3 împreună cu șlamurile din rectificarea pastilelor sinterizate de
 UO_2 , rezultând soluții AUI care se pot prelucra prin purificare nucleară, conținutul de fosfor
fiind sub 100 ppm, iar alte procedee și instalații [RO 136309] reciclează uraniul din fosfatul
43 de uraniu în care concentrația fosforului nu depășește 13%; alte procedee de reciclare a ura-
niului din fosfatul de uraniu sunt prin dizolvarea separată a granulelor de fosfat de uraniu în
45 soluție de acid azotic 12-13N, și obținerea unor soluții de AUI concentrate în fosfor, și diluate,
având acidități libere de circa 5N [RO 109671]. Aceste soluții se mixează apoi cu soluții de
47 AUI obținute asemănător, din materiale impure, pe bază de uraniu, cum sunt pulberile de
 UO_2 , U_3O_8 , D.U.A., pastile crude și sinterizate de UO_2 , granule UO_2 și șlamuri din rectificarea,

RO 123602 B1

În volumele necesare conform analizei fiecărui tip de soluție, rezultând o soluție AUI omogenă, în măsură de a fi prelucrată prin purificare nucleară, utilizând solvent organic de tipul 30% TBP în Kerosen, și de a conduce la obținerea unor soluții de azotat de uraniu pur (AUP) și, de aici, la o pulbere de DUA și UO_2 pure nuclear. 1
3

Unele procedee și instalații prelucrează numai un singur fel de material de tip B, de exemplu, numai DUNa [Complejo, Fabril CORDOBA-Argentina - Manual de operaciones, C.F. Cordoba, Planta de producción UO_2 , 1983, Uzina R - Feldioara], care este un concentrat tehnic de uraniu, alte procedee prelucrează numai pastile sinterizate de UO_2 neconforme sau dezasamblate, din fasciculele combustibile rebut [RO 100216], iar altele, mixturi din materialele de tip B, cu șlamuri din rectificare [I.R.N.E. Pitești, SPEC instrucțiune P.T.00-CN-5.12-10.1, F.N.C. Pitești, instrucțiune P.T.F. - 10-01-01, F.N.C. Pitești, P.O. și PTF, ediția 2, 1997]. 5
7
9
11

Principalele dezavantaje ale procedeelelor menționate constau în aceea că prelucrarea fosfatului de uraniu ca atare, luat separat, până la soluții concentrate de uraniu cu o concentrație a fosforului mică și concentrații mari în uraniu, care să conducă la soluții AUI posibil de purificat nuclear, parcurge un flux tehnologic lung, cu cheltuieli mari pentru materiale și echipamente. Unele instalații lucrează la presiune atmosferică, ceea ce duce la noxe prin neetanșeități (oxizi de azot, aerosoli de uraniu), realizând alimentarea materialelor de uraniu cu mijloace mecanice, cu dozatoare mecanice ineficiente, ele producând, la introducerea peste acidul azotic, la temperatura de 80...85°C, oxizi de azot, noxe și colmatarea alimentatoarelor. Nu se cunosc procedee și instalații care să permită prelucrarea concomitentă și reciclarea uraniului din toate tipurile de materiale impure pe baza de uraniu menționate, de tip B, utilizând aceleași echipamente. 13
15
17
19
21

Alte instalații [I.R.N.E. Pitești, SPEC instrucțiune P.T.00-CN-5.12-10.1] folosesc pompe centrifuge pentru vehicularea diverselor tipuri de soluții nefiltrate având ca efect negativ dezetașarea lor, din cauza produselor abrazive, insolubile, din soluții (carbura de siliciu), iar în alte instalații și procedee nu se realizează tratarea oxizilor de azot în operațiuni ca: oxidare, recuperarea și reciclarea lor ca HNO_3 și neutralizarea finală a acestora, eșapându-i direct în atmosferă, și nu se folosesc pentru neutralizarea oxizilor de azot soluțiile deșeu rezultate din purificarea AUI sau precipitare DUA, deși acestea conțin cantități apreciabile de uraniu și acidități libere, unele dintre ele având și caracter alcalin (apele amoniacale, carbonat de Na, etc.) [F.N.C. Pitești, instrucțiune P.T.F. - 10-01-01, F.N.C. Pitești, P.O. și PTF, ediția 2, 1997, C.F. Cordoba, Planta de producción UO_2 , 1983]. 23
25
27
29
31

Unele procedee încearcă să recicleze uraniul din fosfatul de uraniu direct prin prelucrări succesive, până la forma în care materialul rezultat se poate prelucra prin purificare [I.R.N.E. Pitești, Raport intern R 1668/17.12.1984], iar un alt procedeu reciclează uraniu din fosfatul de uraniu, materiale de tip A, cuplat cu alte materiale impure pe bază de uraniu, de tip B, când, după dizolvare, volume calculate din soluția tip A se mixează cu soluția tip B și rezultă o soluție finală de AUI purificabilă nuclear [RO 109671]. Dezavantajele acestui procedeu menționat țin, pe de o parte, de faptul că dizolvarea în șarje separate a materialelor de tip A și de tip B necesită precauții mărite pentru evitarea contactului necontrolat al celor două tipuri de soluții, care ar putea duce la obținerea unor loturi de soluție AUI cu fosfor depășit, inapte purificării nucleare, iar procedeele și instalațiile nu rezolvă problemele modului în care se poate recondiționa un lot de soluție AUI accidental contaminat cu fosfor. Pe de altă parte, procedeele și instalațiile nu rezolvă problema reciclării în instalația de dizolvare a deșeurilor lichide amoniacale, carbonatice și acide apărute în fluxul de fabricație UO_2 pulverulent, în vederea recuperării uraniului conținut, a acidității și alcalinității acestora. În același timp, instalația nu rezolvă, constructiv, modul de separare DUA din apele mume de la precipitare, folosite pentru neutralizarea oxizilor de azot și reciclarea acestuia 33
35
37
39
41
43
45
47

RO 123602 B1

1 în instalația de dizolvare reciclabile impure. De asemenea, recuperarea și neutralizarea
oxizilor de azot se realizează pe zona de refulare a ejectoarelor cu aer, ceea ce conduce la
3 diminuarea performanțelor acestora privind vacuumul realizat, un dezavantaj fiind și faptul
că același sistem de vacuum deservește mai multe echipamente, ceea ce, în condițiile unor
5 funcționări concomitente a acestora, conduce la diminuarea vacuumului pe zona respectivă.
Faptul că numărul de transvazări în trepte a soluției de AUI nefiltrate, în vederea filtrării și
7 repulpării, este mare conduce, în timp, la acumulări ale unor impurități la fundul rezervoarelor,
și la înfundarea traseelor, iar în final, filtrarea soluției de A.U.I. de tip A și B, sau din
9 repulpări, se face în separatoare intermediare - coloane barometrice - care necesită apoi
golire în rezervoarele de stocare, consumând timp.

11 Procedeu conform invenției de față elimină dezavantajele prezentate prin aceea că
dizolvarea fosfatului de uraniu și a celorlalte materiale impure pe bază de uraniu are loc
13 concomitent, în aceeași șarjă, sub vid, ceea ce permite atât alimentarea pneumatică a
materiilor prime pulverulente, cât și evacuarea gazelor de proces reziduale, și cuprinde
15 următoarele etape:

a) alimentarea reactorului cu 20% în greutate fosfat de uraniu;

17 b) alimentarea, după dizolvarea fosfatului de uraniu, cu restul de 80% materiale
impure pe bază de uraniu, fie separat, fie în amestec, și obținerea unor suspensii de azotat
19 de uraniu impure și a oxizilor de azot;

21 c) filtrarea suspensiei de azotat de uraniu impură, în vederea obținerii unei soluții de
azotat de uraniu limpede, care se purifică ulterior cu soluții de solvent organic tributil fosfat
de kerosen 30%, pentru a se obține soluția de azotat de uraniu de puritate nucleară, și a unor
23 turte umidificate, care conțin uraniu;

25 d) recuperarea uraniului din turtele rezultate de la filtrarea suspensiei de azotat de
uraniu, ce are loc în etapa c), prin repulpare în 3 trepte, cu utilizarea soluțiilor din treptele
anterioare de repulpare, ultima repulpare realizându-se cu apă.

27 Procedeu utilizează, în primul rând, un alt mod de reciclare a materialelor de tip A
și tip B, în sensul că aceste tipuri de materiale sunt alimentate și dizolvate în reactor
29 împreună, în aceeași șarjă, la 80...85°C, primul alimentându-se în reactor, cu vacuumul din
instalație dat de ejectoare cu aer, fosfatul de uraniu - tip A în procent de greutate de
31 maximum 20% din totalul greutății materialelor reciclabile cu uraniu necesar unei șarje, iar
apoi restul de 80% din materialele supuse dizolvării care se pot alimenta în reactor atât
33 separat - de exemplu, numai pulbere de UO_2 sau numai pastile sinterizate de UO_2 etc. - cât
și mixat - de exemplu, 10% șlam rectificare, 20% pulbere DUA, 30% pastile sinterizate de
35 UO_2 etc., în așa fel încât aceste materiale de tip B să fie 80% din greutatea totală de material
de uraniu dintr-o șarjă necesară dizolvării, soluția de AUI rezultată fiind supusă unor operații
37 uzuale de prelucrare, ca: diluarea, filtrarea, omogenizarea, condiționarea, încadrându-se în
cerințele privind concentrația de uraniu de minimum 250 g U/l, aciditate minimă de 2,5 N și
39 concentrație în fosfor de maximum 10 g/l, și fiind ușor prelucrabilă prin purificare nucleară
cu 30% TBP în kerosen; în al doilea rând, instalația lucrează sub depresiunea produsă de
41 ejectoare cu aer care asigură nu numai alimentarea și dizolvarea materialelor reciclabile de
tip A și B sub depresiune, ci și filtrarea, omogenizarea și transvazarea, cu sisteme proprii,
43 a diverselor tipuri de soluții; în al treilea rând, instalația permite recuperarea, ca HNO_3 , a
oxizilor de azot în treapta I, pe zona de vacuum, a ejectoarelor, și nu pe zona de refulare a
45 ejectoarelor, utilizând soluții din repulpare turte, care, în acest fel, se concentrează în uraniu
și HNO_3 ; în al patrulea rând, instalația permite neutralizarea finală a oxizilor reziduali treapta
47 II, tot pe zona de vacuum, utilizând soluțiile amoniacale cu suspensii de uraniu generate în
instalații de precipitare ca deșeu; în al cincilea rând, instalația permite recuperarea uraniului

RO 123602 B1

din soluțiile carbonatate, generate de instalația de purificare nucleară, ca deșeu, și care	1
conțin uraniu sub formă de suspensie recuperabil; în al șaselea rând, gazele reziduale finale,	3
acide, vin în contact cu gazele amoniacale alcaline, refulate de ejectoarele cu aer din	3
instalația de precipitare DUA, neutralizându-se reciproc; în al șaptelea rând, instalația	5
permite recuperarea avansată și reciclarea, din nou, în instalație, a uraniului din turtele	5
rezultate la filtrarea cu un singur filtru a soluției AUI, utilizând una, două sau trei trepte succe-	7
sive de repulpare, circulația turtelor sau a lichidelor de spălare fiind în contracurent în așa	7
fel încât, de exemplu, turtele crude, rezultate la filtrarea soluției AUI din dizolvare, se	9
repulpează 1 cu soluție din treapta 2 șarjele anterioare; turtele din filtrarea 1 se repulpează 2	9
cu soluția din treapta 3, iar turtele din filtrarea 2 se repulpează 3 cu apă; în al optulea rând,	11
instalația permite dizolvarea selectivă numai a pastilelor sinterizate de UO_2 - impurificate cu	11
Mo, și stocarea separată a soluției, ca soluții AUI; în al nouălea rând, instalația permite recu-	13
perarea, stocarea separată și reciclarea în fluxul de fabricație a loturilor de AUP, impurificate	13
accidental, rezultate din instalația de purificare nucleară; în al zecelea rând, instalația asigură	15
recuperarea și stocarea loturilor de soluție AUP din instalația de dizolvare pastile sinterizate	15
de UO_2 , impurificate accidental cu Mo provenit de la nacelele din Mo în care se face sinteri-	17
zarea pastilei de UO_2 , la $1700^\circ C$; în al unsprezecelea rând, instalația permite prelucrarea,	17
prin dizolvare, a celor două tipuri de materiale A și B, conform procedului menționat în	19
RO 109671 C1 ; în al doisprezecelea rând, instalația permite prelucrarea singulară, separată,	19
și recuperarea uraniului din fiecare din materialele de tip B menționate, sau prelucrarea unor	21
mixturi ale materialelor de tip B în diverse procente; în al treisprezecelea rând, instalația	21
permite dizolvarea pastilelor sinterizate de UO_2 dezasamblate din fasciculele combustibile	23
impurificate cu C, și reciclarea uraniului în fluxul de fabricație.	23
Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	
- nu sunt necesare investiții costisitoare speciale, deoarece instalația de dizolvare a	25
acestor materiale reciclabile, pe bază de uraniu din fosfat, și reciclabile impurificate, pe bază	27
de uraniu, conform invenției, rezolvă cerințele impuse de procedeu utilizând echipamente	27
cunoscute;	
- costurile de fabricație sunt reduse deoarece în proces se folosesc, pentru	29
recuperarea oxizilor de azot, pe de o parte, soluții din repulpări turte, iar pentru neutralizarea	31
finală a gazelor reziduale, soluții amoniacale și carbonatate, deșeu, din instalația de	31
precipitare și purificare, iar pe de altă parte, se realizează o neutralizare reciprocă a gazelor	33
amoniacale din instalația de precipitare cu cele acide de la dizolvarea reciclabilelor impure,	33
fără alte cheltuieli materiale suplimentare;	
- scade prețul de vânzare a produsului finit - pulberea sinterizabilă de UO_2 - deoarece	35
acesta se realizează în același timp, cu aceiași oameni, la un preț de producție mai mic,	37
întrucât uraniul recuperat din materiale impure de uraniu de tip B și din repulpare turte,	37
precum și HNO_3 recuperat din oxizii de azot se reciclează în fluxul de fabricație;	
- lucrând sub depresiunea dată de ejectoarele cu aer, instalația nu scapă noxe	39
chimice sau radioactive (oxizi sau aerosoli de uraniu) în exteriorul instalației sau atmosferă,	41
cu influențe pozitive asupra mediului și sănătății operatorilor; cheltuieli reduse cu întreținerea,	41
deoarece transvazările, filtrările și omogenizările materialelor de tip A și B se fac utilizând	43
depresiunea produsă cu ajutorul ejectoarelor cu aer, și nu cu pompe de vid sau centrifuge,	43
care se defectează frecvent, din cauza dezetașării produse de materialele dure cu care	45
lucrează;	45
- cheltuielile cu reactivi chimici folosiți la controlul diferitelor tipuri de soluții sunt	47
diminuate;	47

RO 123602 B1

1 - recuperarea avansată a uraniului din soluțiile filtrate sau repulpate, prin folosirea
2 unor filtre rotative adecvate, la care raportul generatoare/raza tamburului este subunitar
3 (optim $\frac{1}{2}$) și conduce la obținerea unor turte mai uscate și, deci, la o cantitate de uraniu ieșită
4 din flux mai mică;

5 - procedeul conform invenției se poate aplica și pentru dizolvarea uraniului îmbogățit
6 sau sărăcit în izotopul 235;

7 - procedeul conform invenției se aplică și pentru reciclarea uraniului din pastilele
8 sinterizate de UO_2 dezasamblate din fasciculele combustibile rebutate.

9 Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura ce
10 reprezintă schema tehnologică a instalației de reciclare a uraniului din fosfatul de uraniu și din
11 alte materiale impure pe bază de uraniu.

12 **Exemplul 1.** Conform invenției în legătură cu instalația din figură, într-un reactor de
13 dizolvare cu funcționare discontinuă **138**, aflat sub presiunea produsă de niște ejectoare
14 cu aer **20**, **23**, **25**, și în care s-a introdus volumul stabilit tehnologic de HNO_3 **12-15**, gravita-
15 țional, din rezervorul local de stocare **289**, etalonat, prin serpentina **352** a rezervorului **301**,
16 pentru încălzire la circa $40^\circ C$, se aspiră mai întâi materialul pulverulent de fosfat de uraniu,
17 cântărit în valoare de maximum 20% din cantitatea de material de uraniu necesară unei
18 șarje, din containerul de stocare **136**, cu o sondă **312**, și este transvazat treptat în reactor,
19 prin conducta de fund imersată **309**, unde, în contact cu HNO_3 încălzit la temperatura de
20 regim cu ajutorul unui sistem de măsură-reglare-control, format din rezistență electrică de
21 încălzire **35**, **311**, contactor, robinet electromagnetic **308** de acționare asupra agentului de
22 răcire, și o termorezistență **305**, și sub agitarea dată de **306**, are loc reacția chimică exoter-
23 mă a uraniului cu HNO_3 , rezultând azotatul de uraniu și oxizi de azot.

24 La terminarea alimentării celor 20% fosfat de uraniu, în reactor se continuă
25 alimentarea restului de 80% de materiale pulverulente de uraniu de tip B (DUA, U_3O_8 , UO_2 ,
26 granule de UO_2) în mod asemănător, în aceeași șarjă.

27 Materialele grosiere, ca pastilele de UO_2 , șlamuri de UO_2 , din rectificare, pastile crude
28 și brichete de UO_2 , se alimentează în reactor în cantitatea stabilită de până la 80%, printr-o
29 cuvă-pâlnie **307** fixată de capacul reactorului **138**, prevăzută cu o garnitură din teflon de
30 etanșare, cantitate ce poate fi formată fie numai dintr-un singur material reciclabil de uraniu
31 (de exemplu, numai pulbere de UO_2 sau numai pastile crude sau sintetizate de UO_2), fie din
32 combinații ale acestor materiale făcute în așa fel, încât greutatea lor totală să nu depășească
33 80% din masa materialelor supuse dizolvării (de exemplu, 10% granule șlam rectificare, 25%
34 pulbere DUA, 30% pastile sinterizate de UO_2 , 15% pulbere UO_2). Astfel, de exemplu, pentru
35 o cantitate de 200 kg de material reciclabil supus dizolvării, vom alimenta în reactor 20%,
36 adică 40 kg fosfat de uraniu, restul de 160 kg fiind format din materiale reciclabile, separate
37 sau mixate, enumerate mai sus. După alimentarea materialului de uraniu, ce constituie șarja,
38 se continuă menținerea sub agitare și la $80...85^\circ C$ a soluției A timp de 4 h, după care soluția
39 este transvazată, caldă, din reactorul **138** pe traseul **304**, în rezervorul tampon cu rol de
40 schimbător de căldură **301**, pentru maturare bioxid de siliciu, unde acidul azotic pentru șarja
41 următoare se preîncălzește în golirea sa gravitațională din **289** în **138** pe traseul **296** și
42 serpentina **352**.

43 În rezervorul tampon **301**, după alimentarea HNO_3 la șarja următoare, se realizează
44 diluarea cu soluție din treapta I repulpate, stocată în rezervorul de înălțime **38**, etalonat pe
45 traseul **314**. Vacuumul produs de ejectoarele **48**, transmis prin **44**, **47**, **325**, **380**, **381**, **284**
46 în **301**, trage aer fals în rezervorul cu soluție **301**, prin conducta de fund **302** și cuva filtrului
47 **362**, realizând omogenizarea soluției AUI diluată obținută.

RO 123602 B1

După omogenizarea soluției AUI în **301**, aceasta este supusă operației de filtrare, pentru eliminarea suspensiei solide insolubile existente. În acest scop se folosește filtrul rotativ **362** cu tambur prevăzut cu un cuțit culisant gen **401**, tambur pe care s-a montat o pânză filtrantă, și peste care s-a aplicat, în prealabil, o suspensie de agent filtrant, preparată în rezervorul **355**, cu agent filtrant pulverulent și apă provenită din **340** pe traseul **341**, **353**. Odată preparată suspensia de agent filtrant în **355**, aceasta se golește gravitațional în cuva filtrului rotativ **362**, având agitatorul acestuia în funcțiune, iar cuțitul culisant distanțat la maximum față de tamburul filtrului. După pornirea filtrului rotativ, în vederea aplicării a circa 30 mm de agent filtrant, se pornește vacuumul de filtrare utilizând ejectoarele cu aer propriu **29**, **32**, de la care vacuumul se transmite în interiorul tamburului filtrului **362**, prin **279**, **281**, **265**, **319**, **333**, **77**, **346**, **402**, **358**, **360**, **359**, **362**.

La fiecare rotație a tamburului filtrului **362** pe suprafața externă a acestuia se depune un strat de agent filtrant, suspensia fiind aspirată de vacuumul din interiorul său, așa cum s-a văzut, atingând circa 30 mm grosime, după care, fără a opri vacuumul sau filtrul din mișcarea sa de rotație, se golește soluția AUI, treptat și periodic, din rezervorul tampon **301** spre cuva filtrului **362**, și începe în acest mod filtrarea, soluția AUI filtrată colectându-se direct în rezervorul de stocare **402**.

Mai multe șarje de soluție AUI filtrată și stocată în **402** se omogenizează după umplerea acestuia, dând drumul la vacuum-barbotare din ejectorul **50**, care se transmite prin **323**, separator **326**, **328**, **384**, **387**, în colectorul vacuum-barbotare **81**, iar de aici în rezervorul de stocare soluție AUI **402**. Depresiunea astfel creată în **402** aspiră aer fals din atmosferă pe traseele **58**, **82**, **80** și conducta de fund **122**, realizând barbotarea și omogenizarea soluției AUI.

După 3 h de omogenizare se oprește vacuumul-barbotarea, se ia proba de soluție AUI la ștuțul și pâlnia de probe, și se determină concentrația uraniului, concentrația fosforului și HNO_3 care trebuie să se încadreze în valorile: concentrație U = minimum 250 gU /l, concentrația HNO_3 = minimum 2, 5M, concentrația P = maximum 10 gP/l.

În cazul în care valorile pentru concentrațiile menționate nu se încadrează în una, două sau în toate cele trei valori privind concentrația U, P, HNO_3 , atunci soluția respectivă se condiționează în rezervorul de condiționare-omogenizare final soluție AUI **98**, prin mixare în volume calculate cu soluții concentrate în U, din instalația de dizolvare pastile sinterizate UO_2 , dar impurificate cu Mo (provenit din nacelele în care pastilele sunt încărcate și supuse sinterizării în cuptoare de sinterizare la circa 1720°C), soluții care sunt transvazate din instalația de dizolvare pastile sinterizate de UO_2 pe traseul **84**, iar de aici direct în rezervorul de stocare propriu al acestor soluții, **102**. Vacuumul în **102** se realizează pornind ejectorul de vacuum-barbotare **50**, care transmite vacuumul pe traseul **323**, separator **326**, **328**, **384**, **387**, **81**, **398**, **102**.

În vederea condiționării soluția AUI în **98**, se transvazează din **402** și apoi din **102**, volume de soluție calculate și măsurate la sticla de nivel etalonată **95**, a rezervorului **98**, astfel încât să fie îndeplinită condiția privind concentrația uraniului, care este satisfăcătoare, și condiția privind concentrația P, deoarece aportul soluției concentrate AUI din dizolvare pastile sinterizate UO_2 este aproape nul, întrucât aceste soluții au concentrație P sub 35 mg/l (o concentrație mult mai mică comparativ cu cele maxime 10 g P/l = 10.000 mg P/l).

Dacă aciditatea liberă este sub 2,5 N, aceasta se crește până la minimum 2,5 N adăugând soluției de HNO_3 , din rezervorul de stocare **289** etalonat, un volum măsurat de HNO_3 concentrat și gravitațional, pe traseul **286**, **334**, **85**, **98**. După transvazarea volumelor necesare de condiționare, lotul de soluție AUI condiționat se omogenizează cu vacuumul de

RO 123602 B1

1 barbotare produs de ejectoarele cu aer **50**, pe traseul **323, 326, 384, 387, 81, 91, 98**, când
depresiunea astfel creată în **98** aspiră aer fals din atmosferă, pe traseul **58, 82, 80, 90** și con-
3 ducta de fund **376**, a rezervorului **98**, realizând barbotarea și omogenizarea lotului de soluție
AUI condiționat.

5 După omogenizarea lotului de soluție AUI condiționat se prelevează proba prin ștuțul
de fund **378** și se controlează concentrația U, P și HNO_3 , care trebuie să se încadreze în
7 valorile: concentrație U = minimum 250 gU/l, concentrația HNO_3 = minimum 2,5 M,
concentrația P = maximum 10 gP/l.

9 Soluția AUI condiționată ce constituie lotul de soluție AUI este apoi aspirată din **98**
pe traseul **101**, de o pompă centrifugă din instalația de purificare nucleară, și supusă operației
11 de purificare nucleară utilizând solvenți organici de tipul 30% TBP în Kerosen. Turtele rezultate
din filtrarea soluției AUI sunt supuse operației de recuperare a uraniului prin spălări repetate
13 cu soluții din ce în ce mai diluate în uraniu, ultima fiind apă. În scopul reținerii și eliminării din
soluția AUI a impurităților insolubile în HNO_3 , aceasta se filtrează utilizând filtre rotative pe
15 care se aplică agent filtrant peste pânda de filtrare. Dacă nu s-ar aplica agent filtrant, filtrarea
soluției AUI ar fi imposibilă, deoarece impuritățile insolubile din soluția AUI ar colmata rapid
17 pânda filtrantă cu o masă impermeabilă și elastică de șlam care nu permite avansul cuțitului
glisant și eliberarea unei suprafețe de filtrare noi, agentul filtrant depus pe pânda filtrului
19 permite filtrarea soluției AUI deoarece impuritățile din soluția AUI sunt absorbite în porii
agentului filtrant pe măsură ce soluția se filtrează, iar cuțitul culisant desprinde de pe filtrul
21 încărcat cu agent filtrant o bandă de agent filtrant și turtă de circa 0,1 mm la fiecare rotație
a filtrului, eliberând o suprafață nouă, necolmatată, de agent filtrant, care permite, în
23 continuare, filtrarea soluției AUI. Astfel, la impuritățile inițiale din soluția AUI, se adaugă agentul
filtrant desprins de cuțitul culisant, rezultând turte care au ca umiditate uraniul reținut sub
25 formă de azotat de uranil.

Aceste turte umede rezultate din filtrarea soluției AUI conțin înglobat în ele uraniu, ca
27 umiditate care trebuie extras prin operația numită repulpare, și reintrodus în fluxul normal de
fabricație. Repulpările se fac în una sau mai multe trepte, prin spălare sub agitare, cu soluții
29 provenite din repulpări anterioare, urmând regula că pentru repulpare 1 se folosesc soluții
din repulpare 2 șarjele anterioare, pentru repulpare 2 se folosesc soluții din repulpare 3 șarjele
31 anterioare, iar pentru repulpare 3 se folosește apa.

Suspensiile rezultate la fiecare operațiune de repulpare sunt transvazate și apoi filtrate
33 urmând regula că fiecare tip de soluție rezultată din repulpare se colectează în rezervor
propriu, de unde este apoi folosită conform regulii de mai sus.

35 Soluțiile rezultate din repulpare 1 se filtrează și stochează direct în rezervorul local
367, soluțiile din repulpare 2 se filtrează și stochează direct în rezervor **140**, iar soluțiile din
37 repulpare 3 se filtrează și stochează direct în rezervorul local **117**.

Turtele rezultate din filtrarea soluției AUI - turte crude sunt trecute la operațiunea de
39 repulpare 1, cu soluții din repulpare 2, turtele din repulpare 1 sunt trecute la operațiunea de
repulpare 2, cu soluții din repulpare 3, turtele din repulpare 2 sunt trecute la operațiunea de
41 repulpare 3 cu apa, iar turtele finale, spălate cu apă prin pulverizare, semiuscate și colectate
în containere, se evacuează la depozitul de deșeuri solide având sub 2 gU/kg turtă.

43 În urma operațiilor de repulpare 1, 2 și 3, soluțiile folosite pentru repulpare își măresc
concentrația în U și HNO_3 , iar turta rezultată după fiecare operație de repulpare își micșorează
45 conținutul în U și HNO_3 .

Conform invenției în legătura cu figura, se folosește, pentru filtrarea soluțiilor AUI și
47 a suspensiilor din repulpare 1 și 2, un singur filtru rotativ **362**, iar pentru suspensiile din
repulpare 3, la care volumul de turte este mai mare, se folosesc două filtre rotative **125** și **403**,

RO 123602 B1

deservite separat de un sistem de producere vacuum format din 4 ejectoare cu aer 51, 53, 54, 55 , o coloană barometrică 331 și rezervor de filtrare-stocare soluții finale diluate 117 .	1
Turta crudă, rezultată în urma filtrării soluției de AUI cu filtrul rotativ 362 desprinsă de pe tambur, cade, gravitațional, printr-o pâlnie 116 , în rezervorul de repulpare 119 , peste un volum de soluție din repulparea 2, sub agitare, golit gravitațional, în prealabil, din 38 în 119 , pe traseul 314, 283, 342, 351 .	3 5
Pe întreaga durată de filtrare a soluției AUI are loc operația de repulpare 1 în rezervorul 119 .	7
La terminarea filtrării soluției AUI direct în rezervorul de stocare 402 , suspensia repulpare 1 se transvazează din 119 în 300 pe traseul 351 cu conducta fund, apoi prin 342 și 299 , utilizând vacuumul produs de ejectoarele cu aer propriu 48 , care acționează pe traseele: rezervorul 300 , trasee 313, 381, 380, 325, 47, 44 și zona de vacuum a ejectoarelor 48 .	9 11
Apoi se introduce în rezervorul de repulpare 119 , asemănător, un volum de soluție din repulparea 3, aflată în rezervorul de stocare 117 și transvazată cu pompa 111 în 38 , sub agitare, în prealabil golit gravitațional din 38 în 119 pe traseele 314, 283, 351 , apoi se începe filtrarea suspensiei repulpare 1.	13 15
Pe întreaga perioadă de filtrare a suspensiei repulpare 1, care se realizează direct în rezervorul de stocare 367 , are loc operațiunea de repulpare 2 în rezervorul 119 .	17
La terminarea filtrării suspensiei repulpare 1, suspensiile repulpare 2 se transvazează asemănător, din 119 în 300 pe traseul cu conductă de fund 351 și 299 - utilizând vacuumul produs de ejectorul 48 ca mai sus.	19 21
După aceea se introduce în rezervorul de repulpare 119 , asemănător, un volum de apă din rezervorul 340 pe traseul 343, 342, 351 , gravitațional și sub agitare, și se începe filtrarea pe filtrul 362 a suspensiei 2, cum s-a arătat, soluția din repulpare 2 filtrându-se direct în rezervorul 140 de stocare a soluției repulpare 2.	23 25
Pe întreaga perioadă de filtrare a suspensiei repulpare 2, care se realizează direct în rezervorul de stocare 140 , are loc operația de repulpare 3 în rezervorul 119 sub agitarea lui 120 .	27
La terminarea filtrării suspensiei repulpare 2, suspensia repulpare 3 se transvazează asemănător din 119 în 300 pe traseul cu conducta de fund 351 , utilizând vacuumul produs de ejectorul 48 ca mai sus, după care se pornește vacuumul la ejectoarele 51, 53, 54, 55 pentru realizarea vacuumului în 117 , și se pornesc filtrele rotative 125 și 403 pe care, în prealabil, s-a montat pânda filtrantă (pâslă antiacidă) și s-a aplicat un strat de agent filtrant preparat în 128 cu apă din 340 pe traseul 341 și agent filtrant pulverulent.	29 31 33
Apoi se începe filtrarea finală, direct în rezervorul 117 de stocare a soluției din repulpare 3, a suspensiilor, pe cele 2 filtre rotative 125 și 403 , utilizând vacuumul dat de ejectoarele menționate și alimentând, periodic, suspensia respectivă din 300 în cuvele celor 2 filtre, concomitent cu stropirea tamburului rotativ al filtrului cu apă din 340 pe traseul 341, 336, 338 și utilizând duzele 127, 124 . Turtele finale conțin maximum 2 gU/kg turtă și se colectează în tăvi, ca deșeu solid. Soluțiile diluate din repulpare 3, filtrate și stocate în 117 , sunt transvazate, la umplerea rezervorului, o parte cu pompă 111 în 38 pe traseele 109, 64, 59, 38 , servind pentru repulpare 2, iar surplusul se transvazează cu perna de aer, asigurată de un sistem de reglare presiune aer, mai întâi în rezervorul local 248 pe traseele 118, 250 , unde se determină concentrația U, P, HNO ₃ , după care se deversează la canalizarea radioactivă, ca deșeu lichid, urmând a fi mixat cu alte deșeuri radioactive, provenite de la alte instalații - purificare, precipitare, rectificare laboratoare etc., și tratate cu fosfat trisodic, obținându-se, în final, fosfatul de uraniu reciclabil, uscat și granulat, adică materialul de uraniu de tip A.	35 37 39 41 43 45 47

RO 123602 B1

1 Oxizii de azot rezultați la dizolvarea unei șarje - un amestec al celor 5 oxizi ai azo-
tului, din care numai NO_2 și N_2O_5 sunt solubili în apă - sunt aspirați pe toată durata dizolvării
3 materialelor de tip A sau de tip B, de un sistem propriu de vacuum, asigurat de ejectoarele
cu aer **23, 20, 25**, împreună cu aerul fals, care asigură totodată și alimentarea pulberii din
5 containerul **136** în reactorul **138**, prin traseul **312, 309**, și oxidarea oxizilor inferiori ai azotului
insolubili în apă la oxizi superiori NO_2 , N_2O_5 , solubili, împreună cu vapori de apă, azotat de
7 uranil impur și materiale insolubile pe traseul reactor **138**, traseul **270, 260, 36**, separator de
picături **43**, traseul **37, 28, 261**, contactor de oxidare oxizi inferiori la oxizi superiori solubili
9 **268**, după care gazele trec, prin traseul **264**, în treapta 1 de recuperare oxizi de azot cu
soluții diluate de HNO_3 , formată din coloana **253** cu umplutură de inele ceramice sau șpan
11 de inox **254**, în care oxizii de azot solubili vin în contact, circulând în echicurent și gravi-
tațional, cu soluțiile acide deșeu din instalația de purificare **30**, stocate în rezervorul **274**, care
13 au o aciditate liberă de circa 1 N și minimum 2 gUl - trecând prin traseul **275** și separatorul
de impurități grosiere **271**, sub un debit controlat de un debitmetru cu flotor înseriat **257** și
15 circulând pe traseul **277** și stropitorul **252** care împrăștie uniform soluțiile acide peste masa
de inele ceramice din **253**, unde se realizează, superficial, un contact între soluțiile acide
17 diluate și oxizii solubili de azot, formându-se HNO_3 care se recuperează în acest fel, reacția
fiind exotermă, după care soluția se colectează pe traseul **267** în rezervorul **130** de soluții
19 diluate de azotat de uranil puternic acidulate, iar gazele reziduale (aer, oxizi azot insolubil,
vapori apă, aerosoli AUI) se aspiră pe traseul **244** și, mai departe, prin răcitorul cu apă **256**,
21 unde se răcesc, după care aceste gaze reziduale trec la treapta 2 de neutralizare oxizi de
azot, fiind aspirate și circulând în echicurent și gravitațional, prin coloana cu umplutură de
23 inele ceramice sau șpan de inox **223** și rezervorul cu aceeași umplutură **218**, funcționând
încet cu soluții de neutralizare amoniacale, introduse gravitațional din vasul cu preaplin **203**,
25 prin traseul **212**, în separatorul **217**, prin debitmetrul cu flotor **211**, iar de aici sunt aspirate,
în continuare, prin **213** de vacuumul produs de ejectoarele **20, 23, 25**, în rezervorul de
27 vacuum colector **210**, în care soluțiile antrenate rezultate se separă la fund, iar gazele sunt
aspirate de zona de vacuum a celor trei ejectoare pe traseul **206, 202, 24** pe zona de
29 vacuum, și refulate prin traseul **26, 222**, împreună cu aerul motor al ejectoarelor provenit din
rețeaua de aer industrial de 5 at, prevăzută cu separatorul de picături **4**, în separatorul de
31 picături **239**, dotat la fund cu un preaplin de scurgere **240**, în care refulază, de asemenea,
tangențial, gazele reziduale amoniacale provenite de la refularea ejectoarelor din instalația
33 de precipitare pe traseul **209**, și trecând prin separatorul de picături **208**, realizându-se o
neutralizare reciprocă a acestor gaze, după care, în comun și axial, prin **241**, gazele rezi-
35 duale neutralizate **234, 18**, trec tangențial prin **16**, printr-un separator final de picături **14**, iar
de aici, axial din **13** și **12**, se elimină în atmosferă sub controlul periodic al compoziției lor.
37 Intrările tangențiale și evacuarea axială a gazelor în separatorul **239, 14**, accentuează se-
pararea picăturilor de lichide. Soluțiile amoniacale necesare neutralizării finale a oxizilor de
39 azot sunt un deșeu tehnologic normal, produs la precipitarea DUA cu soluție NH_3 a soluțiilor
de azotat de uranil pure AUP. Aceste ape amoniacale, stocate inițial în rezervoare locale,
41 sunt transvazate, la umplerea lor, prin traseul **178**, în două rezervoare de sedimentare de
volum mare, suprapuse, **162** și **196**, prin niște tuburi interioare largi **175, 11**, cu diametru 1/3
43 din diametrul rezervoarelor, până la umplerea lor, prin transvazări succesive, umplându-se
mai întâi rezervorul **162** iar apoi, printr-un ștuț lateral **161**, comun cu sticla de nivel **171**, o
45 pompă centrifugă **157** transvazează soluția amoniacală cu suspensii DUA, în rezervorul de
sedimentare **196**, printr-un tub central **11**, până la umplere. Suspensia de DUA conținută în
47 apele amoniacale - ape mume - începe să sedimenteze și se depune la fundul acestora, în

RO 123602 B1

acest mod, în cele două rezervoare, se separă, în timp, două faze - una solidă, din DUA, la fund, și alta lichidă, din soluții amoniacale, limpezi la partea superioară a sedimentatoarelor.	1
Orice transvazare ulterioară a apelor mume din instalația de precipitare în sedimentatorul 162 , iar de aici, în sedimentatorul 196 cu pompa 157 nu modifică esențial suprafața de separare a celor două faze - sediment și soluție amoniacală limpede, deoarece tubul central 175 , 11 nu permite, prin construcția și amplasarea lui, amestecarea soluțiilor noi transvazate cu cele preexistente.	3 5 7
Sticla de nivel 171 a sedimentatorului 162 indică momentul când s-a umplut sedimentatorul, și apele mume trebuie transvazate în 196 prin intermediul pompei 157 , în tubul central 11 .	9
Din sedimentatorul superior 196 , gravitațional, printr-un ștuț lateral 193 , soluția amoniacală se golește, controlat, prin 186 , din sedimentatorul 196 , limpede sau cu urme slabe de DUA suspensie, într-un sedimentator intermediar 187 , de unde, prin preaplinul 185 , 168 , trecând prin separatoarele de sedimente grosiere 169 , 166 și flotoarele 172 , 170 și sub debit controlat de debitmetrele cu flotor inserate, aceste ape amoniacale, pe traseul 189 , 188 , 167 , se evacuează în rezervorul 154 sau 150 de control final, prin conductele de fund 153 sau 144 , sau în rezervorul cu preaplin 226 , unde se introduc și recuperează, de asemenea, soluțiile carbonatate de la purificare, cu concentrație 2 gU/L soluție, prin traseul 225 , și din care, prin 230 , cu pompa 235 , sunt transvazate pe traseul 227 , 201 în rezervorul cu preaplin 203 , iar de aici soluția alcalină trece prin traseul 212 și separatorul 217 , în debit controlat de un debitmetru cu flotor 211 și traseul 252 , în stropitoarea 255 , peste umplutura coloanei 223 , iar apoi prin traseul 236 și umplutura rezervorului 218 , în care gazele și oxizii de azot reziduali trec în treapta 2 de neutralizare gaze și oxizi de azot reziduali, cu care circulă prin umplutură, înecat, în echicurent, iar prin traseul 213 și 204 soluția se separă în rezervorul de vacuum dizolvare 210 , așa cum s-a menționat.	11 13 15 17 19 21 23 25
Apariția de DUA sedimentat în sticla de nivel 171 a rezervorului 162 indică momentul când acest sediment trebuie recuperat și reciclat în instalația de dizolvare reciclabile impure de uraniu, iar apariția de suspensie DUA (galbenă) în flotoarele 170 , 172 înseriate cu separatoarele 166 , 169 indică momentul în care sedimentul de DUA depus în 162 trebuie recuperate și reciclat în instalația de dizolvare reciclabile impure.	27 29
În vederea recuperării DUA sediment din sedimentatoarele 162 , 196 , 187 se golește mai întâi suspensia din 187 în 162 , pe traseul de fund 176 , cu pompă 157 prin 158 , 173 , 182 , apoi se golește soluția amoniacală limpede din 196 în 187 , gravitațional, prin ștuțul lateral 193 și traseul 186 , iar de aici prin traseul 176 , 159 de fund și conductele imersate 153 , 144 în rezervoarele 150 , 154 , după care se golește soluția amoniacală limpede din 162 în 150 sau 154 prin traseele: ștuț lateral de fund 161 , 165 al rezervorului, pompă 157 , trasee 158 , 173 , 195 , 188 , 167 , 153 , 144 .	31 33 35 37
DUA urme din soluțiile amoniacale transvazate în 150 și 154 sedimentează la fundul celor două rezervoare, iar soluția clară, prin ștuțurile laterale de probă a sticlelor de nivel 145 , 152 se evacuează, după controlul U conținut, prin pâlnia 147 , 148 , 151 la depozitul de deșeuri lichide - împreună cu soluțiile acide din rezervorul 248 , de unde, prin mixare cu alte deșeuri lichide, provenite din instalația de purificare, laboratoare și rectificare, după controlul U, sunt expediate la o altă secție, unde se tratează cu fosfat trisodic, rezultând fosfatul de uraniu care, după uscare și granulare, se reciclează conform invenției.	39 41 43
Șlamurile de DUA depuse la fundul sedimentatoarelor 162 , 196 , 187 , 150 , 154 se recuperează la reviziile anuale, prin dizolvarea lor cu soluții acide colectate în 130 și 140 astfel:	45 47

RO 123602 B1

1 - soluțiile puternic acidulate, colectate în **130**, după treapta 1 de recuperare oxizi de
azot, periodic se transvazează cu vacuum de transvazare din **130** în **140** pe un traseu **131**,
3 iar apoi din **140** pe un traseu **137, 273, 27, 8, 7** în tubul central **11** al rezervorului de sedimente
DUA **196**, sau tubul central **175** al sedimentatorului DUA **162**, pe traseul **10, 198, 180** utilizând
5 perna de aer realizată în vasul de presiune **140** cu ajutorul aerului comprimat cu presiunea
reglată de un sistem de reglare presiune aer **133**. Acidul HNO_3 conținut dizolvă ușor cristalele
7 de DUA sediment, iar acest proces este accelerat și de recircularea acestor soluții cu ajutorul
pompei **157**, care aspiră șlamul și soluția de la fundul sedimentatorului **162**, și o recirculă în
9 același rezervor **162** prin **173, 182** sau în rezervorul superior **196** pe traseul **158, 174, 199,**
11. Din rezervorul **196** soluția se golește gravitațional în **162** printr-un traseu de fund **192**,
13 trecând prin robinetul cu 3 căi **181**, apoi prin **179**, după care este aspirată din nou de pompa
157 și recirculată, în timp tehnologic stabilit, împreună cu soluțiile de neutralizare treapta 2
15 a oxizilor de azot colectate pe durata unei șarje în rezervorul **210**, recuperând astfel și uraniul
antrenat din instalație, de oxizii de azot, neutralizare treapta 2. La terminarea recirculării
17 soluției, în modul menționat, toate soluțiile se transvazează cu pompa **157** în rezervorul
superior **196**, izolând restul traseelor cu robinete inox cu bilă, iar din **196**, gravitațional, soluția
19 AUI concentrată în uraniu, rezultată din DUA sediment, prin traseul **192** se golește fie în **150,**
154 pe traseul **181, 176, 165, 159, 153, 144**, fie în rezervorul **102** de stocare soluție AUI
21 concentrată pe traseul **183, 229, 350**, conducta de fund **368** a rezervorului **102** cu soluție AUI
din dizolvare pastile UO_2 realizând astfel recuperarea și reciclarea uraniului din șlamurile DUA
sediment, apărute în apele amoniacale din cadrul instalației de precipitare DUA.

Operațiile menționate de recuperare DUA deșeu din apele mume sedimentate în **162**
23 apoi în **196** se fac o dată la 6 luni și cu ocazia reviziilor anuale ale instalațiilor.

Șlamurile DUA sedimentate în **150** și **154** sunt recuperate numai la reviziile generale
25 anuale astfel:

Sedimentul depus în **150** și **154** este dizolvat de soluțiile golițe din **196** ca mai sus,
27 fiind puternic acide și sub agitare ușoară cu aer, sub presiune, prin trasee **132, 143, 146,**
149, iar după aceea sunt controlate concentrațiile U și aciditatea liberă și aspirate prin
29 conducte de fund - **149, 146, 143, 132, 139** - în **140**, cu vacuum de transvazare ce acțio-
nează prin **272**, intrând astfel în circuitul de recuperare a uraniului.

Pentru evitarea depunerilor azotatului de amoniu pe pereții instalației ori ai traseului
31 către separatorul final **14**, lucru constat din practică, prin traseul **209, 208** și **231**,
33 semestrial, se introduce abur, care, intrând tangențial prin **238** în **239** și evacuându-se axial
pe traseul **241**, dizolvă în totalitate azotatul de amoniu, care se colectează și depune pe
35 interiorul lui **239, 241, 234, 18, 16, 14**, obturându-le, soluția rezultată se evacuează prin **219,**
233, 237, 249, 143, la canalizarea radioactivă prin **151**.

Solubilitatea în apă a azotatului de amoniu, fiind mare, cristalele de azot de amoniu
37 se dizolvă în apă pe măsura formării lor, soluția rezultată colectându-se împreună cu urme
39 de uraniu la fundul separatorului intermediar **239**, de unde, printr-o conductă de preaplin **240**
care asigură și o închidere hidraulică a rezervorului **239**, se elimină la canalizarea
41 radioactivă.

Separatorul final de picături **14** colectează picăturile antrenate, evitând refularea lor
43 în atmosferă, iar apoi acestea se golesc gravitațional prin **219** în **233**, iar de aici, prin **237,**
249, în **248** și în canalizarea radioactivă prin **151**.

Pe durata golirii rezervoarelor de vacuum cu rol de separator de picături **210**, pentru
45 menținerea sub depresiune a instalației, s-a prevăzut un by-pass între intrarea gazelor și
ieșirea lor din **210** către zona de vacuum **24** a ejectoarelor **23, 20, 25**. Soluțiile slab alcaline,
47

RO 123602 B1

colectate în **210** după treapta 2 de neutralizare gaze, se golesc periodic prin **215, 160, 156** 1
cu ajutorul pompei **157**, și sunt refulate prin traseele **158, 173, 195, 188, 167, 153, 144** în 3
cele 2 rezervoare de stocare **150** și **154**, împreună cu apele amoniacale din precipitare DUA, 3
unul în umplere, altul în golire - control în care suspensiile de DUA sau DUA rezultate, în 5
treapta de neutralizare gaze, sedimentează și sunt recuperate, iar lichidul limpede este 5
evacuat la canalizarea radioactivă, urmând a fi tratat împreună cu alte lichide radioactive cu 7
fosfat trisodic, și formarea de fosfat de uraniu. 7

Soluțiile acide deșeu din instalația de purificare nucleară sunt recepționate și stocate 9
în rezervorul **274** prin **30**, la un debit de circa 10 l/h și cu o aciditate liberă de minimum 1N 9
și concentrație de U de minimum 2 gU/l, de unde, gravitațional, sunt folosite, împreună cu 11
soluțiile deversate prin preaplinul **33** al rezervorului **38**, la diluția șarjelor din **301** pe traseele 11
278, 297, 301 sau la recuperarea oxizilor de azot treapta 1 pe traseul **39, 275**, separator **271**, 13
flotor **257**, traseu **277**, coloana **253**, stropitor **252**, colectându-se în **130**. 13

La umplerea rezervorului **130** cu soluții de AUI acidulate, rezultate din recuperarea 15
oxizilor de azot, acestea se golesc din **130** în **140** cu vacuumul de transvazare transmis în 15
140 prin **272, 293, 282, 381, 380**, separator **47**, ejectoare **48**. Din rezervorul de stocare **140**, 17
soluțiile se transvazează, cu perna de aer dată de sistemul de reglare a presiunii aerului **133**, 17
prin traseul de fund **137**, fie în rezervorul **196**, pe traseul **273, 27**, fie în rezervorul **162**, pe 19
traseul **273, 27, 8, 10, 198, 180, 175**, servind la recuperarea uraniului din sedimentul DUA, 19
așa cum s-a arătat, sau în **38**, pe traseul **259, 262, 34**, servind la repulparea 1 a turtelor în 21
119, pe traseul **314, 283, 342, 351**, sau în rezervorul **102** de stocare soluție concentrată AUI, 21
din instalația de dizolvare pastile sinterizate de UO_2 , în vederea creșterii acidității mici a 23
acestora, pe traseul **141, 350, 368**, sau în rezervorul **367**, prin **141, 348**, cu soluții din 23
repulpare 1, sau în rezervorul **402**, prin **141, 349, 121**, pentru corecție aciditate sau concen- 25
trație de uraniu, sau pentru introducerea în flux a soluțiilor. 25

Soluțiile carbonatice, alcaline, deșeu din instalația de purificare nucleară, sunt 27
recepționate în rezervorul **226** al instalației prin **225** la un debit de circa 10 l/h, având o 27
concentrație de U de minimum 2 g U/l și o concentrație în carbonat de sodiu de circa 5%, 29
împreună cu ape amoniacale din precipitare, așa cum s-a arătat, folosind la neutralizarea 29
oxizilor de azot și a gazelor reziduale, prin stropirea acestora în coloana cu umplutură **223**, 31
și circulând cu gazele reziduale în echicurent prin umplutura din **223** și din **218**. Alcalinitatea 31
soluțiilor carbonatate și amoniacale neutralizează total oxizii de azot și alte gaze nocive pe 33
umplutura coloanei **223** și a rezervorului **218**, care funcționează înecat, reținând uraniul 33
antrenat de gaze ca aerosoli și recuperându-l. 33

Printr-un traseu **83, 92** și **93** sunt reciclate, în instalația de dizolvare conform invenției 35
de față, și recuperate loturile de soluție AUP rebutate prin impurificarea lor, din instalația de 37
purificare nucleară fiind recepționate direct în rezervorul **367** având concentrație U de circa 37
80 gU/g, acidități libere de maximum 0,3 N, iar concentrația de P de maximum 30 mg/kg U, 39
aceste soluții putându-se mixa, după omogenizare și control, în rezervorul **98**, cu volume 39
calculate de soluții din rezervorul **402**. Rezervorul de preaplin **274** folosește la preluarea 41
excesului de soluție transvazată în **38** din **140** cu perna de aer pe traseul **137, 259, 262, 34**, 41
sau din cuva **108** cu pompă **111** pe traseul **109, 64, 59, 35**. 41

Rezervorul cu pernă de aer **316** reglată de **320** asigură, pe de o parte, efectuarea 43
probelor de presiune a echipamentului, iar pe de altă parte, spălarea cu apă, prin circulație 45
forțată, a tuturor traseelor posibile a se înfunda cu materiale insolubile, grosiere sau șlamuri 45
insolubile, inclusiv separatoarele de picături de pe zonele de vacuum: **43, 47, 326**. Instalația 47
conform invenției dispune de 5 sisteme individuale, separate, de producere a vacuumului, 47

RO 123602 B1

1 necesare funcțiilor diverse din instalație, utilizând două sau mai multe ejectoare cu aer, în
funcție de operațiile care consumă mai mult sau mai puțin vacuum, și pentru rezervă, în caz
3 că unele ejectoare necesită reparații.

Fiecare sistem dispune, ca regulă generală, de un colector de aer comprimat a cărui
5 presiune este permanent reglată la 6 at, de un sistem adecvat acestui scop și măsurată cu
manometrul 3 de la care este preluat aerul motor necesar ejectoarelor pentru producerea
7 vacuumului.

Pe zona de vacuum a fiecărui sistem menționat, formată din două sau trei ejectoare,
9 este amplasat un manovacuummetru 207, 42, 45, 46, 280 sau 324, cu care se reglează
depresiunea maximă realizată de sistem, un separator de picături 210, 43, 47, 326, 281 sau
11 331, în care gazele sunt curățate de aerosoli, picături de lichide, materiale insolubile, un
colector comun la care se racordează toți consumatorii de vacuum din sistemul respectiv 76,
13 77, 78, 81 și din robinete inoxidabile cu bilă, pentru separarea diverselor trasee și dirijarea
fluidelor - lichide sau gaze - pe anumite echipamente.

15 Duza fiecărui ejector cu aer prin care aerul motor circulă și produce vacuumul are
vârful conic din Teflon, pentru a împiedica atât aderența impurităților eventuale din aerul
17 motor pe interiorul acesteia, dar și aderența unor șlamuri insolubile, antrenate din instalație
pe zona de exterior a duzei și obturarea traseului de vacuum, ceea ce ar însemna demon-
19 tarea și curățarea frecventă a ejectoarelor cu aer.

11 Lată cele cinci sisteme de vacuum din instalație și ejectoarele cu aer care-l produc:

21 **Vacuum dizolvare** - produs de ejectoarele cu aer 20, 23, 25, prevăzut cu separator
de picături intermediar 43 și final 210, iar traseul de circulație al gazelor între aceste
23 separatoare de picături este colectorul comun.

25 **Vacuum transvazare** - produs de ejectorul cu aer 48, prevăzut cu separator de
picături 47 și colectorul comun de vacuum transvazare 76.

27 **Vacuum filtrare** - soluții concentrate AUI și repulpare 1 și 2, produs de ejectorul cu
aer 29, 32, prevăzut cu separator cu picături 281 și colectorul de vacuum filtrare 77.

29 **Vacuum barbotare** - produs de ejectorul cu aer 50, prevăzut cu separator de picături
326, și colectorul comun de vacuum barbotare 81.

31 **Vacuum filtrare suspensii finale** - produs de ejectoarele 51, 53, 54, 55, cu
colectorul 337 și separator picături 331.

33 Refulările ejectoarelor 20, 23, 25 din sistemul de vacuum dizolvare se fac în
separatorul intermediar de picături 239, pe traseul 26, 222, 239, împreună cu refulările de
gaze amoniacale din instalația de precipitare, unde gazele intră tangențial prin 238 din 208,
35 pe traseul 209, și sunt evacuate axial prin 241, 234, 18, 16, 14, 12 în atmosferă,
neutralizându-se reciproc.

37 Refulările ejectoarelor 29, 32, 48, 50, 51, 53, 54, 55 se fac, de asemenea, într-un
separator de picături intermediar 71, intrând tangențial pe traseul 329, 330, 327 și ieșind
39 axial din separator prin 62, mărinnd efectul de separare picături de lichide și aerosoli de U
eventual antrenați, înainte de a fi trecute tangențial prin 62 în separatorul final de picături 60,
41 iar de aici, axial, evacuate în atmosferă prin 58.

43 Rezervoarele, conductele, capacele, tăvile, containerele, filtrele, agitatoarele,
indicatoarele de nivel, pompele, debitmetrele, A.M.C.-urile sunt confecționate din oțel
inoxidabil, iar garniturile din teflon, pentru evitarea corodării acestora în prezența HNO₃.

45 Robinetele de acces sau separare a diverselor circuite sau echipamente, ștuțurile de
probe etc. sunt confecționați din oțel inoxidabil cu bilă.

RO 123602 B1

Filtrarea soluției AUI sau a suspensiilor din repulpări se face sub o hotă **345** care, prin ventilatorul **321**, aspiră gazele nocive din zona deschisă a filtrului rotativ **362**, eșapându-le în atmosferă prin **40**. 1
3

Aerisirile echipamentelor, la umplerea sau golirea acestora cu diverse lichide radioactive cu lucrul sub depresiune, precum și diversele scurgeri din echipamente sunt racordate la un colector comun de aerisire **78**, care, la rândul lui, este racordat pe traseul **80**, **82**, **99**, la cuva colectoare de lichide și aerosoli **108**, și care comunică apoi cu atmosfera prin traseul **99**, trecând prin **392** și separatorul de picături **60**. 5
7

Soluțiile AUI colectate în cuva colectoare **108** se transvazează, la umplere, urmărind sticla de nivel **110**, cu pompă **111**, fie din **108** în **38**, pe traseul **109**, **59**, **35**, de unde, gravitațional, aceste soluții se folosesc la recuperarea HNO_3 din oxizii de azot pe traseul **39**, **275**, **271**, **257**, **277**, **252**, **253**, sau la diluția șarjelor de soluție AUI în **301** pe traseul **314**, **283**, **292**, fie din **108** în **289** pe traseul **109**, **386**, **287**, de unde, gravitațional, aceste soluții se folosesc sau la diluarea lotului de soluție AUI din **98** prin **286**, **334**, **85**, sau la prepararea agentului filtrant în **355** prin **286**, **296**, **298**. 9
11
13
15

În vederea omogenizării soluției AUI din rezervoarele **402** de stocare soluții concentrate de uraniu, sau din rezervorul **367**, de stocare soluții diluate din repulpare 1, sau din rezervorul **102**, de stocare soluții concentrate recuperate din instalația de dizolvare pastile sinterizate de UO_2 , dezasamblate din fasciculele combustibile sau neconforme dimensional, prin dizolvare în HNO_3 , sau din rezervorul **98** de stocare lot de soluție condiționată de AUI, vacuumul de barbotare **388**, **395**, **398**, **91** din fiecare rezervor aspiră aerul fals din colectorul aerisire barbotare **80** prin conductele de fund **122**, **365**, **368**, **376**, realizând omogenizarea acestor soluții prin barbotarea aerului, apoi se iau probe pentru determinarea concentrației U, P și a HNO_3 . 17
19
21
23

Instalația conform invenției de față, din figură, permite și dizolvarea materialelor de tip A sau tip B, conform procedurii menționat în **RO 109671**, în aceleași condiții tehnologice, cu următoarele precizări: 25
27

- materialele de uraniu de tip A sau tip B, după dizolvarea în aceleași condiții tehnologice ca cele din invenția de față, se filtrează cu filtru rotativ **362**, direct în rezervoarele lor de stocare **367**, respectiv, **402**, care, după umplerea și omogenizarea lor, sunt controlate privind concentrația U, P și HNO_3 . Volume calculate pe baza rezultatelor analizelor din fiecare tip de soluție sunt apoi transvazate cu vacuumul de transvazare din cele două rezervoare, în rezervorul **98** de stocare lot soluție AUI, și supuse omogenizării cu vacuumul de omogenizare timp de 3 h. Lotul de soluție AUI controlat trebuie să se încadreze în următoarele valori: concentrația U = minimum 250 g/l, concentrația HNO_3 = minimum 2,5 M, concentrația P = maximum 10 g/l. Dacă una, două sau toate valorile analizate mai sus nu se încadrează în valorile menționate, fiind mai mici sau mai mari, atunci se procedează la condiționarea lotului de soluție AUI astfel: 29
31
33
35
37

Dacă aciditatea este mai mică de 2,5 N, aceasta se mărește transvazând un volum de HNO_3 necesar, calculat gravitațional din **289**, iar dacă aciditatea este mai mare, acest lucru nu deranjează. Trebuie menționat că, dacă aciditatea liberă a soluției AUI concentrate în uraniu este sub 5 N, fosfatul de uraniu nu precipită, acest lucru producându-se numai în soluția cu concentrația mică a uraniului. 39
41
43

În cazul în care concentrația uraniului în lotul de soluție AUI este mai mică de 250 gU/l, atunci aceasta se corectează cu volume calculate de soluție de uraniu concentrată, impurificată cu Mo din rezervorul instalației de dizolvare pastile sinterizate de UO_2 [6] recepționate în **98** pe traseul **84**, **87**, **86**, se omogenizează cu vacuumul de omogenizare 3 h și se controlează. 45
47

RO 123602 B1

1 În cazul în care concentrația P în lotul de soluție AUI este mai mare de 10 g/l, aceasta
se micșorează prin mixarea cu soluție AUP din dizolvarea pastilelor sinterizate de UO_2 la
3 care concentrația P este sub 35 mg/kg U, se omogenizează și controlează valorile pentru
U, P și HNO_3 , încadrându-se în valorile arătate.

5 Oxizii de azot rezultați în urma dizolvării materialelor de tip A sau de tip B sunt
recuperați și neutralizați conform invenției de față, utilizând soluțiile acide și carbonatice din
7 instalația de purificare, și apele amoniacale din instalația de precipitare DUA, cum s-a arătat.

Turtele din filtrarea soluției AUI tip A se repulpează 1 și 2, asemănător, în **119** cu so-
9 luție de HNO_3 din **289**, iar suspensiile 1 și 2 se filtrează cu filtrul **362** direct în rezervorul de
filtrare-stocare **367**, peste volumul de soluție AUI fosfatice tip A, iar repulparea 3 se face în
11 **119** cu apă din **340**, iar suspensia 3 se filtrează cu filtrele **125**, **403**, cu stropire pe filtrul cu
apă prin duzele **127**, **124**, direct în rezervorul de stocare **117**, de unde, la umplere și periodic,
13 acestea se golesc, asemănător, în **248**, cu perna de aer, controlate și deversate prin **151**,
la depozitele de deșeuri lichide, pentru tratarea din nou cu fosfat trisodic împreună cu alte
15 deșeuri lichide radioactive, deversate din fluxul de fabricație combustibil nuclear, cu formare
fosfat de uraniu, ciclul reluându-se.

17 Turtele din filtrarea soluției AUI tip B se repulpează în treptele 1, 2, 3, conform
invenției de față, soluțiile rezultate filtrându-se și stocându-se direct în rezervorul **367** de
19 stocare soluție repulpată 1, respectiv, **140**, de stocare soluție din repulpare 2, respectiv, **117**,
de stocare soluție din repulpare 3.

21 Soluțiile rebut de AUP impurificate, provenite din instalația de purificare nucleară,
recepționate pe traseul **83**, **92**, **93**, se stochează direct în rezervorul **367** de soluție AUI
23 fosfatice de tip A, ele îmbunătățind, prin mixare, calitatea soluției fosfatice, deoarece
concentrația U este apropiată acestora, de 80 g/l, iar aciditatea și concentrația fosfatului fiind
25 foarte mici (aciditate 0,5 M, concentrație P = maximum 35 mg/kg U), consecința pozitivă fiind
că scade concentrația P din soluții fosfatice stocate în **367**.

27 Soluțiile rebut de AUP, impurificate cu Mo sau C provenite din pastilele sinterizate de
 UO_2 rebut sau din dezasamblarea fasciculelor combustibile, rebut prin dizolvarea lor în
29 HNO_3 , conform tehnologiei, se pot recepționa, când este cazul, din rezervorul de stocare
local al instalației de dizolvare pastile sinterizate de UO_2 , în volumul necesar mixării sau
31 condiționării soluției de tip A și B, pe traseul **84**, **87**, **86**, direct în rezervorul **98** de formare și
condiționare lot soluție AUI.

33 Instalația conform invenției de față, din figură, permite, totodată, și reciclarea
distinctă, separată și directă a U din materialele impure pe bază de U de tip B, în lipsa
35 materialelor impure de U de tip A, în condițiile tehnologice menționate.

RO 123602 B1

Revendicări

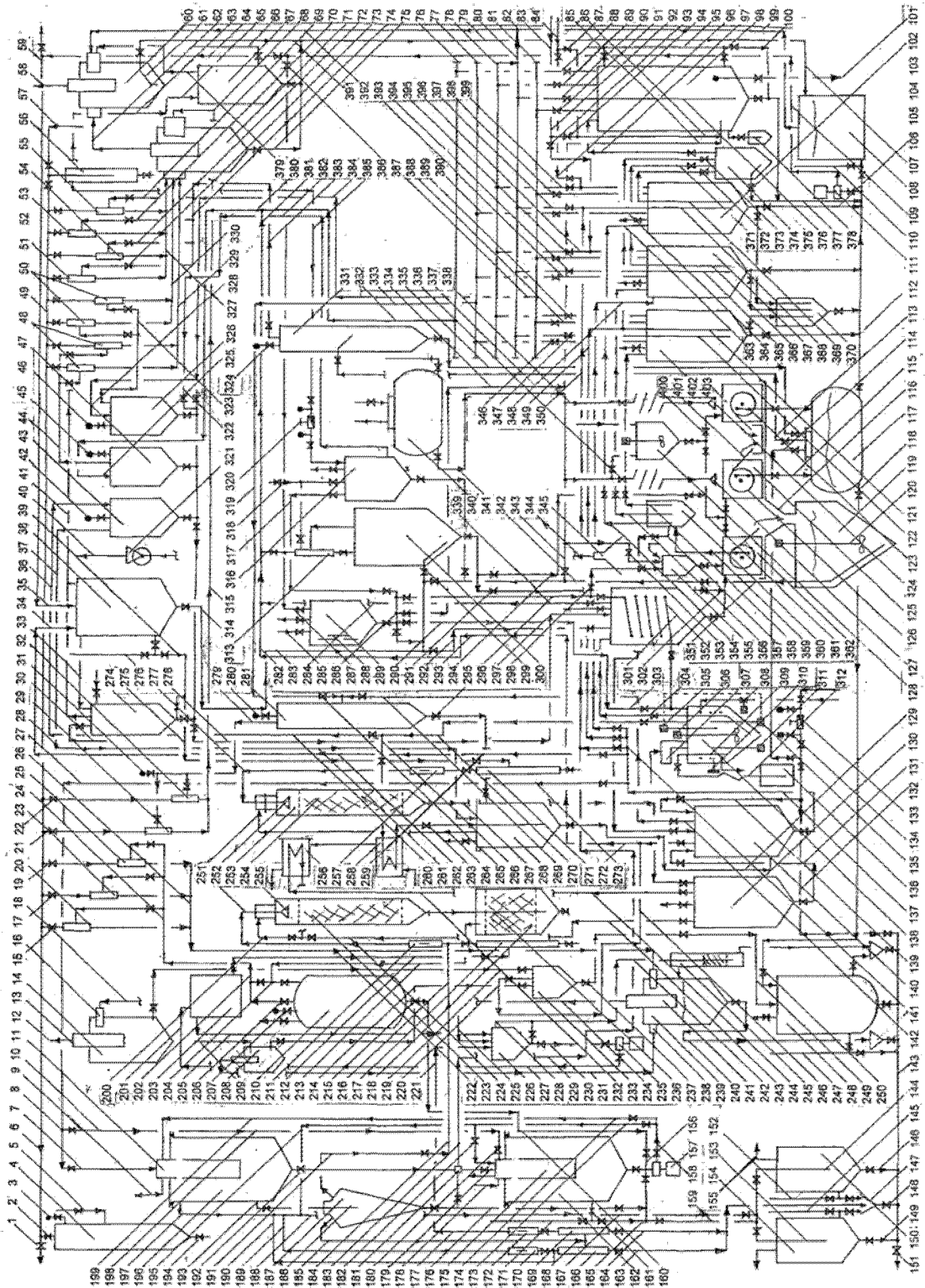
1. Procedeu de reciclare a uraniului din fosfat de uraniu și alte materiale impure pe bază de uraniu, prin dizolvare în acid azotic de concentrație 12...15 N la temperaturi cuprinse între 80 și 85°C, sub vid, în vederea obținerii soluțiilor de azotat de uraniu impure, care pot fi prelucrate cu soluții de 30% tributil fosfat în kerosen, **caracterizat prin aceea că** dizolvarea fosfatului de uraniu și a celorlalte materiale impure pe bază de uraniu are loc concomitent, în aceeași șarjă, sub vid, ceea ce permite atât alimentarea pneumatică a materiilor prime pulverulente, cât și evacuarea gazelor de proces reziduale, și cuprinde următoarele etape:
- a) alimentarea reactorului cu 20% în greutate fosfat de uraniu;
 - b) alimentarea, după dizolvarea fosfatului de uraniu, cu restul de 80% materiale impure pe bază de uraniu, fie separat, fie în amestec, și obținerea unor suspensii de azotat de uraniu impure și a oxizilor de azot;
 - c) filtrarea suspensiei de azotat de uraniu impură, în vederea obținerii unei soluții de azotat de uraniu limpede, care se purifică ulterior cu soluții de solvent organic 30% tributil fosfat în kerosen, pentru a se obține soluția de azotat de uraniu de puritate nucleară, și a unor turte umidificate care conțin uraniu;
 - d) recuperarea uraniului din turtele rezultate de la filtrarea suspensiei de azotat de uraniu, care are loc în etapa c), prin repulpare în 3 trepte, cu utilizarea soluțiilor din treptele anterioare de repulpare, ultima repulpare realizându-se cu apă.
2. Procedeu de reciclare a uraniului din fosfat de uraniu și alte materiale impure pe bază de uraniu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** materialele impure pe bază de uraniu sunt constituite din pulbere de diuranat de amoniu, precum și pulberi de oxizi superiori ai uraniului, cum ar fi pulberi de dioxid de uraniu, trioxid de uraniu, octoxid de uraniu, granule și pastile crude de dioxid de uraniu impurificate cu molibden, zinc, siliciu și carbon, sau neconforme din punct de vedere al purității nucleare, pastile sinterizate de dioxid de uraniu dezasamblate din fasciculele combustibile rebutate și impurificate cu carbon, șlamuri de la rectificarea pastilelor sinterizate de dioxid de uraniu impurificate cu siliciu, molibden și carbon, care se pot dizolva în acid azotic 12...15 N la temperaturi cuprinse între 80...85°C, sub vid, fie separat, fie sub forma unui amestec constituit din 15% pulbere de diuranat de amoniu, 35% pastile sinterizate de dioxid de amoniu, 30% șlam de la rectificare, rezultând o soluție de azotat de uraniu impură, care conține minimum 250 gU/l, 10 gP/l și are o aciditate liberă de minimum 2,5 N.
3. Procedeu de reciclare a uraniului din fosfat de uraniu și alte materiale impure pe bază de uraniu, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, pentru condiționarea soluției de azotat de uraniu impură, se utilizează soluții de azotat de uraniu rebutate fie de la instalația de purificare, care au un conținut de minimum 80 gU/l, 30 mgP/l și sub 0,3 N aciditate liberă, fie de la instalația de dizolvare pastile de dioxid de uraniu neconforme sau dezasamblate din fasciculele combustibile, care au un conținut de minimum 35 gU/l, maximum 35 mgP/l și maximum 0,5 N aciditate liberă.

RO 123602 B1

(51) Int.Cl.

C22B 60/02 (2006.01)

C22B 3/26 (2006.01)



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 330/2014