

(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2008 00196**

(22) Data de depozit: **13.03.2008**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30.10.2014** BOPI nr. **10/2014**

(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; US 3998925; RO 100216

(54) PROCEDU ȘI INSTALAȚIE DE OBȚINERE A PULBERII DE DIURANAT DE AMONIU

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de obținere a pulberii de diuranat de amoniu (DUA), din care se realizează combustibilul nuclear (CN) pentru centralele nucleare de producere a energiei electrice, și la o instalație pentru aplicarea procedurii. Procedeu conform invenției constă în aceea că o soluție de azotat de uraniu pur (AUP), concentrată în uraniu, lipsită de solvent organic și cu o aciditate liberă sub 0,3 N, se tratează cu soluție de hidroxid de amoniu, la o temperatură de circa 70°C, timp de circa 30 min, după care se sedimentează timp de maximum 15 min, se decantează și precipitatul rezultat se spală cu apă demineralizată, având o temperatură de 60...70°C și, în continuare, se filtrează, rezultând o turtă de DUA cu o umiditate de maximum 40%, care se usucă la 300...350°C și se granulează până la obținerea unei pulberi cu o densitate de circa 0,75 g/cm³, care trebuie să treacă minimum 90% prin sita de 2 mm. Instalația conform invenției se caracterizează prin aceea că are în componență, în principal, un rezervor (162) separator de solvent organic (SO) și colector de soluție AUP; un rezervor (134) de stocare a soluției de AUP lipsită de SO; patru rezervoare (128, 124, 120, 115) pentru prepararea, omogenizarea și condiționarea soluției de AUP; rezervoare (346, 253, 49) locale de stocare, încălzire și, respectiv, reglare a temperaturii soluției de AUP; două linii identice de precipitare și sedimentare DUA; echipamente de transport DUA umed; un cuptor (283) static de uscare DUA;

un ganulator (289) vertical, cu disc rotativ; un dozator (247) de colectare și evacuare pulbere DUA granulat; două dispozitive (106, 294) de stocare-omogenizare pulbere DUA; două sisteme (200) de producere și distribuție vacuum; rezervoare (284) de stocare ape mume și echipamente de recuperare a căldurii.

Revendicări: 7

Figuri: 2

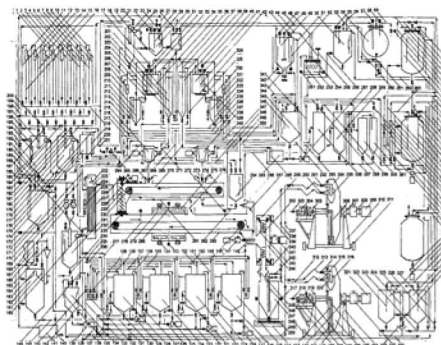


Fig. 1

Examinator: ing. ANDREI ANA

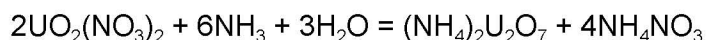


Orice persoană are dreptul să formuleze în scris și motivat, la OSIM, o cerere de revocare a brevetului de invenție, în termen de 6 luni de la publicarea mențiunii hotărârii de acordare a acesteia

RO 123618 B1

1 Inventția de față se referă la un procedeu și la o instalație de obținere a pulberii de
diuranat de amoniu (DUA), materia primă de bază din care se fabrică, în condiții tehnologice
3 stabilite, mai întâi, pulberea sinterizabilă de bioxid de uraniu (UO_2), iar apoi, pastilele crude,
sinterizate și fasciculele combustibile (F.C.) de UO_2 , care constituie combustibilul nuclear
5 (C.N.) dintr-un reactor de putere, folosit în centralele nucleare, pentru producerea energiei
electrice.

7 Se cunosc procedee și instalații de fabricare a DUA pulverulent, care sunt incluse
într-un flux tehnologic de fabricare a pulberii sinterizabile de UO_2 și care au la bază reacția
9 chimică dintre soluția de azotat de uraniu pură (AUP) și soluția de hidroxid de amoniu,
conform ecuației chimice:



11
13
15 Acest flux include următoarele operații: [IRNE Pitești, SPEC, Proceduri Tehnice de
Fabricație, PCCV], [IRNE Pitești, SPEC plan de calificare și verificare a capacității
17 proceselor de fabricație, CN - TH - 85...116/1986], [ICN Pitești SPEC, PCP - pulbere
sinterizabilă de UO_2 , Cod 01-02/1990, Ed. 2 Act. 0], [Uzina R - Feldioara, Brașov, PCCVI
pulbere sinterizabilă de UO_2].

19 - Dizolvarea concentratelor tehnice de uraniu sau a materialelor reciclabile, impure,
pe bază de uraniu, în acid azotic 12...13 N, în condiții tehnologice stabilite și obținerea
21 soluției diluate de azotat de uraniu impur (AUI), având concentrația în U de circa 350 g U/l,
aciditatea liberă de circa 3 N și un mare număr de impurități.

23 - Purificarea nucleară a soluției AUI, în scopul obținerii soluției de azotat de uraniu pur
(AUP), utilizând un solvent organic (S.O.), de tipul 30% tributil fosfat (TBP), în 70% kerosen,
25 care se realizează în trei etape, în condiții tehnologice stabilite, și anume: etapa de extracție
- în care U din soluția AUI este extras de S.O., cu care se încarcă, rezultând doi subprodusi:
27 unul S.O., încărcat cu U, și un rafinat apos conținând impuritățile din AUI, a doua etapă fiind
etapa de reextracție, în care U din S.O. încărcat este reextras în apă demineralizată caldă
29 la 60...70°C, rezultând o soluție de azotat de uraniu pură (AUP), care constituie produsul
obținut din instalația de purificare nucleară, și un S.O. descărcat de U, a treia etapă fiind
31 tratarea S.O. descărcat cu Na_2CO_3 și apoi cu HNO_3 , pentru eliminarea compușilor de
degradare ai TBP, care sunt mono și dibutil fosfatul și constituie otrăvuri pentru S.O.

33 În etapa de reextracție a operației de purificare nucleară, se obține o soluție de AUP
cu o concentrație mică a U, de circa 80 g U/l, o aciditate liberă, reziduală, de peste 0,3 N și
35 cu S.O. solubilizat natural sau antrenat, accidental, împreună cu impuritățile extrase cu care
este încărcat, precum și cu cantități mici de alte impurități admise de specificațiile nucleare.
37 Prezența impurităților în soluția AUP este un dezavantaj pentru calitatea combustibilului
nuclear final, pentru procesul de fisiune nucleară, fiind mari consumatoare de neutroni și con-
39 duc la scurtarea timpului de ardere a acestuia în reactor, la o eficiență economică diminuată.

- Obținerea pulberii de DUA din soluția AUP omogenizată, care are loc în așa numita
41 operație de precipitare DUA, prin tratarea cu soluții NH_4OH de 23...25%, în condiții
tehnologice stabilite de volum, temperatură, pH final, timp de dozare a soluției NH_4OH , sub
43 agitare, pe șarje, discontinuu, operații din care rezultă un precipitat de DUA în suspensie, de
culoare galbenă, urmată de sedimentarea DUA, într-un timp scurt, decantarea lichidului clar -
45 ape mume - ce conține apă și azotat de amoniu solubilizat, iar apoi, de spălare a
precipitatului DUA cu apă demineralizată caldă și filtrarea în timp scurt a suspensiei
47 rezultate, pentru eliminarea azotatului de amoniu, care este o impuritate în DUA și constituie
un dezavantaj, urmată de obținerea unei turte de DUA cu umiditate mică, sub 40%, utilizând

RO 123618 B1

filtre statice sau rotative, prevăzute cu pânză filtrantă, după care urmează uscarea turtelor de DUA, pentru eliminarea completă a apei, aceasta fiind, de asemenea, o impuritate în DUA, folosind etuve sau cuptoare statice, cu bandă transportoare, încălzite electric, iar, în final, aglomeratele de DUA sunt granulate, rezultând o pulbere de DUA, conform specificațiilor nucleare, și care, după controlul calității, este trecută la operația următoare din fluxul de fabricație.	1 3 5
- Obținerea pulberii sinterizabile de UO_2 , făcută în condiții tehnologice stabilite și pe două căi, prima, decalcinarea DUA și obținerea U_3O_8 la temperaturi ridicate în cuptoare rotative, încălzite electric, urmată de reducerea U_3O_8 cu H_2 , la temperaturi înalte și obținerea pulberii sinterizabile de UO_2 , a doua cale fiind reducerea directă a pulberii DUA cu H_2 la temperaturi ridicate, în cuptoare rotative electrice, și obținerea, pe această cale, a pulberii sinterizabile de UO_2 , piroforică și foarte activă, motiv pentru care această pulbere este supusă operației următoare din flux, pasivarea și omogenizarea.	7 9 11 13
- Pasivarea și omogenizarea pulberii sinterizabile de UO_2 , care se face în scopul stabilizării activității chimice, a acesteia, în O_2 din aer, operație ce se realizează în containere de stocare cu volum limitat de aer, în care sunt răcite și omogenizate, iar în final, containerele cu pulbere de UO_2 , pasivate se transvazează într-un omogenizator, lot final [RO104419], unde se omogenizează în condiții tehnologice stabilite, după care se transvazează și stochează în containere speciale, se controlează calitatea pulberii de UO_2 lot și se expediază la fabricantul de pastile crude și sinterizate de UO_2 și, în final, la fabricarea fasciculelor combustibile (F.C.).	15 17 19 21
Sinterabilitatea pulberii de UO_2 semnifică, în accepțiunea generală, un ansamblu de proprietăți fizice (densitate aparentă, densitate tasată, suprafață specifică, spectru granulometric), chimice (concentrația U, concentrația impurităților, raportul O/U - care reprezintă stabilitatea chimică a UO_2) și cristalografice (mărimea porilor și forma acestora - închiși sau deschiși, comunicanți - forma cristalelor), care conduc, prin operații de presare și sinterizare standard, numit test de sinterabilitate, la obținerea unor pastile sinterizate de UO_2 finale, cu densități mari, de peste 10,57 g/cm pe pastilă de UO_2 , și forma geometrică, dimensiuni, rezistența mecanică, structura ceramografică, porozitatea intracristalină și intercristalină, incluziuni și fisuri care să se încadreze în valorile admise de specificațiile nucleare impuse, pentru a putea fi utilizată în fabricarea combustibilului nuclear.	23 25 27 29 31
Pulberile de UO_2 cu sinterabilitate mică, sub specificațiile nucleare în privința proprietăților fizice, chimice și cristalografice menționate, conduc la un C.N. de proastă calitate, sub aspectul arderii acestuia în reactorul nuclear și a puterii pe care o dezvoltă acesta. Pulberile de UO_2 cu sinterabilitate mică sau greu sinterizabile constituie un rebut, care se reciclează.	33 35
Toate aceste proprietăți de sinterabilitate a pulberii de UO_2 sunt generate, induse și transmise acesteia de calitatea pulberii de DUA și de condițiile tehnologice de precipitare, decantare, spălare și filtrare ale suspensiei DUA, de condițiile tehnologice, folosite în uscarea turtelor DUA, rezultate din filtrare, de granulara aglomeratelor de DUA uscat, precum și de calitatea soluției AUP din care se precipită DUA și, în final, de calitatea soluției AUI și a materialelor de U, din care aceasta se obține prin dizolvare [IRNE Pitești, SPEC, Proceduri Tehnice de Fabricație, PCCV], IRNE Pitești, SPEC plan de calificare și verificare a capabilității proceselor de fabricație, CN - TH - 85...116/1986], [ICN Pitești SPEC, PCP - Pulbere sinterizabilă de UO_2 , Cod 01-02/1990, Ed. 2 Act. 0].	37 39 41 43
Astfel, în unele procedee și instalații, soluția AUP se obține prin purificarea soluției AUI, rezultată din dizolvarea concentratelor tehnice de U, care generează majoritatea impurităților din soluția AUI [Uzina R - Feldioara, Brașov, PCCVI pulbere sinterizabilă de UO_2], iar, în alte procedee și instalații, prin purificarea soluției AUI, rezultată din dizolvarea fosfatului de uraniu, care introduce P ca impuritate în soluția AUI [RO 109671], sau șlamurile	45 47 49

1 din rectificarea pastilelor sinterizate de UO_2 , care impurifică soluțiile AUI cu Mo, sau cu Si,
2 provenite din nacelele de Mo în care se sinterizează pastilele de UO_2 , la temperaturi ridicate,
3 respectiv, din pietrele de rectificare pe bază de carbură de Si, din operația de rectificare a
4 pastilelor sinterizate de UO_2 , pentru a conferi acestora dimensiunile cilindrice specificate, sau
5 din dizolvarea pastilelor sinterizate de UO_2 neconforme, provenite din dezasambalarea
6 fasciculelor combustibile (FC) cu abateri dimensionale și care impurifică soluția cu C provenit
7 din grafitul interior al tecilor FC dezasamblate [RO 100216]. Practica de fabricare a pulberii
8 sinterizabile de UO_2 arată că procedeele care folosesc soluții AUI concentrate în U, de peste
9 350 g U/l, în etapa de extracție, cu scopul de a obține din instalația de purificare o soluție de
10 AUP cu concentrații mai mari de 80 g U/l, de exemplu, de 140 g U/l, generează, în soluția
11 AUP rezultată și implicit în DUA, o creștere a concentrației impurităților, proporțională cu
12 creșterea concentrației U în soluția AUI, întrucât S.O. se încarcă suplimentar cu impurități
13 care, la etapa de reextracție, se transferă în soluția AUP odată cu U, impurificând-o, ceea
14 ce constituie un dezavantaj pentru procedeul și instalația respective [IRNE Pitești, SPEC
15 plan de calificare și verificare a capabilității proceselor de fabricație, CN - TH -
16 85...116/1986].

17 La fel, procedeele și instalațiile în care se folosesc, pentru purificare, soluții AUI cu
18 aciditate liberă în HNO_3 mare, de peste 3,5 N, în ideea de a diminua impuritățile cu care se
19 încarcă S.O. în etapa de extracție, și cunoscând că S.O. se încarcă, preferențial, mai întâi
20 cu U, iar apoi, în ordinea afinităților chimice, cu HNO_3 și apoi cu impurități, conduc la obține-
21 rea unor soluții AUP din reextracție cu acidități libere mari în HNO_3 , de peste 0,3 N, care
22 supuse precipitării DUA, utilizând o soluție de 23...25% NH_4OH , măresc consumul acestuia,
23 NH_4OH folosindu-se nu numai pentru precipitare DUA, ci și pentru neutralizarea excesului
24 de HNO_3 , generând, ca o consecință, cantități mai mari de NH_4NO_3 în DUA rezultat, care
25 este o impuritate în DUA obținut și în care este dispersat, ceea ce constituie, de asemenea,
26 un dezavantaj în obținerea pulberii DUA [IRNE Pitești, SPEC, Proceduri Tehnice de
27 Fabricație, PCCV], [IRNE Pitești, SPEC plan de calificare și verificare a capabilității
28 proceselor de fabricație, CN - TH - 85...116/1986], [ICN Pitești, SPEC, PCP - pulbere
29 sinterizabilă de UO_2 , Cod 01-02/1990, Ed. 2 Act. 0], [Uzina R - Feldioara, Brașov, PCCVI
30 pulbere sinterizabilă de UO_2].

31 În procedeele și instalațiile în care pentru purificare nucleară se folosesc atât soluții
32 AUI concentrate în U, de peste 350 gU/l, cât și concentrații mari ale HNO_3 , de peste 3,5 N,
33 dar în care extracția U are loc la temperaturi ridicate, de 60...70°C, așa cum se întâmplă de
34 fapt într-un proces normal de purificare, are loc un fenomen accelerat de degradare a S.O.,
35 cu formarea de mono și dibutil fosfat, care constituie otravă pentru S.O., deoarece aceștia
36 se încarcă cu U în operația de extracție, dar nu se mai descarcă de U în operația de reex-
37 tractie, blocând, cu timpul, operația de purificare nucleară, ceea ce constituie, de asemenea,
38 un dezavantaj evident [Uzina R - Feldioara, Brașov, PCCVI pulbere sinterizabilă de UO_2],
39 [Goga Gheorghe și colaboratorii, Raport intern, nr. 3483, din 20.11.1991, Contract 109,
40 din 1991, Faza 5, ICN Pitești], [Manual de operaciones, Complejo fabricil Cordoba -
41 Argentina], motiv pentru care, după etapa de reextracție, în purificare, s-a introdus operația
42 de tratare S.O. descărcată, care are ca scop eliminarea acestor produși de degradare ai TBP
43 din S.O. și menținerea constantă a calității S.O. în ciclul următor de purificare. Eliminarea
44 compușilor de degradare menționați se face prin tratarea S.O., descărcat de U inițial, cu
45 soluții diluate de Na_2CO_3 și apoi cu soluții diluate de HNO_3 .

46 Calitatea nucleară a pulberii de DUA este influențată negativ, de asemenea, de canti-
47 tatea de S.O. solubilizat natural sau antrenat accidental, în soluția AUP din reextracție în
48 urma unor cauze tehnologice, precum și de condițiile tehnologice în care are loc precipitarea
49 cristalelor de DUA, utilizând o soluție diluată de NH_4OH [Cristalografie, Mineralogie,

<p>Editura Didactică și Pedagogică, 1973, București], [Goga Gheorghe și colaboratorii, Raport intern, nr. 3483, din 20.11.1991, Contract 109, din 1991, Faza 5, ICN Pitești], de exemplu, temperaturile mici, sub 60°C, întârzie formarea rețelei cristaline a DUA, rezultând o formă mai afânată a precipitatului, împiedicând solubilizarea cristalelor mici și creșterea cristalelor mari.</p> <p>Asemănător, timpul de precipitare mai lung, peste 30 min, care înseamnă menținerea cristalelor DUA, după formarea precipitatului, în apele mume, conduce la micșorarea cristalelor mari și dispariția cristalelor mici, și, totodată, la un DUA cu o distribuție granulometrică îngustă, ce constituie un dezavantaj pentru pulberea DUA rezultată, întrucât o astfel de pulbere nu corespunde calitativ unei cerințe impuse de normele nucleare - spectrul sau granulometric - cu consecințe negative asupra calității pulberii de UO₂ și a pastilelor sinterizate de UO₂, care, la rândul lor, se abat de la specificațiile nucleare.</p> <p>De asemenea, dacă soluția NH₄OH, necesară pentru precipitarea unei șarje DUA, este impură și se adaugă dintr-o dată, în totalitate, fără agitare, se realizează o suprasaturare locală, cu formare de cristale mari și lipsa celor mici, ceea ce duce, de asemenea, la un spectru granulometric în afara specificațiilor.</p> <p>Tot negativ este influențată calitatea pulberii DUA, dacă precipitarea DUA din soluții AUP se realizează într-un mediu bazic (pH peste 8,5...9), cunoscând că formarea și creșterea cristalelor se realizează, în general, din soluții pure și în mediu acid sau slab acid [Cristalografie, Mineralogie, Editura Didactică și Pedagogică, 1973, București], [Goga Gheorghe și colaboratorii, Raport intern, nr. 3483, din 20.11.1991, Contract 109, din 1991, Faza 5, ICN Pitești].</p> <p>Reprezintă, de asemenea, un dezavantaj pentru DUA, dacă pentru precipitarea acestuia, se folosesc soluții AUP cu o concentrație a uraniului mai mică, sub 80 g U/l, care generează cristale de DUA mici, cu un mare număr de pori intracristalini și deci cu o suprafață de absorbție a impurităților mai mare, iar spălarea și filtrarea acestora, conform tehnologiei, decurge mult mai greu, influențând, de asemenea, negativ, nu numai DUA și UO₂ rezultate, ci și a pastilelor sinterizate de UO₂ și a CN final [Goga Gheorghe și colaboratorii, Raport intern, nr. 3483, din 20.11.1991, Contract 109, din 1991, Faza 5, ICN Pitești].</p> <p>Unele procedee și instalații de obținere a pulberii de DUA folosesc, pentru uscare, etuve la temperaturi de 200...250°C, ineficiente, conducând la umidități în DUA pulbere de peste 2%, cu consecințe negative asupra cristalinității de UO₂, care se distruge prin evaporarea explozivă a apei la temperatura de reducere DUA la UO₂, de circa 700°C [IRNE Pitești, SPEC - plan de calificare și verificare a capacității proceselor de fabricație, CN - TH - 85...116/1986], în alte procedee și instalații de fabricare DUA, se folosesc granulatoare basculante, cu sită, de asemenea ineficiente, care conduc la pulberi de DUA cu un spectru granulometric în afara specificațiilor, neîndeplinind cerințele testului de sitare standard [IRNE Pitești, SPEC - plan de calificare și verificare a capacității proceselor de fabricație, CN - TH - 85...116/1986].</p> <p>Principalele dezavantaje ale procedeelelor și instalațiilor de fabricare a pulberii DUA, menționată, sunt determinate, pe de o parte și în primul rând, de prezența solventului organic (S.O.), solubilizat natural sau antrenat tehnologic, în soluția AUP din etapa de reextracție a operației de purificare, în al doilea rând, de concentrația mică a U în soluția AUP, de sub 80 g U/l, și, în al treilea rând, de aciditatea liberă mare, de peste 0,3 N, a soluției AUP supusă precipitării [Goga Gheorghe și colaboratorii, Raport intern, nr. 3483, din 20.11.1991, Contract 109, din 1991, Faza 5, ICN Pitești], iar pe de altă parte, de lipsa operației de omogenizare din fluxul tehnologic pentru lotul de pulbere DUA, și de folosirea, în fluxul de obținere DUA, pentru vehiculare și transvazare, a unor suspensii sau pulberi, a</p>	<p>1</p> <p>3</p> <p>5</p> <p>7</p> <p>9</p> <p>11</p> <p>13</p> <p>15</p> <p>17</p> <p>19</p> <p>21</p> <p>23</p> <p>25</p> <p>27</p> <p>29</p> <p>31</p> <p>33</p> <p>35</p> <p>37</p> <p>39</p> <p>41</p> <p>43</p> <p>45</p> <p>47</p>
--	--

1 unor echipamente neadecvate (pompe dozatoare, de vid, granulatoare basculante cu sită)
2 care se înfundă și se defectează frecvent, conducând la opriri și dereglări ale proceselor
3 tehnologice și la abateri de la parametrii de lucru stabiliți. În unele procedee și instalații
4 cunoscute [IRNE Pitești, SPEC - plan de calificare și verificare a capabilității proceselor
5 de fabricație, CN - TH - 85...116/1986], nu se recuperează căldura unor efluenți lichizi și
6 gazoși, și nu se reciclează unii subproduși considerați deșeu, pentru recuperarea acestora
7 (ape mume, S.O. uzat, ape acide, ape carbonatice).

8 În ceea ce privește primul dezavantaj, și anume, prezența S.O. în soluția AUP,
9 trebuie arătat că prezența S.O. în soluția AUP este determinată, pe de o parte, de solubilita-
10 tea naturală a TBP în soluția AUP, care este de 0,289 g TBP/l soluție AUP în condiții tehnolo-
11 gice de 60...70°C și la concentrații mici ale U în soluția AUP, de circa 80 g U/l, ceea ce face
12 ca, de exemplu, concentrația TBP în soluția AUP, rezultată din purificare, să fie de circa
13 0,03%, iar pe de altă parte, de antrenare tehnologică, accidentală, a S.O. în soluția AUP,
14 conducând la concentrații totale de 0,3...0,5 g TBP/l soluție AUP.

15 Solubilitatea TBP în soluția AUP scade cu creșterea concentrației U în soluția AUP
16 supusă precipitării, iar prezența S.O. în soluția AUP, indiferent de proveniență, conduce la
17 obținerea unor cristale de DUA, prin precipitare cu NH₄OH, de proastă calitate, în care se
18 absorb și se înglobează atât S.O., cât și impuritățile cu care acesta este încărcat din soluția
19 AUP. Solventul organic și impuritățile absorbite în cristalul de DUA generează, în cristalul de
20 UO₂, rezultat în urma reducerii cu H₂ la circa 700°C, prin descompunere explozivă, un număr
21 mare de goluri, pori intragranulari deschiși, comunicanți, cu volum total și raze mari, cores-
22 punzător cantității de impurități și S.O. absorbite. Porii intragranulari deschiși, comunicanți,
23 din pulberea de UO₂, conduc la o pastilă sinterizată de UO₂ de calitate proastă, întrucât,
24 acești pori fiind deschiși, comunicanți, spre deosebire de cei închiși, necomunicanți, nu per-
25 mit reținerea, în pastila de UO₂, a produșilor gazoși de fisiune, puternic radioactivi, rezultați
26 în combustibilul din reactorul nuclear, în procesul de fisiune nucleară, aceștia migrând, din
27 pastila de UO₂, în spațiul dintre pastilele de UO₂ și teaca de Zircaloy, în care sunt sudate,
28 realizând, cu timpul, o presiune internă enormă în teacă și conducând la spargerea și dete-
29 riorarea acesteia, la distrugerea, în final, a FC și a diminuării semnificative a puterii
30 reactorului [IRNE Pitești, SPEC - plan de calificare și verificare a capabilității proceselor
31 de fabricație, CN - TH - 85...116/1986], ceea ce constituie un dezavantaj evident, cu grave
32 consecințe asupra radioactivității din zonă.

33 De asemenea, numărul porilor intragranulari, volumul și razele mari ale acestora în
34 cristalul de DUA conduc la pulberi de UO₂ cu proprietăți fizice și de sinterabilitate sub sau
35 la limita cerințelor nucleare impuse, conferind pulberii de UO₂ proprietăți de sinterabilitate
36 mult diminuate. Sinterabilitatea diminuată a pulberii de UO₂ generează deșeuri de peste
37 20%, în pastilele crude sau sinterizate de UO₂, care trebuie reciclate [RO 100216], cu chel-
38 tuieli apreciabile, conducând la creșterea prețului de cost al FC, constituind, de asemenea,
39 un mare dezavantaj.

40 Privind concentrația U în soluția AUP din care se obține DUA prin precipitare cu o
41 soluție diluată de NH₄OH, aceasta conduce la dezavantaje pentru procedeele și instalațiile
42 cunoscute, prin aceea că, în soluțiile AUP cu concentrații mici ale U, așa cum rezultă din
43 etapa de purificare, și anume, de circa 80 g U/l, solubilitatea S.O. crește, conducând la
44 inconveniente menționate mai sus, pentru S.O., iar la concentrații mari ale soluției AUP,
45 solubilitatea S.O. scade, scăzând totodată și riscurile de a obține un combustibil nuclear,
46 final, inferior calitativ și scump, datorită cheltuielilor de reciclare care se impun [IRNE Pitești,
47 SPEC - plan de calificare și verificare a capabilității proceselor de fabricație, CN - TH -
85...116/1986].

RO 123618 B1

Practica fabricării de pulberi sinterizabile de UO_2 arată că, respectiv, concentrația U în soluțiile AUP rezultate ca atare din etapa de extracție și deci din operația de purificare nucleară nu poate depăși media de maximum 80 g U/l, iar concentrații mai mari în U ale soluțiilor AUP, de 140 g U/l, de exemplu, cu scopul de a micșora cantitatea de S.O. solubilizat și de a reduce, pe această cale, dezavantajele induse de acesta, se pot obține din purificarea nucleară, utilizând în extracție soluții AUI de peste 350 g U/l, numai cu riscul creșterii concentrației impurităților în soluția AUP și, în final, în pulberea DUA și UO_2 , obținute, influențând în mod asemănător, negativ, calitatea combustibilului nuclear, așa cum s-a menționat mai sus.

Este deci un dezavantaj obținerea unor pulberi de DUA din soluții AUP având concentrații mici ale U, de sub 80 g U/l, caz practicat în România și în lume, pe filiera DUA, deoarece, din astfel de soluții, rezultă cristale de DUA mici, cu un număr aproape dublu de pori intracristalini, deschiși, comparativ cu pulberile de DUA rezultate prin precipitarea unor soluții AUP având concentrații mari ale U, de 400 g U/l, de exemplu, și lipsite de S.O. solubilizat.

În ceea ce privește aciditatea liberă, mare, a HNO_3 , în soluția AUP, din reextractie, de peste 0,3 N, aceasta influențează în mod negativ calitatea DUA, obținut prin precipitarea în condiții tehnologice stabilite, prin aceea că, în primul rând, o parte din soluția de NH_4OH se consumă, pentru neutralizarea excesului de HNO_3 , din soluția AUP, crescând consumul de NH_4OH folosit în precipitarea DUA, iar în al doilea rând, crește concentrația NH_4NO_3 rezultat din neutralizarea HNO_3 , care este o impuritate periculoasă în DUA rezultat, și care, dacă nu este eliminată, în totalitate, prin spălare cu apă demineralizată, caldă, produce microexplozii în cristalul DUA, în operațiile de uscare la circa 300...350°C, distrugând cristalul de DUA format, și conducând, în acest fel, la o pulbere și la pastile de UO_2 de calitate inferioară, la rebuturi și cheltuieli suplimentare cu reciclarea acestora.

Trebuie arătat aici că prezența excesului de HNO_3 (aciditate liberă) în soluția AUI este benefică, întrucât S.O. are, după U, cea mai mare afinitate chimică pentru HNO_3 și nu pentru impurități, împiedicând extragerea restului de impurități în S.O., și astfel, în operația de reextractie, soluția AUP rezultată din AUI va conține mai puține impurități, care se încadrează însă în limitele cerute de normele și specificațiile nucleare. Practica în fabricarea pulberilor sinterizabile de UO_2 a arătat că acidități libere în HNO_3 , de peste 0,3 N, în soluția AUP, conduc, prin precipitarea acestora în condiții tehnologice stabilite, la un număr mare de cristale mici și la modificarea distribuției granulometrice a pulberii DUA obținute, prin aceea că acestea se distribuie într-un procent maxim, în domeniile de 315...100 μm ale razei porilor, conducând la o pulbere UO_2 cu o împachetare deficitară a cristalelor în operația de presare și la obținerea unor pastile crude și apoi sinterizate, cu densități sub specificațiile nucleare. De asemenea, trebuie arătat că, dacă cristalul de DUA, rezultat din precipitare, stă prea mult în contact cu soluțiile slab acide sau neutre, din apele mume, are loc o redizolvare a cristalelor mici formate și o creștere a dimensiunilor cristalelor mari rezultate, care cresc și se dezvoltă pe baza cristalelor mici, conducând la o nouă structură granulometrică al cărui spectru este mult îngustat, rezultând, în final, un DUA care conduce la pulberi UO_2 cu proprietăți de împachetare și compactare, prin presare, slabe, și, în final, la densități, la crud și sintetizat pe pastilă de UO_2 , mici, în afara specificațiilor.

Din acest motiv, este necesar ca timpul de sedimentare, decantare și de filtrare al suspensiilor DUA să fie scurt, lucru ignorat de unele procedee și instalații de obținere DUA pulverulent [ICN Pitești SPEC, PCP - pulbere sinterizabilă de UO_2 , Cod 01-02/1990, Editura 2 Act. 0].

RO 123618 B1

1 Procedeul și instalația de obținere a pulberii de diuranat de amoniu (DUA), conform
invenției de față, înlătură dezavantajele menționate mai sus, prin aceea că acestea cuprinde
3 următoarele etape:

5 a. obținerea diferitelor tipuri de soluții de azotat de uranil pur (tip A, B, C și A + B)
care nu conțin solvent organic, au o aciditate liberă sub 0,3 N și un conținut de uraniu cuprins
7 între 390 și 400 g/l sau între 110 și 120 g/l;

9 b. precipitarea diuranatului de amoniu prin tratarea soluției de azotat de uranil la o
temperatură de $70 \pm 2^\circ\text{C}$, cu o soluție de hidroxid de amoniu cu o concentrație de 25%,
adăugată în doze mici, sub agitare la 1400 rot/min, într-o cantitate de 1,8 l pentru 1 kg de U;

11 c. sedimentarea precipitatului format, timp de maximum 15 min;

13 d. spălarea precipitatului de diuranat de amoniu cu apă demineralizată la o tempera-
tură de 60...70°C;

15 e. filtrarea diuranatului de amoniu sub presiune redusă, urmată de uscarea turtei
rezultate de la filtrare, la o temperatură de 300...350°C, granulara și stocarea diuranatului
de amoniu.

17 Pentru precipitarea DUA, utilizând soluții de NH_4OH , se folosesc, în primul rând,
soluții de AUP, de tip A sau de tip B, sau de tip A+B sau de tip C, condiționate și omogeni-
zate, pe loturi, care sunt lipsite de solvent organic (S.O.), sunt concentrate în U și au acidități
19 libere, în HNO_3 , sub 0,3 N, și care sunt supuse operației de obținere DUA, pe șarje distincte,
în volume determinate, utilizând un proces tehnologic discontinuu, în următoarele condiții
21 tehnologice de precipitare DUA, de sedimentare, decantare, spălare și filtrare suspensie
DUA, de uscare turte DUA rezultate din filtrare, precum și de granulare aglomerate uscate
23 de DUA:

25 - temperatura soluției AUP pe durata precipitării: $70 \pm 2^\circ\text{C}$, pe fiecare șarjă;
- timpul de dozare a soluției NH_4OH (durata precipitării): 30 ± 2 min pe șarjă;
- modul de dozare a soluției NH_4OH : în doze mici, controlate, sub agitare la
27 1400 rot/min;

29 - debitul de soluție NH_4OH : 1,8 l soluție pe kilogram U din șarjă;
- concentrația soluției NH_4OH , folosită la precipitarea DUA: $25 \pm 3\%$, chimic pur;
- pH final de precipitare șarjă: 7,8...8,0;

31 - timpul de sedimentare DUA: maximum 15 min pe șarjă;
- volumul sedimentului DUA: maximum 15 l pe șarjă DUA din soluție AUP tip C,
33 maximum 60 l pe șarjă DUA din soluții de tipul A, B, A+B;

35 - volumul de apă caldă, demineralizată, de spălare a precipitatului DUA: 5,3 l pe
kilogram de U din șarjă;

37 - temperatura apei demineralizate, folosită la spălare DUA: 60...70°C;

39 - timpul de filtrare DUA: maximum 15 min pe șarjă;

41 - depresiunea de filtrare șarjă DUA: minimum 0,35 atm;

43 - modul de realizare a depresiunii: ejectoare cu aer;

45 - umiditatea turtei DUA, rezultată din filtrare: maximum 40%;

47 - concentrația U în apele mume reziduale: maximum 10 mg/l;

49 - temperatura de uscare turtă DUA: 300...350°C, în cuptoare statice cu bandă
transportoare metalică;

 - modul de granulare DUA: granulator vertical cu disc rotitor;

 - modul de omogenizare lot pulbere DUA: echipament conform invenției din
figură [16];

 - timpul de omogenizare lot pulbere DUA: minimum 3 h;

 - modul de stocare, transport și evacuare lot DUA: conform invenției din instalația
fig. 1 [RO 100841].

RO 123618 B1

Pulberea de DUA, obținută în condițiile tehnologice menționate mai sus și controlată conform specificațiilor nucleare, corespunde, pe de o parte, cerințelor de calitate impuse de acestea, încadrându-se în următoarele valori:	1
- testul de sitare standard lot pulbere DUA omogen: pulberea DUA trebuie să treacă minimum 90% prin sita de 2 mm;	3
- umiditatea pulberii lot DUA: maximum 2%, pentru fiecare lot pulbere DUA;	5
- densitatea aparentă a pulberii DUA: $0,75 \pm 0,15 \text{ g/cm}^3$, pentru fiecare lot;	7
- densitatea, după tasare, a pulberii DUA: $1,10 \pm 0,30 \text{ g/cm}^3$, pentru fiecare lot;	9
- suprafața specifică a pulberii DUA: maximum $11 \pm 2 \text{ m}^2/\text{g}$, pentru fiecare lot;	11
- concentrația U în pulbere DUA: minimum 73,5%, pentru fiecare lot;	13
iar pe de altă parte, conduce la obținerea unor cristale de UO_2 al căror volum total de pori scade cu atât mai mult, cu cât crește concentrația U în soluția AUP de tip A, B, A+B, C, din care provine, determinând astfel, nu numai creșterea densității aparente și tasate a pulberii de UO_2 , ci și densitatea pastilei sinterizate de UO_2 , obținută, precum și la o distribuție în procent maxim, pentru dimensiunile cristalelor de UO_2 , în domenii mai largi, de 630...100 μm , favorizând o împachetare mai bună a pulberii de UO_2 prin compactare, în operația de presare și obținerea unor pastile crude cu densitate mărită și, implicit, a unor pastile sinterizate de UO_2 cu densități de peste $10,57 \text{ g/cm}^3$, creșterea densității pastilei sinterizate de UO_2 fiind mai mare la pulberile de UO_2 provenite din DUA obținut din soluții AUP de tip A, B sau A+B, cu circa $0,05 \text{ g/cm}^3$, decât densitatea pastilelor sinterizate de UO_2 , provenite din DUA ce se obține din soluții AUP, așa cum rezultă acestea din purificarea nucleară, adică conținând S.O. solubilizat, concentrația U de circa 80 g U/l și acidități libere de peste 0,3 N.	15
În al doilea rând, soluția AUP de tip A are concentrația U de $390 + 10 \text{ g U/l}$, este lipsită de S.O. solubilizat sau antrenat tehnologic, are aciditate liberă a HNO_3 de maximum 0,3 N, și se obține, conform invenției de față, din soluție de AUP de tip D -rezultată din soluții AUP, așa cum se obține aceasta din purificare, etapa reextracție, din care s-a separat S.O. antrenat tehnologic, soluție de tip D care este supusă unei operații de eliminare totală și pentru S.O. solubilizat, prin fierbere cu abur supraîncălzit sau electric, la temperatura de maximum 114°C , strict controlate, evitând, în acest fel, o descompunere explozivă a azotatului de uraniu, care are loc la circa 140°C , utilizând două fierbătoare cu funcționare alternativă, conform invenției prezentate în fig. 2, fierbere urmată de vaporizarea apei și HNO_3 din soluția AUP, și care, pe durata fierberii, antrenează și solventul organic solubilizat natural sau antrenat fizic (operație numită antrenare cu vapori de apă), soluția de AUP concentrându-se, în același timp, în U, până la $400 \pm 10 \text{ g U/l}$.	17
Prin fierbere și vaporizare, se pot obține soluții de AUP de tip A și mai concentrate, de peste 400 g U/l, dar, în acest caz, încep să apară cristalele de azotat de uraniu la rece.	19
Soluția AUP, concentrată, de $400 \pm 10 \text{ g U/l}$, lipsită de S.O. și aciditate liberă, se condiționează cu apă demineralizată, se omogenizează și se obține o soluție AUP de tip A, condiționată, lipsită de solvent organic, solubilizat natural sau antrenat tehnologic, cu o concentrație a U de $390 \pm 10 \text{ g U/l}$, și o aciditate liberă sub 0,3 N, și care, în scopul obținerii pulberii de DUA, se procesează ca atare sau este mixată cu soluție AUP de tip B, în condițiile tehnologice conform invenției descrise mai sus, iar suspensia de apă și S.O. condensate se colectează și se procesează, pentru regenerarea S.O. și reciclarea acestuia din nou în fluxul de fabricație din purificare, etapa extracție.	21
În al treilea rând, soluția AUP de tip B are concentrația U de $390 \pm 10 \text{ g U/l}$, este lipsită de S.O. și are o aciditate liberă sub 0,3 N, și se obține, conform invenției de față, din dizolvarea la $80...85^\circ\text{C}$, în soluții 12...13 N de HNO_3 chimic pur, a pastilelor sintetizate de UO_2 , spălate cu apă, pentru eliminarea C și Mo, cu care s-au impurificat, pure nuclear, dar	23

RO 123618 B1

1 neconforme în ceea ce privește dimensiunile, forma geometrică, provenite din fluxul de
obținere pastile sinterizate de UO_2 și din dezasamblarea pastilelor de UO_2 din FC, sub
3 agitare și sub depresiunea dată de ejectoare cu aer, când se obține o soluție de AUP, ce are,
după diluare, o concentrație a U de 400 ± 10 g U/l, este lipsită de S.O. și are o aciditate
5 liberă, în HNO_3 , de sub 0,3 N, iar apoi se condiționează cu apă demineralizată, urmată de
omogenizarea acesteia, obținându-se AUP de tip B, condiționat, lipsită de S.O. solubilizat
7 natural sau antrenat tehnologic, cu o concentrație a U 390 ± 10 g U/l și o aciditate mult sub
0,3 N, care are, pentru principalele impurități, următoarele concentrații: Fe = maximum
9 50 mg/kg U; P = maximum 35 mg/kg U; Mo = maximum 2 mg/kg U; Si = maximum 30 mg/kg
U; soluție AUP din care se obține o pulbere DUA prin procesarea acestui tip A de soluție
11 AUP, ca atare sau mixată cu soluții AUP de tip B, în condițiile tehnologice de mai sus,
conform invenției de față [10]. Soluția de AUP din dizolvarea pastilelor sinterizate de UO_2 se
13 poate obține și la concentrații de peste 400 g U/l, dar la rece, în aceste soluții, apar cristale
de azotat de uranil.

15 Solventul organic S.O. nu poate apare în soluțiile AUP de tip B, deoarece acesta s-a
eliminat de la sine prin vaporizare, pe durata uscării și reducerii DUA, la temperaturi de 300,
17 respectiv, de 700°C, precum și pe durata sintetizării pastilelor de UO_2 , la temperaturi de circa
1700°C, iar aciditatea liberă a fost eliminată, încă de la precipitarea soluției AUP, din care
19 s-au obținut mai întâi DUA, iar apoi pulberea sinterizabilă de UO_2 și, în final, pastilele
sinterizabile de UO_2 .

21 În al patrulea rând, soluția AUP de tip A+B este lipsită de SO, are concentrația U de
 390 ± 10 g U/l, are o aciditate liberă sub 0,3 N, și se obține, în prima etapă, din mixarea
23 soluție AUP de tip A, la care concentrațiile de Mo, Si, C și Fe sunt mult sub valorile specifica-
țiilor nucleare impuse, dar cu concentrații ale P depășite, cu soluții AUP de tip B, la care con-
25 concentrațiile de Mo, Si, C și Fe depășesc valorile impuse de specificațiile nucleare, dar au con-
centrația P mică, iar în a doua etapă, se condiționează, dacă este cazul, cu apă deminerali-
27 zată, se omogenizează și rezultă o soluție omogenă de AUP de tip A+B condiționată, lipsită
de S.O. solubilizat sau antrenat tehnologic, cu o concentrație a U de 390 ± 10 g U/l, cu o
29 aciditate liberă sub 0,3 N, și în care concentrația Mo, Si, C, Fe și P, raportate față de masa
de U, se situează sub valorile impuse de specificațiile nucleare, conducând, prin procesarea
31 acestui tip A+B de soluție AUP, prin precipitarea ca atare sau mixată cu soluții AUP de tip
D, în condițiile tehnologice conform invenției de față, la o pulbere DUA ale cărei proprietăți
33 corespund cerințelor impuse de specificațiile nucleare.

În al cincilea rând, soluția AUP de tip C are concentrația U de 110 ± 10 g U/l, o acidi-
35 tate liberă sub 0,3 N, este lipsită de solvent organic, solubilizat sau antrenat tehnologic, și
care se obține, conform invenției de față, prin mixarea unor volume calculate pe baza
37 concentrației de U conținut de soluția AUP de tip A, B sau A+B, având concentrații mari ale
U, cu volume calculate de soluții AUP de tip D, rezultând o soluție AUP de tip C cu o concen-
39 trație a U de 110 ± 10 g U/l, o concentrație a HNO_3 sub 0,3 N, și din care solventul organic
este eliminat prin trei operații de separare, conform invenției, fig. 1 și 2, și anume:

41 - în prima operație, se decantează S.O. antrenat tehnologic din instalația de purificare
și separat la suprafața rezervorului plin de stocare a soluției AUP tip D și se colectează într-
43 un rezervor de stocare, iar apoi se reciclează dozat în reextractie;

- în a doua operație, se reține un volum de circa 200 l din volumul lotului de soluție
45 AUP tip C, supusă precipitării, numită „coadă de lot”, care conține nu numai S.O. desorbit
din lotul de soluție AUP de tip D, ci și o parte din soluția AUP, care apoi se stochează și
47 reciclează din nou în purificare;

RO 123618 B1

- desorbția S.O. din soluția AUP tip C se face ca efect al creșterii concentrației U în
mixtura rezultată, de la circa 80 g U/l la 110 ± 10 g U/l, cunoscându-se, așa cum s-a arătat,
că solubilitatea S.O. scade cu creșterea concentrației U în soluția de AUP;
- în a treia operație, se reține și se separă un volum de circa 100 l soluție din volumul
lotului de soluție AUP tip C, constituind „coada de precipitare lot”, care conține nu numai S.O.
antrenat cu vapori din lotul de soluție AUP tip D, ca efect al ridicării temperaturii la 75°C a
soluției AUP, în conformitate cu condițiile tehnologice menționate, ci și o parte din soluția
AUP, care se stochează asemănător și se reciclează în instalația de purificare;
- în al șaselea rând, pulberea de DUA se obține utilizând instalații în care, pe de o
parte, suspensiile DUA, precum și materialele pulverulente, se vehiculează, se manipulează
și se transvazează, folosind depresiunea produsă de un sistem de vacuum, format din
ejectoare cu aer și echipamente adecvate de recepție, stocare, omogenizare, de transport
și de evacuare a lotului de pulbere DUA în operația următoare din flux, reducerea DUA cu
 H_2 la pulbere de UO_2 sinterizabilă, iar pe de altă parte, se recuperează, nu numai căldura
diverselor fluide (soluții și suspensii AUP, gaze de proces, vapori S.O. și H_2O), ci și U și
alcalinitatea liberă a apelor mume, rezultate din decantarea, spălarea și filtrarea suspensiei
DUA, precum și S.O. și soluția de AUP, rezultată din condensarea vaporilor apăruiți în urma
vaporizării soluției AUP.
- Prin aplicarea invenției, se obțin următoarele avantaje:
- calitatea superioară pentru pulberea de UO_2 , rezultată din reducerea DUA, obținut
conform invenției, cu H_2 , întrucât aceasta prezintă, comparativ cu pulberile de UO_2 curente,
o sinterabilitate ridicată, dată de proprietățile fizice superioare (densitate aparentă, densitate
tasată, suprafață specifică și spectru granulometric), chimice (concentrația U, concentrația
impurităților și raportul O/U) și cristalografice (numărul, mărime și forma închisă, necomuni-
cantă, a porilor din cristal), mult îmbunătățite și care prin presare și sinterizare, în condițiile
testului de sinterabilitate standard, duc la obținerea unor pastile sinterizate de UO_2 , cu
densități medii mai mari cu $0,05 \text{ g/cm}^3$ pe pastilă, față de valorile minime de $10,57 \text{ g/cm}^3$,
impuse de specificațiile nucleare. Trebuie arătat că densitatea teoretică a unei pastile sinte-
rizate de UO_2 este de $10,96 \text{ g/cm}^3$;
- crește energia obținută în reactor în unitate de timp, deoarece combustibilul
nuclear are densități mai mari pe pastilă, sau pentru aceeași cantitate de energie, cons-
tantă, obținută în unitate de timp în rectorul nuclear, acesta va funcționa o perioadă mai
lungă de timp;
- scade cantitatea de pulbere UO_2 din fluxul de fabricație, respinsă ca rebut din
considerente legate de sinterabilitatea mică a acesteia, întrucât acest tip de pulbere con-
duce, prin procesare, la pastile sinterizate de UO_2 cu densități mult peste specificațiile
nucleare, fapt care determină și diminuarea cheltuielilor legate de recuperarea U conținut
și reciclarea acestuia;
- scade cantitatea de pastile crude și sinterizate de UO_2 , respinse ca rebut, deoarece
sporul de densitate de $0,05 \text{ g/cm}^3$, dobândit de pastila sintetizată de UO_2 , conform invenției,
scoate densitatea pastilei din zona de respingere și o plasează în zona de admisibilitate,
conform normelor nucleare. Astfel, o pastilă sinterizată, care prin vechile procedee de
obținere ar avea densitatea de $10,55 \text{ g/cm}^3$ și ar fi respinsă, obținută conform invenției, ar
avea densitatea de $10,55 + 0,05 = 10,60 \text{ g/cm}^3$, fiind admisă la control, scăzând totodată
și cheltuielile legate de recuperarea U conținut și reciclarea acestuia în fluxul tehnologic, în
cazul pastilelor respinse privind densitatea;
- cheltuieli reduse cu soluția de NH_4OH , deoarece concentrația HNO_3 , în soluția
AUP, conform invenției, fiind mică, sub 0,3 N, se consumă mai puțin NH_4OH pentru
neutralizarea excesului de HNO_3 din soluția AUP, supusă precipitării;

RO 123618 B1

1 - cheltuieli reduse cu apa demineralizată, caldă, de spălare a NH_4NO_3 , din apele
mume, întrucât cantitatea de HNO_3 , din soluția AUP, fiind mică, atunci și cantitatea de
3 NH_4NO_3 , rezultat prin neutralizare cu NH_4OH , va fi mică, în același timp, scade pericolul unor
microexplozii de NH_4NO_3 , în cristalul de DUA, care ar duce la modificarea structurii
5 cristalului, a distribuției granulometrice a acestuia, ar genera pori deschiși etc., cu influențe
negative asupra calității combustibilului nuclear;

7 - cheltuieli reduse cu întreținerea și repararea pompelor dozatoare sau de vacuum,
care, datorită vehiculării unor lichide conținând suspensii de DUA, se înfundă și se defec-
9 tează frecvent, întrucât pentru vehicularea acestor suspensii sau a materialelor pulverulente,
se folosește un sistem de producere a vacuumului, format din ejectoare cu aer, sistem
11 eficient și robust;

- nu se generează noxe chimice sau radioactive în zona de lucru, deoarece instalațiile
13 care generează astfel de noxe lucrează sub depresiune, iar materialele pulverulente se
manipulează, se transvazează, se transportă și se golesc, utilizând vacuumul și echipamente
15 adecvate, conform invenției;

- se recuperează în totalitate U conținut ca suspensie în apele mume - rezultate din
17 decantarea și filtrarea suspensiei de DUA - precum și gazele rezultate din uscarea DUA,
reciclându-se în instalația de dizolvare reciclabile cu U;

- se recuperează în totalitate alcalinitatea liberă din apele mume rezultate la decan-
19 tarea, spălarea și filtrarea DUA, rezultat din precipitare;

- instalația permite nu numai prelucrarea ca atare a soluțiilor AUP de tip A, B, A+B,
21 C, ci și returnarea, în vederea reciclării, a S.O. și AUP decantat la obținerea soluția AUP de
tip C, precum și reciclarea unor loturi eventual rebutate de soluții AUP de tip A, B, A+B sau
23 C, care s-au impurificat accidental, în fluxul tehnologic;

- se recuperează o parte din energia consumată conform cerințelor tehnologice, întru-
25 cât diversele fluide din proces se preîncălzesc, utilizând căldura reziduală și instalațiile con-
27 form invenției.

Se dau, în continuare, două exemple de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1
29 și 2, care reprezintă schema tehnologică a instalației de obținere a pulberii de DUA, conform
invenției.

31 **Exemplul 1.** În legătură cu fig. 1, soluția AUP, așa cum rezultă aceasta din instalația
de purificare, adică conținând S.O. solubilizat natural sau antrenat tehnologic, având concen-
33 trația de maximum 80 g U/l și o aciditate liberă de peste 0,3 N, este dirijată, gravitațional, din
bateria de reextracție **167**, sub un debit controlat prin debitmetrul cu flotor **166** și prin traseul
35 **165** și o pâlnie, de unde se iau probe de control, în separatorul S.O. local **162**, de stocare
soluție AUP de tip D, care are, în același timp, și rolul de separare S.O. antrenat tehnologic,
37 sub baza suprafeței conice despărțitoare **163**, situată la 2/3 din înălțimea rezervorului, și
care, la vârful conului, este prevăzut cu o țevă de 10 mm diametru, 2 mm grosime și
39 100 mm lungime.

Pe măsură ce separatorul **162** se umple cu soluție AUP de tip D, solventul organic
41 S.O., antrenat tehnologic, se separă și plutește la suprafața lichidului. Forma conică despărți-
toare **163** face ca grosimea peliculei de S.O. de la suprafață să crească și să deverseze
43 prima, prin ștuțul **163**, în zona exterioară a conului, iar de aici, în sticla de nivel **164**, în care
S.O. incolor, gălbui, astfel separat, se poate vizualiza, iar în momentul în care, la fundul
45 sticlei de nivel, se observă apariția AUP, de culoare maronie, se consideră că separarea
S.O. antrenat tehnologic s-a terminat, iar soluția AUP tip D, rezultată, se transvazează, din
47 **162**, într-unul dintre rezervoarele de stocare - preparare - condiționare - omogenizare **128**
sau **124** sau **120** sau **115**, în umplere pe un traseu **144**, utilizând pompele centrifuge **129** sau
49 **125** sau **122** sau **118**. Cele patru rezervoare, menționate, îndeplinesc, alternativ, următoarele
funcții: preparare - omogenizare - condiționare, control și, în consum, precipitare.

RO 123618 B1

Soluțiile AUP lipsite de solventul organic, cu concentrații de 400 ± 10 g U/l și acidități de liere sub 0,3 N, obținute în instalații separate, fie din soluții AUP de tip D, din care s-a eliminat S.O. prin fierbere și vaporizare la maximum 114°C , odată cu HNO_3 , concentrându-se în U, fie din dizolvare pastile sinterizate de UO_2 neconforme, dar pure nuclear, prin dizolvarea acestora la $80\dots 85^{\circ}\text{C}$, cu soluții 12...13 N de HNO_3 , aceste soluții sunt stocate în rezervorul local 134 , fiind transvazate din instalațiile de obținere pe traseul 135 , fie ca soluții distincte, fie mixate în diverse proporții necesare și dorite, de unde cu pompa 139 sau dacă aceasta este în reparație, cu perna de aer 145 , sunt transvazate pe traseele 142 și 133 în rezervorul 128 , pe traseul 158 , sau în 124 , pe traseul 157 , sau în 120 , pe traseul 155 , sau în 115 , pe traseul 150 , în volume măsurate pe baza calculelor privind concentrația U și citite la sticlele de nivel gen 130 , etalonate, peste volumele de soluții tip D, măsurate, preexistente într-unul dintre rezervoarele menționate.	1 3 5 7 9 11
Mixtura de soluție AUP rezultată se supune mai apoi omogenizării, fie prin recirculare, utilizând pompele centrifuge menționate, fie prin barbotare, folosind aerul comprimat, purificat, provenit din separatorul 24 , pe traseul 21 , reductorul 265 , traseul 145 și 137 , iar de aici, prin traseele 131 și ștuțul de fund, în rezervorul 128 , sau prin 126 , în rezervorul 124 , sau prin traseul 123 , în rezervorul 120 , sau asemănător, în rezervorul 115 , aerul de barbotare fiind evacuat la un separator de picături, prin traseul comun de aerisire 236 . După 3 h de omogenizare, soluțiile AUP de tip A, B, mixtura A+B sau tip C, rezultatele fiind controlate privind concentrația U și condiționate, corectate, astfel:	13 15 17 19
- dacă concentrația U este sub 390 ± 10 g U/l, atunci aceasta se mărește, transvazând, din rezervorul 134 , asemănător, un volum de soluție de AUP de 400 ± 10 g U/l, se omogenizează din nou și se obține o soluție AUP de tip A sau de tip B;	21 23
- dacă concentrația U este de peste 390 ± 10 g U/l, atunci aceasta se micșorează, transvazând, din rezervorul 162 , asemănător, un volum de soluție AUP de tip D, având 80 g U/l, se omogenizează din nou și se obține o soluție de tip A sau de tip B, condiționată și omogenă;	25 27
- dacă concentrația U este sub 110 ± 10 g U/l, atunci concentrația soluției se mărește, transvazând, din rezervorul 134 , asemănător, un volum de soluție AUP, calculat având 400 ± 10 g U/l, se omogenizează din nou și se obține o soluție AUP de tip C;	29
- dacă concentrația U este peste 110 ± 10 g U/l, atunci concentrația acestei soluții se micșorează, transvazând, asemănător, din rezervorul 162 , un volum de soluție de AUP tip D, având concentrația U de 80 g U/l și se omogenizează din nou, rezultând, în final, o soluție AUP de tip C, condiționată și omogenă.	31 33
Lotul de soluții condiționate, omogene, de azotat de uranil de tip A, tip B, mixtura A+B sau de tip C, astfel obținute, sunt supuse controlului de calitate, privind conținutul de impurități, concentrația U și aciditatea liberă, și sunt trecute la operația de precipitare cu NH_4OH , conform condițiilor tehnologice stabilite.	35 37
Astfel, soluția AUP de tip A sau B sau C sau mixtura A+B sunt transvazate, din rezervorul de consum 128 sau 124 sau 120 sau 115 , aspirând soluțiile cu una dintre pompele 129 , 125 , 122 și 118 , de la fundul acestora și refulându-le periodic pe un traseu de genul 127 , în colectorul comun 149 , de unde apoi, prin traseul 286 și 341 , ajung în rezervorul local de stocare 346 , în care sunt deversate atât excesul de soluție AUP, cât și S.O. separat din rezervorul local de consum 49 , la terminarea precipitării unui lot, sub denumirea „coadă lot precipitare”, și care apoi, se golește în cuva 285 , de stocare. Cu pompa 257 , soluția AUP de tip A sau B sau mixtura A+B sau C este transvazată, periodic, mai departe, pe traseul 345 , trecând prin serpentina 252 , a cuvei de preîncălzire 253 , la temperatura de 70°C , citită local	39 41 43 45 47

RO 123618 B1

1 la termometrul cu contact **255**, încălzită cu rezistențele electrice **251** și traseul **44**, fiind
stocată în rezervorul local de consum **49**, prevăzut cu un agitator **48**, reglatoare de nivel
3 minim **43** și maxim **47**, rezistențe electrice **342** și **52**, de reglare continuă a temperaturii de
regim la 71°C, comandată de termorezistența **344**.

5 Cuva de preîncălzire **253** se umple cu apă prin **46** și are, la suprafață, o peliculă de
ulei mineral **254**, pentru evitarea evaporării în timp a apei din cuvă.

7 Din rezervorul local de consum - precipitare **49**, se golește apoi, periodic, în precipita-
toare și la un interval de timp de 30 ± 2 min, volumul de soluție de tip A sau de tip B sau de
9 tip C sau mixturi A+B, stabilit pentru o șarjă supusă precipitării discontinue a DUA, utilizând
două linii identice de precipitare, sedimentare, decantare, spălare și filtrare, care funcțio-
11 nează decalat cu 30 ± 2 min una față de alta, pentru a asigura o continuitate a alimentării cu
DUA umed, în instalația din avalul fluxului.

13 În continuare, se descrie succesiunea operațiilor pentru o linie, care este valabilă și
pentru linia a doua, dar în care aceleași operații se execută decalat, așa cum s-a menționat.

15 Din rezervorul **49**, se golește gravitațional volumul de AUP cald, pe traseul de fund
și traseele **343**, **335** și **329**, în precipitatorul **41**, al cărui volum a fost etalonat în prealabil și
17 care este echipat cu un agitator **339**, a cărui elice, prin rotire, trage soluția AUP de la fundul
precipitatorului spre suprafața acestuia (invers regulii burghiului), fiind totodată deplasat față
19 de axa precipitatorului cilindric, pentru a asigura o mai bună eficiență a agitării, cu o termo-
rezistență **42**, care comandă o rezistență electrică de la fundul precipitatorului, **328**, și
21 reglează temperatura de regim la $70 \pm 2^\circ\text{C}$, cu un electrod de măsurare - indicare pH, **40**,
cu un ștuț de dozare soluție NH_4OH , precum și cu un ștuț de evacuare suspensie **330**.

23 La stabilizarea temperaturii soluției AUP din precipitator la $70 \pm 2^\circ\text{C}$, se începe doza-
rea, gravitațională, a soluției NH_4OH , în porțiuni mici, care, din rezervorul local de consum
25 **50**, prevăzut cu reglatoare de nivel maxim **55** și minim **56**, și care asigură un nivel constant
în rezervor, prin comanda transmisă releului de oprire sau pornire pompa **93**, care aspiră
27 soluția NH_4OH din rezervorul de stocare și o refulează pe traseul **97**, **73** și **63**, circulă pe
traseul de fund **256** și debitmetrul cu flotor **331** și reacționează, sub agitare, cu soluția AUP
29 de tip A, B, A+B sau C, rezultând o suspensie de DUA. Dozarea soluției NH_4OH se face
treptat, în doze mici, sub agitare permanentă, până la pH 7,8...8,0, timp de maximum $30 \pm$
31 2 min, după care dozarea acestuia se oprește, operația de precipitare terminându-se.

Suspensia DUA, rezultată în precipitator și constituind șarjă de DUA obținută, se
33 golește gravitațional, sub agitare, prin traseul de fund **330**, în sedimentatorul transparent **332**
și se lasă la sedimentat 15 min, timp în care, în sedimentator, se separă, la suprafață, un
35 lichid incolor - ape mume - ce conține NH_4NO_3 , H_2O și microsuspensii de DUA, iar la fund,
un sediment de DUA, galben. După 15 min de sedimentare, apele mume de la suprafață
37 sunt decantate, din sedimentatorul **332**, prin traseul **333**, cu conducta de fund etalonată,
traseul **336** și **268**, în rezervorul de stocare local ape mume **284**, în vederea recuperării.
39 Sedimentul DUA, rămas la fundul sedimentatorului **332**, se spală cu un volum de apă caldă
la 60...70°C, stabilit tehnologic și care circulă gravitațional din rezervorul de înălțime **54**, ce
41 conține apă demineralizată, al cărui nivel constant este reglat de reglatoarele de nivel
maxim **58** sau minim **57**, în sedimentatorul **332**, pe traseele **261**, **262**, **95** și **160**, spațiu
43 exterior al țevilor schimbătorului de căldură **227**, unde se preîncălzește, trecând apoi, pe
traseul **171**, în încălzitorul electric **175**, cu ajutorul rezistențelor electrice **220**, de unde, prin
45 traseul **219**, apa demineralizată, încălzită la 60...70°C, circulă prin traseul **217** și intră, prin
conducta de fund **334**, în masa de sediment DUA, în volum stabilit tehnologic și se reali-
47 zează spălarea DUA de urmele de azotat de amoniu rezultate, acesta dizolvându-se ușor
în apa caldă.

RO 123618 B1

Din sedimentatorul **332**, prin conducta de fund **334**, suspensia DUA, inclusiv apa de spălare, este aspirată în rezervorul local de filtrare **39**, pe un traseu cu conducta de fund **37**, pe baza vacuumului transmis în **39**, pe traseul **38**, **264**, **221**, **195**, **192**, **197** și colector comun de vacum - transvazare **200**, după care începe filtrarea acestei suspensii, prin golirea gravitațională și periodică a suspensiei DUA pe traseul **269**, în cuva unui filtru rotativ, îndeobște cunoscut, în care un tambur rotitor, având montată o pânză filtrantă și un cuțit cu avans reglabil **338**, desprinde, în 15 min, prin răzuire continuă, DUA filtrat, sub forma unor turte cu umiditate de maximum 40%, pe baza vacuumului din interiorul filtrului, și care aspiră lichidul de spălare din suspensia DUA supusă filtrării, în rezervorul local de stocare ape - spălare **259**, pe traseul **347** și **293**, unde se separă, iar aerul fals, tras la filtrare odată cu lichidul, este separat de aerosolii DUA, succesiv, în separatoarele de picături **300** și **301**, și aspirate mai departe, de sistemul de vacuum filtrare **180**, pe traseele **84**, **340**, **176** și **179**, în rezervorul de vacuum separator de picături **178**, iar de aici, prin **181** și **183**, la colectorul comun de vacuum filtrare **180**.

Turta DUA, desprinsă de pe cuțitul cu avans reglabil **338**, al filtrului, este dirijată, prin fanta **273**, a mantalei de protecție **274**, și cade, gravitațional, pe o bandă transportoare **270**, din cauciuc, acționată de un motovarireductor **230**, iar la capătul acesteia, turta DUA este preluată de un transportor melcat **229**, cunoscut, acționat de un angrenaj de roți dințate conice **226** și un motovarireductor **228**, și împinsă, vertical, printr-un tub, pe un disc găurit **233**, macaronator, care are și rol de obturare tub, pentru a se evita aspirația preferențială a aerului prin această zonă. Din macaronator, DUA rezultat sub forma unor baghete cilindrice, cu diametrul de circa 2...3 mm, se distribuie uniform pe o bandă metalică transportoare **278**, acționată de un motovarireductor **148**, cu o viteză mică de înaintare, când, trecând prin zona **275**, formată din rezistențe electrice de încălzire și cărămizi refractare, turta DUA se încălzește, cu ajutorul unor rezistențe electrice **279**, care se cuplează sau decuplează, la comanda unei termorezistențe **280**, care menține constantă temperatura de 300...350°C, în zonă, conducând la vaporizarea apei din turta DUA și la uscarea acesteia, rezultând, la ieșirea din zona menționată, niște aglomerate de DUA, cu un conținut de apă de maximum 2%. Răcirea acestor aglomerate, având temperatura de 300...350°C, și îndepărtarea vaporilor de apă din zonă, se face cu ajutorul aerului fals, aspirat, în contracurent cu DUA, de niște ventilatoare **168** și **169**, unul în rezervă, altul în funcțiune, pe traseul: fante **273** și **266**, manta de protecție **274**, clapetă de reglare debit aer de răcire **287**, manta exterioară de protecție cuptor uscare **283**, clapetă de evacuare aer cald **276**, traseul **281**, zona interioară **223** a țevilor de răcire a schimbătorului de căldură **227**, în exteriorul cărora circulă, în contracurent, și se preîncălzește, apa demineralizată necesară spălării sedimentului DUA, așa cum s-a menționat, apoi gazele reci ies pe la partea inferioară a schimbătorului de căldură **227** și trecând prin traseul **189**, intră tangențial în separatorul de picături **231** și, de aici, la ventilatoarele **168** sau **169**, care le refulează în sistemul general de purificare gaze, pe traseul **186**. Întrucât gazele aspirate de ventilatoarele menționate antrenează microaerosoli de DUA, în circulația în contracurent prin cuptor, aceste gaze, odată cu răcirea acestora în schimbătorul **227**, se stropesc prin sita **222**, în debit controlat de flotorul **225**, pe traseul **170**, **207** și **19**, cu o soluție de azotat de uranil din rezervorul de înălțime **30**, provenit din „coada de lot”, stocată în **141**, „coada lot precipitare”, stocată în **285**, și din decantarea, prin **161**, a soluției AUP și S.O., separate din soluțiile de tip D, așa cum s-a arătat, și care aspiră soluția de AUP, separată la fund, din **172** în **30**, prin conducta de fund **174** și traseul **27**, cu ajutorul vacuumului de transvazare, acționat prin robinetul de inox, cu bilă, electric, **22**, la comanda reguletoarelor de nivel maxim **28** sau minim **29**, și care acționează și robinetul de inox cu bila **23**, de pe aerisirea rezervorului, ce se închide la nivel minim și se deschide la nivel maxim, acesta lucrând invers modului de închidere sau deschidere a robinetului **22**, de realizare vacuum.

RO 123618 B1

1 Aciditatea liberă, existentă în soluția AUP, folosită la stropirea prin sita **222**, dizolvă
microaerosolii de DUA, rezultând o soluție AUP, care este antrenată prin zona de fund **189**,
3 tangențial în rezervorul de picături **231**, din care, periodic, la umplere, soluția rezultată se reci-
clează, prin traseul de fund **234**, în rezervorul de colectare producție AUP din purificare **162**.

5 În continuare, aglomeratele de DUA uscat reci cad de pe banda metalică
transportoare **278**, într-o cuvă de colectare, la fundul căreia un transportor melcat orizontal
7 **146**, acționat de un motovarireductor, le dirijează spre gura de alimentare a unui granulator
vertical **289**, îndeobște cunoscut, prevăzut cu un disc rotitor **244** și unul fix **243**, și trecând
9 printre bolțurile **302**, ale discului care se rotește cu circa 1400 rotații pe minut, aglomeratele
se macină și rezultă o pulbere DUA, ale cărei granule trec 90%, prin sita de 2 mm, și se
11 colectează, gravitațional, trecând prin manșonul flexibil **245**, în dozatorul - colector **247**,
dimensionat pentru a colecta întregul lot de pulbere DUA.

13 Din dozatorul - colector **247**, lotul de pulbere DUA este transvazat cu vacuum în
dispozitivul de stocare - omogenizare - control - transport - evacuare **106** sau **294**, care
15 funcționează alternativ, în timp ce unul dintre acestea este în umplere - omogenizare -
control, celălalt este în golire la operația următoare din flux - reducerea DUA la UO_2 cu H_2 .

17 Astfel, din **247**, lotul de pulbere DUA este aspirat prin țeava centrală **242** a sondei de
golire, tip țeavă în țeavă, **246**, odată cu aerul fals, aspirat din atmosferă prin traseul **107** și
19 spațiul dintre cele două țevi concentrice, când sub influența benefică a vibratoarelor electro-
magnetice **250** și **317**, pulberea DUA se dirijează spre fundul conic al dozatorului și este
21 aspirată de vacuumul de transvazare, în dispozitivul **106** sau **294**, pe traseul flexibil și trans-
parent **312** sau **238**, trecând prin robinetele cu bilă **315** sau **290** și cicloanele de separare
23 pulbere DUA **316** sau **295**, racordate, la rândul lor, de asemenea, prin furtunuri flexibile și
transparente, prin ștuțurile **314** și **291**, pe traseele **313** și **237**, și prin traseele **249** și **184**, la
25 rezervorul de distribuție vacuum transvazare **192**, iar, de aici, prin **197**, la colectorul comun
de vacuum transvazare **200**.

27 Întreaga operație de transvazare pulbere DUA, din dispozitivul **247**, în dispozitivul **106**
sau **294**, se face prin staționarea acestor două dispozitive, fără rotirea acestora, pulberea
29 DUA transvazată și separată de cicloanele **316** și **295** se colectează la fundul dozatoarelor
106 sau **294**.

31 După golirea în totalitate a lotului de pulbere DUA din **247** într-unul dintre dispozitivele
106 sau **294**, lotul de pulbere DUA este supus omogenizării, motiv pentru care cele două
33 furtunuri flexibile se decuplează de la ștuțurile **315** și **314**, și se închid robinetele respective,
apoi se pornește rotirea dispozitivului **106** sau **294**, prin pornirea motovarireductoarelor **102**,
35 **321** și **308**, **309**. După trei ore de omogenizare, cu dispozitivul oprit din rotire, se racordează
un ciclon de prelevat probe (asemănător cu **316** sau **295**), prevăzut cu un vas de colectare
37 DUA, fixând un capăt la vacuum transvazare, iar celălalt la ștuțul **318** sau **303** și se aspiră
cantitatea necesară, de circa 5...6 kg pulbere DUA omogenizată, așa cum s-a arătat mai sus,
39 din **106** sau **294**, prin țeava centrală **105**, a sondei pipă **113** sau **306**, și se supune
controlului, așa cum s-a menționat.

41 După efectuarea analizelor de calitate a lotului de pulbere DUA omogen, conform
specificațiilor nucleare, și dacă această pulbere se încadrează cerințelor nucleare, atunci
43 dispozitivul **106** sau **294**, după debransarea de la energia electrică și de la furtunurile flexi-
bile, menționate, este transportat pe roțile proprii **248** sau **311**, ale șasiului de susținere **104**
45 și **310**, la instalația următoare din flux, reducerea DUA la UO_2 cu H_2 , utilizând cuptoare rota-
tive de reducere, unde dispozitivul **106** sau **294** se cuplează la energia electrică și la niște
47 cabluri flexibile racordate la vacuum, ale cuptorului de reducere, la ștuțurile **318** sau **303** ale
acestora și se pornește rotirea dispozitivului **106** sau **294**, sprijinit pe niște lagăre **112**, **319**
49 sau **307**, **305**.

RO 123618 B1

La fiecare rotire a dispozitivului **106** sau **294**, pipa **113** sau **306** aspiră, prin țeava centrală **105**, odată cu aerul fals dintre cele două țevi, tras din atmosferă prin **107**, și pulberea DUA, de fiecare dată când vârful pipei, reglabil, **111**, este orientat în jos. Transvazarea pulberii DUA, din dispozitivul **106** sau **294**, în dispozitivul de alimentare cuptor reducere DUA, se face periodic, până la golirea integrală a lotului de pulbere DUA, după care dispozitivul **106** sau **294** este transportat, pentru a transvaza, omogeniza și controla un nou lot de pulbere DUA, reluându-se ciclul menționat. Transvazarea, în timp, a mii de tone de pulbere, cu un astfel de dispozitiv **106** sau **294**, arată eficiența și robustețea acestuia.

Vacuumul necesar operațiilor de transvazare soluții sau pulberi, precum și pentru filtrarea suspensiei DUA spălate, este realizat de două sisteme de producere și distribuție, utilizând ejectoare cu aer.

În primul sistem, numit vacuum de transvazare, se folosesc, pentru producerea vacuumului, patru ejectoare cu aer, **11**, **13**, **14** și **1**, în care aerul motor necesar producerii depresiunii, purificat, cu presiunea din rețea **25**, de 5...6 atm, este distribuit fiecărui ejector de la separatorul **24**, pe traseul **21**, în colectorul comun aer motor **218**, de unde se distribuie, prin trasee de tipul **12** și **2**, la ejectoarele menționate, utilizând robinete de inox cu bilă, după care sunt refulate, prin trasee de genul **16**, împreună cu gazele aspirate pe zona de vacuum a ejectoarelor, într-un colector comun **198**, din care, aceste gaze, având caracter alcalin, sunt dirijate către un contactor - separator de picături, unde vin în contact cu refulările unor ejectoare la care gazele au un caracter acid (HNO_3), provenind de la instalația de dizolvare a materialelor de U din fluxul de fabricare a pulberii de UO_2 sinterizabile, realizându-se o neutralizare reciprocă, evitându-se, pe de o parte, cheltuielile suplimentare, pentru neutralizarea acestora, iar pe de altă parte, poluarea mediului.

Pe zonele de vacuum ale ejectoarelor cu aer, gen **15**, cele patru ejectoare realizează vacuumul necesar, de 0,35 atm, mai întâi, în colectorul **200**, din care acesta se transmite în rezervorul de vacuum **192**, de volum mare, cu rol și de separator de picături. Volumul mare asigură o constantă a depresiunii, acolo unde aceasta este distribuită, pentru transvazări lichide, prin ștuțul tangențial **184** sau pentru transvazări pulberi și lichide, pe traseul tangențial de intrare în rezervor, **195**. Depresiunea în acest rezervor se urmărește la manovacuumetrul **187** și în funcție de necesarul de vacuum se pornesc unul, două sau toate cele patru ejectoare, menținând o depresiune constantă în sistemul de distribuție vacuum arătat.

La umplere, în timp, cu soluțiile separate, urmărind sticlele de nivel înglobate **194**, lichidul se golește gravitațional într-un rezervor **172**, iar, de aici, prin **173**, se reciclează în instalația de purificare.

În al doilea sistem numit vacuum - filtrare, se folosesc, asemănător, patru ejectoare pentru producerea vacuumului, și anume **3**, **5**, **7** și **9**, iar aerul motor necesar acestora este distribuit ejectoarelor din colectorul comun **218** și refulat, împreună cu gazele aspirate pe zona de vacuum, în colectorul comun **198**, pentru neutralizare reciprocă, într-un contactor - separator de picături, așa cum s-a arătat pentru sistemul de vacuum transvazare.

Aerul motor, prin circulația sa prin ejectoarele **3**, **5**, **7** și **9**, produce pe zona de vacuum, gen **8**, o depresiune de 0,35 atm, care se transmite, mai întâi, în colectorul comun **180**, iar de aici, prin robinetul de inox cu bilă **183**, în rezervorul de distribuție vacuum de volum mare și cu rol de separator de picături **178**, echipat, ce funcționează la fel cu rezervorul simetric din sistemul vacuum-transvazare, golindu-se, la umplere, asemănător, în rezervorul colector **172**, de unde se reciclează, apoi, în instalația de purificare.

Cele două sisteme de vacuum se pot cupla împreună prin robineul despărțitor **185**, realizându-se o transvazare mai rapidă sau o uscare mai bună a turtelor DUA, permițând, totodată, reparațiile care se impun eventual, la unul dintre sisteme.

RO 123618 B1

1 Solventul organic separat în **162** și stocat în cuva **141**, prin sticla **164**, sau cel decan-
tat, prin conducta de fund **161**, în **172**, cu vacuum, sau „coada de lot”, formată din 200 l
3 soluție AUP cu S.O. desorbit, golit gravitațional din rezervoarele **128**, **124**, **120** și **115**, prin
traseele **131**, **126**, **123**, **137** și **136**, în cuva **141**, și transvazat, în **172**, prin **140** și **191**, cu
5 vacuum, precum și „coada de lot precipitare” din **285**, golită gravitațional din **346** și trans-
vazată pe traseul **288**, **349** și **191**, de asemenea, în rezervorul colector **172**, este reciclată,
7 o parte în instalația de purificare, pe traseul **173**, iar altă parte, constituită, mai ales, din
soluție AUP separată la fund, este folosită la recuperarea, prin dizolvare, a U existent în
9 microsuspensiile DUA, antrenate de gazele din cuptorul de uscare DUA, în care scop, este
transvazată din **172** în **30**, cu vacuum, pe traseul conducta de fund **174**, traseele **27** și **30**,
11 așa cum s-a arătat, iar din **30**, prin traseul **19**, **207** și **170**, debitmetrul cu flotor **225**, la sita
de stropire **222**, a gazelor calde, care sunt aspirate din cuptorul de uscare și ale căror micro-
13 suspensii de DUA se dizolvă în HNO₃ liber, existent, în concentrație de sub 0,3 N în soluția
AUP, iar soluția rezultată, separată în **231**, se reciclează în rezervorul **162**, de stocare a
15 soluțiilor AUP de tip D.

Soluțiile alcaline, conținând un exces de NH₄OH, dar și azotat de amoniu solubilizat
17 prin spălarea cu apă caldă a DUA, precum și suspensiile fine, nesedimentate de DUA,
existente în apele mume și stocate în rezervorul **284** sau în lichidele din filtrarea suspensiei
19 DUA, stocate în **296** și **259**, se tratează pentru recuperarea U și a alcalinității libere. În acest
scop, aerul cu presiune reglată de regulatorul **265** și pe traseul **216** și **350**, prin presiunea
21 exercitată în rezervorul **284**, transvazează apele mume în sedimentatorul **78**, pe traseul **282**
și **263**, iar aerul comprimat, introdus în **296** și **259**, prin traseul regulator **265** și **298**, reali-
23 zează transvazarea acestor lichide, pe traseul de fund **258** și **263**, în același sedimentator
78, în spațiul interior al tubului cilindric **80**, care împiedică dispersarea microsuspensiilor DUA
25 în întreaga masă a lichidului din sedimentator, la introducerea frecventă a acestor lichide în
acesta.

27 Sedimentul DUA se depune în timp, în **78**, și se colectează la fundul sedimenta-
torului, iar lichidul clar, de deasupra acestuia, se decantează și, prin aspirație cu pompa **88**,
29 se transvazează, pe traseul **79** și **60**, în al doilea sedimentator de înălțime, identic și de
volum mare **68**, în spațiul interior al tubului **67**, cu care este echipat sedimentatorul, urmând
31 a fi recuperat în instalația de dizolvare, pentru neutralizarea oxizilor de azot acizi, împreună
cu alcalinitatea liberă a acestor ape deșeu. În acest scop, soluțiile alcaline, din sedimenta-
33 torul **68**, sunt evacuate gravitațional în instalația de dizolvare, pe traseul **81**, separatorul **89**,
debitmetrul cu flotor **85** și traseul **70**. Excesul de soluții alcaline deșeu este deversat gravita-
35 țional din sedimentatorul **68**, pe traseul **81** și separatorul **87**, înseriat cu debitmetrul cu flotor
83, în rezervoarele de stocare, finale **98** sau **94**.

37 Sedimentul depus la fundul sedimentatorului **78** și **68** se recuperează semestrial, la
oprirea instalațiilor pentru revizii și reparații, după transvazarea, mai întâi, a lichidului clar din
39 rezervorul **78**, cu pompa **88**, prin ștuțul de fund al sticlei de nivel **82**, unde se observă nivelul
sedimentului de culoare galbenă, și se transvazează, mai întâi, în **68**, iar de aici, prin ștuțul
41 lateral de fund și traseul **81**, circulă prin separatorul **87**, flotorul **83**, prin traseul **72**, și se
colectează într-unul dintre rezervoarele **98** sau **94**, prin conductele de fund **322** sau **99**, unde,
43 în timp, sedimentează DUA antrenat, care se recuperează semestrial.

Sedimentul de DUA, rămas în **68**, la fundul acestuia, se tratează cu soluții puternic
45 acidulate de azotat de uraniu impur (AUI), provenit din neutralizarea oxizilor de azot, treapta
1 a instalației de reciclare, prin dizolvarea materialelor impure de U. Acidul azotic, conținut,
47 dizolvă ușor microcristalele de DUA din **68**, iar soluția rezultată se golește, din **68** în **78**, prin

RO 123618 B1

traseul de fund **77**, unde dizolvă sedimentul de DUA depus aici, iar o recirculare, cu pompa **88**, a soluției, pe traseul **79, 75 sau 79, 60, 68 și 77**, asigură dizolvarea în totalitate a sedimentului DUA, care apoi se golește, gravitațional, din rezervorul superior, în instalația de dizolvare reciclabile impure, pe traseul **69**, realizându-se recuperarea U din DUA antrenat în apele mume sau în apele din filtrarea suspensiei DUA.

Sedimentul depus, în timp, în sedimentatoarele finale **94 și 98**, se recuperează semestrial, prin dizolvarea acestora, în mod asemănător, cu soluții puternic acide, din treapta 1 de recuperare oxizi de azot, a instalației de dizolvare reciclabile, impure, și care sunt recepționate pe traseul **65, 61, 71 și 326**, colectorul de fund **323**, iar apoi în **98 sau 94**, prin conductele de fund ale acestora. Aerul comprimat, reglat, provenit de la regulatorul de presiune **265**, pe traseele **216, 298, 90 și 327**, colector **323**, prin barbotare în cele două rezervoare, asigură dizolvarea completă a DUA, care apoi este reciclat în instalația de dizolvare materiale impure de U, prin traseul **101**.

În funcționarea normală, soluțiile clare din **94 și 98**, la umplere, sunt controlate privind concentrația U, prin probe prelevate, prin ștuțurile **100**, ale sticlelor de nivel **324 și 325**, și deversate la canalizarea radioactivă, unde se tratează cu fosfat trisodic și se recuperează astfel și ultimele urme de U, din apele deversate în apele de suprafață.

Lichidele separate în separatoarele **300 și 301** sunt transvazate, asemănător, cu perna de aer, pe traseul **297 și 263**, în sedimentatorul **78**, și sunt tratate, la fel cum au fost tratate apele mume și soluțiile din filtrarea suspensiei DUA, prezentate mai sus.

Un rezervor, etalonat **31**, racordat la vacuum - transvazare prin traseul **26**, servește la etalonarea precipitatoarelor **35 și 41** și a sedimentatoarelor **212 și 332**, utilizând apă demineralizată, aspirată de vacuumul din **31** din rezervorul de stocare apă demineralizată, de volum mare, situat la înălțime **54**, pe traseul **261, 45 și 31**. Rezervorul **54**, de apă demineralizată, este prevăzut cu reglatoare de nivel maxim **58** și minim **57**, care acționează asupra robinetului electric **66**, prin care apa demineralizată din rețeaua existentă alimentează acest rezervor, prin **59**, și care deservește, nu numai precipitarea, ci și alți doi consumatori, și anume: instalația de purificare, etapa reextracție, precum și instalația de spălare pastile sinterizate de UO_2 .

Niște trasee de aer purificat, cu presiunea reglată de **265**, pe traseele **209 și 216**, permit desfundarea, eventuală, a traseelor **334 și 37**, precum și a traseelor **211 și 202**. Aerisirile **36 și 204**, ale rezervorului de stocare suspensiei **201 și 39**, permit golirea, periodică, a suspensiei DUA, la filtrele rotative, în vederea filtrării și obținerii turtelor DUA.

Exemplul 2. În legătură cu fig. 2, conform invenției, soluția AUP din instalația de purificare, având S.O. solubilizat natural sau antrenat tehnologic, cu concentrația U de maximum **80 g U/l** și o aciditate liberă de peste **0,3 N**, este dirijată gravitațional, din bateria de reextracție **172**, sub un debit controlat de debitmetrul cu flotor **163** și pâlnia de probe de control **162**, în separatorul S.O. local de stocare a soluției AUP **165**, unde S.O. antrenat tehnologic se separă, pe măsură ce se colectează soluția AUP, plutind la suprafață.

Rezervorul **165** este despărțit la $2/3$ din înălțime, în două compartimente, **165 și 169**, printr-o construcție interioară, de formă conică, care, în vârful ei, se termină cu un ștuț sudat **170**, având **100 mm** lungime, **2 mm** grosime și un diametru interior de **10 mm**.

La umplerea cu soluție AUP a primei părți din volum, **165**, soluția este dirijată de construcția conică prin ștuțul **170**, din care deversează, primul, solventul organic incolor - gălbui, ce plutește la suprafață, colectându-se în compartimentul **169**, iar apoi deversează soluția AUP de culoare maronie.

RO 123618 B1

1 Vizualizarea S.O., iar apoi a soluției AUP în sticla de nivel **160**, arată că rezervorul
2 **165** s-a umplut cu soluție AUP ce conține numai S.O. solubilizat, numită în continuare soluție
3 AUP de tip D, iar S.O. antrenat tehnologic s-a separat în sticla de nivel **160**, de unde aceasta
4 se golește, la fiecare umplere a separatorului **165**, cu soluție AUP, în cuva **140**, pe traseul
5 **349**. Soluția de tip D, colectată în separatorul **165**, care conține numai S.O. solubilizat
6 natural, se transvazează din **165**, pe trasul **347** și **135**, cu pompa **132**, în rezervorul de
7 stocare - omogenizare - condiționare, **136**, pe traseul **153** sau asemănător, cu pompa **129**,
8 în **133**, sau cu pompa **125**, în **130**, sau cu pompa **116**, în **127**.

9 Cele patru rezervoare proiectate să stocheze un lot de soluție AUP sunt identice
10 constructiv și ca funcționalitate, interschimbabile, în timp ce unul dintre rezervoare, de
11 exemplu, **136**, este în umplere, al doilea, **133**, este în mixare - omogenizare, al treilea, **130**,
12 este în control, iar al patrulea, **127**, este în consum la precipitare DUA.

13 Soluțiile de tip D, transvazate din **165** și stocate într-unul dintre rezervoarele **136**,
14 **133**, **130** și **127**, se mixează, apoi, cu volume calculate de soluții AUP de 400 ± 10 g U/l,
15 lipsite de S.O. și cu aciditate liberă sub 0,3 N, în scopul obținerii unor soluții de tip C,
16 concentrate în U, lipsite de S.O. și cu acidități libere sub 0,3 N.

17 Soluțiile concentrate în U, la $400 + 10$ g U/l, lipsite de S.O. și acidități libere sub
18 0,3 N, se obțin pe două căi, prima pornind de la soluții AUP de tip D, care sunt supuse
19 fierberii la maximum 114°C , fenomen în urma căruia rezultă vapori de apă care antrenează
20 solutul organic solubilizat și acidul azotic, eliminându-le din soluție, concentrându-se
21 totodată în U, a doua cale, pornind de la pastile sinterizate de UO_2 pure nuclear, dar necon-
22 forme cerințelor nucleare (dimensiuni, densitate etc.) sau pulberi pure nuclear, de DUA, UO_2 ,
23 dar cu abateri de la unele proprietăți fizice (densitate, raportul O/U), care se dizolvă în acid
24 azotic chimic pur, la $80\text{...}85^{\circ}\text{C}$, se diluează cu apă demineralizată până la o concentrație a
25 soluției AUP de 400 ± 10 g U/l, lipsită de S.O. și având aciditate liberă sub 0,3 N.

26 Ambele tipuri de soluții AUP, rezultate din fierberea soluției AUP de tip D sau din
27 dizolvarea pastilelor sinterizate de UO_2 , se transvazează și colectează în rezervorul local **238**.

28 Eliminarea prin fierbere a S.O. și HNO_3 , și totodată concentrarea la 400 ± 10 g U/l a
29 soluției AUP, se fac, conform invenției, fig. 2, pornind de la o soluție de AUP de tip D, astfel:

30 - din separatorul S.O. **165**, soluția AUP de tip D este transvazată, mai întâi, cu pompa
31 **161**, pe traseul **144** și **182**, în rezervorul tampon de înălțime **190**, echipat cu o conductă de
32 preaplin **195**, prin care surplusul accidental de soluție se returnează din nou în **165**, iar apoi
33 soluția AUP tip D se golește, din **190**, prin traseul de fund **246**, sub un debit controlat de un
34 debitmetru cu flotor **346**, în exteriorul țevilor schimbătorului de căldură **223** și pe la partea de
35 jos a acestuia, circulând gravitațional și în contracurent de jos în sus și preîncălzindu-se pe
36 baza schimbului de căldură cu vaporii de apă, S.O., HNO_3 și aerosolii de soluție AUP,
37 rezultați din fierberea soluției AUP de tip D, într-unul dintre fierbătoarele **181** sau **249**, care
38 funcționează alternativ, în timp ce unul dintre fierbătoare, **181**, de exemplu, este în umplere
39 cu soluție AUP de tip D, în debit controlat, în cel de-al doilea fierbător **249**, soluția AUP de
40 tip D fierbe la maximum 114°C .

41 Vaporii, rezultați în urma fierberii soluției de AUP, sunt dirijați din fierbătoarele **181**
42 sau **249**, prin traseul **177** și robinetul de inox cu bilă cu trei căi **245**, în zona **222**, care
43 comunică cu interiorul țevilor schimbătorului de căldură **223** și circulă de sus în jos,
44 condensându-se pe măsură ce vin în contact cu soluția AUP de tip D, rece, care circulă prin
45 exteriorul țevilor, în sens invers.

46 Condensul lichid rezultat (apa, S.O. și AUP) se dirijează apoi, prin traseul **232**, în
47 rezervorul de colectare condens **171**, de unde, periodic, la umplere, acesta este transvazat,
48 pe traseul **142**, cu o pompă **141**, prin traseul **143**, la instalația de regenerare S.O. uzat,
49 pentru recuperare S.O. și U.

RO 123618 B1

Gazele necondensabile (aer desorbit din soluție la fierbere, N₂), sunt aspirate de două ventilatoare, **186** sau **187**, cuplate în paralel, trecând prin traseul **231** și **192**, mai întâi, în separatorul de picături **343**, în care intră tangențial și este evacuat axial, prin **341** și **340**, la ventilatoarele menționate. 1

Soluția de AUP concentrată în U, de 400 ± 10 g U/l, lipsită de S.O. și HNO₃, se golește la terminarea fierberii, prin traseele **176**, robinet de inox cu bilă și trei căi **228**, traseul **230**, în rezervorul **238**, de stocare soluției AUP, urmând a fi folosite pentru obținerea soluției AUP de tip A. 3

Cele două fierbătoare **181** și **249**, cuplate în paralel, cu funcțiuni interschimbabile, pot fi exploatate manual, utilizând robinete de inox cu bilă, corespunzătoare, existente, fie automat, utilizând un „timer”, care, după un anumit timp, stabilit tehnologic, acționează conform succesiunii operațiilor, asupra robinetelor cu bilă și trei căi, montate pe abur tur **164**, abur retur **168**, golire soluție AUP concentrată la 400 ± 10 g U/l, **228**, acces soluție AUP tip D în fierbătoare **250**, sub un debit controlat de **346**, evacuare vapori **245** și aerisiri fierbătoare **178**, ținând cont de succesiunea operațiilor și după regula conform căreia o nouă operație începe numai după terminarea operației în desfășurare. 5

Debitmetrul **346** asigură, nu numai un debit constant în timp, de umplere a fierbătoarelor **181** sau **249**, cu un volum de soluții AUP tehnologic stabilit, ci și de a asigura o circulație constantă a soluției AUP reci, de jos în sus, prin schimbătorul de căldură **223**, pentru condensarea vaporilor rezultați din fierberea soluției AUP, așa cum s-a arătat. 7

Aburul tur, supraîncălzit, produs de un generator de abur exterior, este admis în instalație la fierbătoarele **181** și **249**, printr-un traseu **167**, sub o temperatură de 114°C, controlată de termorezistența **174**, un robinet cu trei căi **164** și pe un traseu **166** sau **227**, unde cedează căldura, prin niște țevi adecvate **247** și **248**, soluției AUP de tip D, până la fierberea și concentrarea în U, a acesteia, prin vaporizarea apei care antrenează S.O. și HNO₃, iar aburul retur se întoarce în generatorul exterior de abur, pe traseul **173**, a cărui temperatură se măsoară cu termorezistența **175**. 9

Volume din soluția de AUP lipsită de S.O., HNO₃ și concentrată în U, la 400 ± 10 g U/l, provenită din soluția AUP de tip D, prin fierbere sau din dizolvarea pastilelor sintetizate de UO₂ pure nuclear, dar cu diverse abateri ale unor proprietăți fizice, colectate așa cum s-a arătat mai sus, în rezervorul **238**, se transvazează apoi, în volume calculate, cu pompa **137**, trecând prin **243**, în rezervorul **136**, pe traseul **239**, sau în rezervorul **133**, pe traseul **237**, sau în rezervorul **130**, pe traseul **236**, sau în rezervorul **127**, pe traseul **235**, în care s-au introdus, așa cum s-a menționat, volume măsurate de soluție AUP de tip D, obținându-se lotul de soluție AUP de tip C, având concentrația U de 110 ± 10 g U/l, aciditatea liberă în HNO₃ sub 0,3 N și urme de S.O. solubilizat natural. 11

Dacă se transvazează, asemănător, din rezervorul **238**, în rezervoarele de stocare **127**, **130**, **133** și **136**, utilizând pompele **116**, **125**, **129** și **132**, numai soluție AUP concentrată la 400 ± 10 g U/l, în scopul obținerii unor soluții AUP de tip A și a precipitării acestora ca atare, aceasta se mixează și condiționează, dacă este cazul, cu apă demineralizată, introdusă gravitațional, în volume calculate, din rezervorul de apă demineralizată de înălțime **57**, pe traseul **59**, **69**, **90**, **384** și **233**, în **136**, pe traseul de fund **135**, sau în **133**, pe traseul de fund **134**, sau în **130**, pe traseul de fund **131**, sau în **127**, pe traseul de fund **126**, iar apoi mixtura rezultată, de exemplu, în rezervorul **136**, se omogenizează cu pompa **132**, care aspiră soluția de la fundul acestuia, prin traseul **135** și o refulează prin **153**, în partea superioară a acestuia, atunci se obține, după trei ore de omogenizare, o soluție AUP de tip A, omogenă, lipsită de S.O. și HNO₃, având o concentrație a U de 390 ± 10 g U/l. 13

RO 123618 B1

1 Omogenizarea soluției AUP, în rezervoarele **136, 133, 130** și **127**, se poate face nu
2 numai cu pompa, așa cum s-a arătat, ci și prin barbotare de aer purificat sub presiune reglată
3 la 1,0...1,5 atm, de regulatorul de presiune **17**, de la care aerul este distribuit apoi, prin
4 traseul **159**, la fundul rezervorului **136**, prin traseul **135**, sau al rezervorului **133**, prin traseul
5 **134**, sau al rezervorului **130**, prin traseul de fund **131**, sau al rezervorului **127**, prin traseul
6 de fund **126**, din care aerul de barbotare, slab acid, este evacuat pe un traseu **158**, într-un
7 separator de picături final, împreună cu gazele slab alcaline, refulate de ejectoarele cu aer
8 care asigură filtrarea și transvazarea unor soluții alcaline, din instalație, pe traseul **11**, în care
9 se reține U antrenat și are loc o neutralizare reciprocă a celor două tipuri de gaze.

10 Dacă se transvazează, asemănător, din rezervorul de stocare **238**, în rezervoarele
11 de stocare **127, 130, 133** și **136**, utilizând pompele **116, 125, 129** și **132**, numai soluție de
12 AUP concentrată la 400 ± 10 g U/l, provenită din pastile sintetizate de UO_2 pure nuclear, dar
13 neconforme din punct de vedere al unor proprietăți fizice (densitate, ciobituri, fisuri, sub
14 dimensiunea specificată etc.) și apoi aceasta se mixează, dacă este cazul, cu apă demine-
15 ralizată, introdusă gravitațional, în volume calculate, din rezervorul de apă demineralizată de
16 înălțime **57**, pe traseul **59, 69, 90, 98, 384** și **233**, în **136**, pe traseul de fund **135** sau în **133**,
17 prin traseul **134**, sau în **130**, pe traseul **131**, sau în **127**, pe traseul **126**, iar apoi mixtura
18 rezultată se omogenizează cu pompa sau cu aer, așa cum s-a menționat mai sus, pentru
19 obținerea soluției AUP de tip A, atunci, după trei ore de omogenizare, se obține o soluție
20 AUP de tip B, omogenă, lipsită de solvent organic și cu o aciditate liberă sub 0,3 N, având
21 o concentrație a U de 390 ± 10 g U/l.

22 Întrucât soluția AUP de tip B poate fi impurificată, datorită procesării pastilelor sinte-
23 rizate de UO_2 pe fluxul de fabricație, cu Mo provenit de la nacelele în care are loc sintetiza-
24 rea, la $1700^\circ C$, a pastilelor crude de UO_2 , sau cu Si, provenit din rectificarea dimensională
25 a pastilelor sinterizate de UO_2 , care se face cu pietre cilindrice din carbură de siliciu, sau cu
26 C provenit din grafitul interior al tecilor de zircaloy, din care pastilele sinterizate de UO_2 au
27 fost dezasamblate din FC, iar soluțiile AUP de tip A nu sunt impurificate cu astfel de ele-
28 mente (Mo, Si, C), dar pot avea depășiri, mai ales la P și Fe, atunci se pot mixa volume din
29 soluția de tip B, calculate pe baza concentrației Mo, Si, C, cu volume calculate din soluții de
30 tip A, lipsite de Mo, Si, C, sau a căror concentrație este redusă în soluția AUP, conducând
31 la o mixtură de soluții AUP de tip A+B, care omogenizată în mod asemănător, timp de trei
32 ore, se folosește ca atare în obținerea pulberii DUA, prin precipitare cu soluție de NH_4OH ,
33 în condițiile tehnologice conform invenției de față.

34 Soluțiile AUP de tip A sau B sau mixtura A+B și soluțiile AUP de tip C, după trei ore
35 de omogenizare, sunt controlate privind concentrația U și aciditatea liberă, iar dacă se
36 impune corectarea concentrației U, la tipurile de soluții menționate, acest lucru se realizează
37 conform modului prezentat în exemplul 1, în legătură cu fig. 1, conform invenției, și anume:
38 dacă pentru soluția AUP de tip A, B sau mixtura A+B, concentrația U este sub $390 + 10$ g U/l,
39 iar pentru soluția AUP de tip C, aceasta este sub 110 ± 10 g U/l, atunci concentrația acestor
40 soluții se mărește, transvazând, din rezervorul **238**, soluții AUP concentrate la $400 + 10$ g U/l,
41 cu pompa **137**, pe traseul **243** și **239**, în rezervorul **136**, sau pe traseul **237**, în **133**, sau pe
42 traseul **236**, în **130**, sau pe traseul **235**, în **127**, când, după omogenizare, rezultă soluție AUP
43 de tip A, B sau C, condiționate.

44 Dacă concentrația U în soluțiile menționate este mai mare, peste $390 + 10$ g U/l,
45 pentru soluțiile de tip A, B sau A+B, respectiv, peste $110 + 10$ g U/l, pentru soluțiile AUP de
46 tip C, atunci această concentrație se micșorează, transvazând soluții AUP de tip D, din **165**,
47 pe traseul **347** și **135**, cu pompa **132**, pe traseul **153**, în **136**, sau prin traseul **134**, cu pompa
48 **129**, în **133**, sau pe traseul **131**, cu pompa **125**, în **130**, sau pe traseul **126**, cu pompa **116**,
49 în rezervorul **127**, se omogenizează și rezultă o soluție condiționată, omogenă, de AUP de
tip A, B, A+B sau C, având concentrația U de 390 ± 10 g U/l, respectiv, de 110 ± 10 g U/l.

RO 123618 B1

Lotul de soluție AUP, condiționat și omogen, de tip A, B, A+B, sau tip C, este supus apoi controlului de puritate nucleară și numai dacă se constată, în urma controlului chimic, că soluția de AUP se încadrează în specificațiile nucleare, aceasta se supune mai departe prelucrării, până la obținerea pulberii de DUA.

În cazul în care, accidental, s-a produs impurificarea soluțiilor AUP de tip A, B, A+B sau tip C, atunci, în scopul recuperării U, acestea sunt transvazate din rezervorul 136, cu pompa 132, pe un traseu 156, sau din rezervorul 133, sau din rezervorul 130, sau rezervorul 127, utilizând pompele 129, 125 și 116, care refulează lotul de soluție AUP impurificat, printr-un colector comun 150, la instalația de dizolvare reciclabile impure pe bază de U, prin traseul 157, în vederea condiționării privind aciditatea liberă și reciclării acesteia, prin amestecare cu soluții de azotat de uraniu impur, conținând P, de exemplu, în instalația de purificare, pentru recuperarea U conținut.

Loturile de soluții AUP condiționate, omogenizate și controlate, de soluție AUP de tip A, B, A+B sau tip C, încadrându-se în cerințele nucleare de puritate chimică, sunt trecute la operația de precipitare cu soluție de NH_4OH , conform condițiilor tehnologice, menționate în invenția de față.

Astfel, tipurile de soluții AUP menționate se transvazează periodic, din rezervoarele de stocare - mixare - condiționare 127 sau 130 sau 133 sau 136, cu pompele 116, sau 125, sau 129, sau 132, printr-un traseu de genul 152, un colector comun 149 și printr-un traseu 287, într-un rezervor local de stocare 368, al cărui nivel se citește la sticlele de nivel înglobate 370.

Din 368, soluția AUP de tip A, B, A+B, C se transvazează în rezervorul de consum - precipitare 42, cu pompa 288, pe traseul 47, și trecând prin serpentina 274, a cuvei 51, soluția AUP se preîncălzește la 70°C , prin intermediul apei, în care este imersată serpentina, care, la rândul ei, este încălzită de niște rezistențe electrice 275, iar temperatura de ieșire din serpentină se citește la termometrul cu bimetal 38.

Rezervorul de consum - precipitare 42, de înălțime, este echipat cu o conductă de preaplin 272, prin care deversează surplusul de soluție și S.O. de la suprafață, în rezervorul local 368, precum și cu indicatorul de nivel maxim 49 sau minim 50, care transmit semnal de oprire sau pornire pompă 288, de asemenea, cu un agitator 44, care permite încălzirea uniformă la 71°C , cu ajutorul rezistențelor electrice 43 și 46, comandate de o termorezistență 271.

Cuva de preîncălzire 274 se umple cu apă, prin 36, iar prin 48, se introduce ulei, pentru asigurarea unei pelicule de ulei la suprafața apei din cuvă, în scopul evitării evaporării apei.

Din rezervorul local de consum - precipitare 42, se golește apoi, periodic, soluția AUP de tip A, B, A+B, C, din lotul respectiv, în precipitatoare, în volume stabilite tehnologic, de soluții AUP ce constituie șarja supusă precipitării discontinue, utilizând două linii identice de precipitare, sedimentare, decantare, spălare și filtrare, care funcționează decalat cu 30 ± 2 min una față de alta, pentru a asigura o continuitate a alimentării, cu turte filtrate de DUA umed, a instalațiilor din avalul fluxului tehnologic, adică uscarea DUA și granulara aglomeratelor de DUA uscate, obținute.

În continuare, se descrie succesiunea operațiilor, pentru una dintre liniile de precipitare, care este valabilă și pentru linia a doua, de precipitare.

Din rezervorul 42, soluția AUP se golește, gravitațional, în precipitatorul 28, pe traseul de fund, trecând prin traseul 371 și 31, volumul necesar de soluție AUP, stabilit tehnologic pentru o șarjă. La umplerea lui cu volumul necesar, citit la precipitatorul etalonat, se pornește agitatorul 202, care se învâрте în sens invers regulii burghiului, ceea ce face ca soluția AUP să fie aspirată de jos în sus, iar poziția laterală a acestuia, lângă perete, deplasată față de axa precipitatorului, conducând la o agitare mai bună. O termorezistență 29 reglează temperatura de precipitare la $70 \pm 2^\circ\text{C}$, acționând asupra unei rezistențe electrice 30.

RO 123618 B1

1 La realizarea temperaturii de precipitare de $70+2^{\circ}\text{C}$, se începe dozarea, în porțiuni
mici, a soluției de NH_4OH din rezervorul local de înălțime și gavațional **273**, în precipitatorul
3 **28**, pe traseul de fund și lateral **39**, traseul **369** și debitmetrul cu flotor **206**, reacționând, sub
agitare, cu soluția AUP de tip A, tip B, mixtura A+B sau de tip C, rezultând DUA în suspensie,
5 de culoare galbenă. Dozarea NH_4OH se face treptat, în doze mici și sub agitare permanentă,
până la atingerea unui pH de 7,8...8,0, în timp, de maximum 30 ± 2 min, după care dozarea
7 NH_4OH se oprește și operația de precipitare se consideră terminată.

Soluția de hidroxid de amoniu din rezervorul **273** se menține la un nivel constant, cu
9 ajutorul unor indicatori de nivel maxim **49** sau minim **50**, acționând asupra pompei **100**, care
refulează la nivel minim soluție de NH_4OH din rezervorul exterior **91**, pe traseul **87**, **68** și **58**,
11 volumul de NH_4OH necesar, excesul deversând prin conducta de preaplin **52**, în **91**, pe tra-
seul **85**. La nivel maxim, indicatorul de nivel **49** comandă oprirea pompei de transvazare **100**.

13 Suspensia DUA, rezultată în precipitatorul **28**, constituind șarjă de DUA obținută, se
golește gavațional, sub agitare, în sedimentatorul transparent **209**, prin traseul de fund **377**,
15 și se lasă la sedimentat timp de 15 min, timp în care, în sedimentatorul **209**, se separă, la
suprafață, un lichid incolor, numit „ape mume”, ce conține NH_4NO_3 , H_2O și microsuspensii
17 de DUA, iar la fund, un sediment de DUA de culoare galbenă. După 15 min de sedimentare,
apele mume de la suprafață sunt decantate din sedimentatorul **209**, în rezervorul de stocare
19 „ape mume” **268**, prin traseul **207**, imersat în soluție, traseul **379** și **361**, pe baza vacuumului
de transvazare, transmis de la sistemul de producere și distribuție **199**, în **268**, pe traseul
21 **196**, **345** și **268**, în vederea recuperării.

Sedimentul galben de DUA, rămas în sedimentatorul **209** după decantarea soluției
23 de ape mume, se spală apoi cu un volum de apă demineralizată, stabilit tehnologic, încălzită
la $60...70^{\circ}\text{C}$ și care circulă gavațional, din rezervorul de înălțime **57**, în sedimentatorul **209**,
25 pe traseul de fund **59**, **69**, **90**, **384** și **219**, în exteriorul țevilor schimbătorului de căldură **244**,
printre care circulă de jos în sus, preîncălzindu-se, din care iese pe traseul **217** și intră în
27 încălzitorul de apă caldă **212**, unde se încălzește la $60...70^{\circ}\text{C}$, utilizând o rezistență electrică
211, după care, prin traseul **210** și **220**, intră în **209**, prin conducta de fund **208**. După câteva
29 minute, suspensia de DUA se aspiră din sedimentatorul **209** în rezervorul local de filtrare
378, pe traseul **208** și conducta de fund **33**, pe baza vacuumului de transvazare, se transmite
31 de la **199** la **378**, pe traseul **196**, **345**, **380** și **32**. Când întregul volum de suspensie s-a trans-
vazat din **209** în **378**, vacuumul din **378** trage aer fals din **209**, prin aerisirea acestuia, care
33 barbotează prin suspensia de DUA, spălând-o, fenomen în urma căruia, azotatul de amoniu
din DUA se solubilizează practic total în apă demineralizată caldă și se înlătură din sus-
35 pensia DUA.

Suspensia DUA se golește periodic din rezervorul **378**, pe traseul **373**, în cuva filtrului
37 rotativ **252**, și este supusă filtrării, utilizând un filtru rotativ **252**, îndeobște cunoscut, echipat
cu un tambur rotativ cilindric, pe care s-a aplicat, în prealabil, o pânză filtrantă etanșă, s-a
39 racordat la vacuum, prin care se aspiră și soluția filtrată pe traseul **365** și cu un motovari-
reductor de turație, precum și cu un cuțit **253**, care desprinde, pe durata rotirii tamburului,
41 turta DUA, având 40% umiditate și o dirijează prin traseul **255**, pe o bandă transportoare
256, din cauciuc, care se mișcă în interiorul mantalei de protecție ventilată **259**, sub influența
43 unui motovarioreductor **254**, din care turta de DUA umed trece la operația următoare din flux -
uscare la $300...350^{\circ}\text{C}$, în cuptoare statice, cu bandă metalică transportoare și încălzite
45 electric, îndeobște cunoscute.

În acest sens, turta de DUA umed este preluată de pe banda transportoare **256**, de
47 un transportor melcat **225**, acționat de un angrenaj de roți dințate conice **224** și un moto-
varioreductor **253** și împinsă vertical, printr-un tub, pe un disc găurit - macaronator - care are
49 și rol de obturare tub, pentru a se evita aspirația preferențială a aerului prin această zonă.

RO 123618 B1

Din macaronator, DUA umed, rezultat sub forma unor baghete cilindrice, cu diametrul de circa 2...3 mm, se distribuie uniform pe o bandă metalică transportoare **264**, acționată de un motovarireductor **312**, cu viteză mică, reglabilă, de înaintare și trecând prin zona **278**, formată din cărămizi refractare în care s-au montat rezistențe electrice de încălzire **265**, comandate de o termorezistență **260**, pentru asigurarea unei temperaturi de 300...350°C, în această zonă, turta DUA se usucă, eliminând apa, și rezultă, la ieșirea din zonă, niște aglomerate de DUA cu un conținut de apă de maximum 2%.

În scopul răcirii acestor aglomerate de DUA, de la 300...350°C la temperatura ambiantă și îndepărtarea vaporilor de apă din zonă, se utilizează aerul fals, aspirat în contracurent cu DUA de niște ventilatoare **186** și **187**, cuplate în paralel, pe traseul: fante de acces turtă umedă de DUA **255**, interior manta **259**, traseul **269**, clapeta de reglare **302**, interiorul mantalei de protecție **263**, clapeta de reglare **262**, traseul **258**, **344**, schimbătorul de căldură **244**, interiorul țevilor **244**, în exteriorul cărora circulă apă demineralizată, rece, în contracurent de jos în sus, așa cum s-a menționat, apoi gazele răcite ies pe la partea inferioară a schimbătorului de căldură **244** și trecând prin traseul **342**, intră tangențial în separatorul de picături **343**, iar de aici, la aspirația ventilatoarelor **186** și **187**, pe traseul **340**, care le refulează în sistemul general de purificare gaze.

În continuare, aglomeratele de DUA, uscate, cad, gravitațional, de pe banda metalică transportoare **270**, într-o cuvă **147**, de unde sunt preluate și transportate, pe orizontală, de un transportor melcat **146**, acționat de motovarireductorul **148**, la granulatorul cu funcționare verticală **313**, îndeobște cunoscut, prevăzut cu un disc rotitor **314** și unul fix **337**, echipate, fiecare, radial, pe cercuri concentrice de diametre diferite, la discul rotitor față de cel fix, cu un număr de bolțuri, distanțate între ele la maximum 2 mm, la rotirea unuia față de altul, când aglomeratele de DUA se macină la o turație de circa 1400 rotații pe minut, rezultând o pulbere DUA ale cărei granule trec 90% prin sita de 2 mm, și se colectează, gravitațional, trecând prin manșonul flexibil și etanș **382**, în dispozitivul de colectare - transvazare pulberi de DUA **336**, care este format din două părți, una fixă cu fundul rotund **336** și alta care se rotește în jurul axului **123**, acționată de un motovarireductor de turație **335**, care se sprijină pe două lagăre de rostogolire, gen **124**, și este etanșat față de partea fixă prin intermediul unor garnituri din teflon grafitat **113** și **112**, și niște discuri de strângere **111**, ax care este prevăzut cu o sondă formată din două țevi concentrice, una exterioară prin care aerul atmosferic fals este aspirat prin robinetul de inox cu bilă **339** și dirijat către capătul inferior al țevii interioare **122**, a sondei, unde sunt sudate două plăcuțe paralelipipedice la 180° una față de alta, pentru a afâna pulberea DUA, la fiecare rotire a axului **123** și a pipei, ocazie cu care aerul antrenează pulberea DUA prin țeava centrală a sondei, ori de câte ori partea inferioară **121** a sondei se află imersată în pulberea DUA.

Vacuumul necesar aspirării pulberii DUA, din dispozitivul de colectare -transvazare **336**, este transmis de la sistemul de producere și distribuție vacuum de transvazare **199**, în dispozitivul de dozare - omogenizare lot **325** sau **329**, pe traseele **197**, **180** și **145**, traseul flexibil **322** sau **289**, ciclonul **103** sau **330**, robinetele **323** sau **316**, de care sunt cuplate furtunurile flexibile, demontabile, furtunul **118**, robinetul rigid **120** și țeava centrală **122**.

Astfel, lotul pulbere DUA este aspirat pe măsură ce se colectează în **336**, așa cum s-a menționat, sub influența vacuumului, pe traseul **122**, **118**, **323** sau **316**, în ciclonul interior **104** sau **330**, unde se separă și cade la fundul dispozitivului de dozare - omogenizare lot **325** sau **292**, aflat în repaus.

În final, se poate spune că, la terminarea granulării unui lot de pulbere DUA, se termină, totodată, și transvazarea aceluși lot în dispozitivul de dozare - omogenizare lot pulbere DUA și se poate începe operația următoare, de omogenizare lot.

RO 123618 B1

1 Întreaga operație de transvazare pulbere DUA, din dispozitivul de colectare -trans-
vazare **336**, în dispozitivul de dozare - omogenizare **325** sau **292**, se face prin staționarea
3 celor două dispozitive, fără rotirea acestora.

5 Lotul de pulbere DUA, din **325** sau **292**, se supune omogenizării, motiv pentru care
robinetele **323** și **324**, ale ciclonului **103**, sau **316** și **291**, ale ciclonului **330**, se închid, iar
7 furtunurile flexibile și transparente se debranșează de la ștuțurile acestor robinete, apoi se
pornește rotirea dispozitivului de dozare - omogenizare **325** sau **292**, prin pornirea motovari-
reductorului **326**, **102** sau **304**, **307**. După trei ore de omogenizare, cu rotirea dispozitivului
9 **325** sau **292** oprit, se racordează un ciclon de prelevat probe (asemănător cu **103** sau **330**),
prevăzut cu un vas de colectare DUA, fixând un capăt la vacuumul transvazare, iar celălalt
11 capăt la ștuțul **119** sau **303**, și se aspiră cantitatea necesară, de circa 5...6 kg de pulbere
DUA omogenizată, din **325** sau **292**, prin țeava centrală **114** sau **305**, a sondelor pipă, care
13 au capătul **108** sau **319** imersat în pulberea DUA, după care se supune controlului, așa cum
s-a menționat.

15 După efectuarea analizelor de calitate a lotului de pulbere DUA omogen, conform
specificațiilor nucleare, și dacă această pulbere se încadrează în cerințele nucleare, atunci
17 dispozitivul **325** sau **292**, după debranșarea de la energia electrică și de la furtunurile flexibile
și transparente, menționate, sunt transportate pe roțile proprii **106** sau **321**, ale șasiului de
19 susținere **110** sau **308**, la instalația următoare din flux - reducerea DUA la UO_2 cu H_2 și utili-
zând cuptoare statice cu tub rotativ, încălzite electric, unde dispozitivul **325** sau **292** se
21 cuplează la energia electrică și la niște cabluri flexibile și transparente, racordate la vacuum,
ale cuptorului de reducere, prin ștuțurile **119** sau **303**, ale acestora, și se pornește rotirea dis-
23 pozitivului **325** sau **292**, sprijinite pe niște lagăre de rostogolire gen **104** sau **320** și se începe
dozarea pulberii DUA în cuptorul de reducere, în mod similar celui din exemplul 1, pe care
25 nu-l vom mai descrie. Asemănător, decurge și modul de colectare și evacuare S.O., separat
în diverse faze ale procesului, ca cel descris în exemplul 1, din fig. 1.

27 Vacuumul necesar operațiilor de transvazare a soluțiilor cu suspensii sau pulberi de
U, precum și pentru filtrarea suspensiilor de DUA spălate, conform invenției, fig. 2, este
29 realizat de două sisteme de producere și distribuție a vacuumului, identice cu cele mențio-
nate conform invenției de față, fig. 1, atât pentru vacuumul de transvazare, cât și pentru
31 vacuumul de filtrare, și utilizând ejectoare cu aer.

33 Solventul organic cu soluție AUP de tip C, constituind „coada lot precipitare”, în volum
de circa 100 l, se golește din rezervorul de înălțime **42**, gravitațional, mai întâi în rezervorul
local **368**, iar de aici, în cuva colectoare **285**, după fiecare lot de soluție AUP de tip C, supusă
35 precipitării. Din cuva colectoare **285**, la umplerea acesteia, soluția AUP cu S.O. se transva-
zează în rezervorul de înălțime **24**, pe traseul conductă de fund **284** și **23**, cu ajutorul vacuu-
37 mului de transvazare, care acționează pe traseul **22** și **18**, rezervor de distribuție vacuum de
transvazare **199**.

39 Soluția AUP de tip C și S.O. sunt apoi dozate, periodic și la începerea prelucrării prin
precipitare a unui nou lot de soluție AUP, din **24**, pe traseul de fund **204**, sub controlul
41 debitmetrului cu flotor **218** și stropitorul **216**, în partea superioară a schimbătorului de căldură
244, circulând prin interiorul țevilor acestuia de sus în jos, în echicurent cu gazele calde,
43 conținând, pe lângă apă și NH_4NO_3 , urme de microcristale de DUA, apoi sunt trecute prin
traseul de tund **342**, odată cu gazele aspirate din cuptorul de uscare, în separatorul de
45 picături **343**, în care intră tangențial, ocazie cu care lichidele și picăturile de lichid se separă
și se colectează la fund, iar gazele sunt aspirate axial, pe traseul **341**, de ventilatoarele
47 cuplate în paralel **186** și **187**, și refulate într-un contactor - separator final, unde sunt refulate
și gazele din ejectoarele cu aer, alcaline, precum și gazele din ejectoarele cu aer, acide, de
49 la dizolvarea materialelor de U, neutralizându-se reciproc.

RO 123618 B1

Stropirea periodică cu soluție AUP de tip C, din **24**, a interiorului țevilor schimbătorului de căldură **244**, se face cu scopul, pe de o parte, de a dizolva și recupera urme din microcristalele de DUA antrenate din cuptorul de uscare DUA, iar pe de altă parte, pentru a evita colmatarea interiorului țevilor schimbătorului de căldură **244**, cu DUA. Aciditatea liberă mică, existentă în soluția AUP de tip C, este suficientă pentru dizolvarea microcristalelor de DUA, aducerea acestora în soluție și evitarea colmatării.

Asa cum s-a arătat, în exteriorul **214**, al țevilor schimbătorului de căldură **244**, circulă în contracurent, de jos în sus, apă demineralizată, intrând rece prin traseul **219** și fiind evacuată caldă, prin traseul **217**, la încălzitorul de apă **212**, care utilizează o rezistență electrică **211** și asigură temperatura de 70°C, necesară apei demineralizate, pe traseul **210**, **220** și **208**, sedimentator **209**, sau pe traseul **210**, **251**, **357** și **360**, sedimentator **358**, asigurând spălarea sedimentelor de precipitate DUA, rezultate în urma precipitării soluțiilor de tip A sau B sau A+B sau de tip C.

Trebuie subliniat că, pentru soluția AUP de tip A, B, sau A+B, nu există „coadă lot” sau „coadă lot precipitare”, deoarece aceste soluții nu conțin S.O. solubilizat sau antrenat fizic, întrucât acesta a fost eliminat din soluția AUP de tip A prin fierbere cu abur la 114°C, iar în soluția AUP de tip B, acesta s-a eliminat încă din operația de reducere la 700°C a pulberii de UO₂ și de sinterizare la circa 1700°C a pastilelor de UO₂ solubilizate. Numai soluțiile AUP așa cum rezultă acestea din operația de purificare nucleară, adică conținând S.O. atât solubilizat, cât și antrenat tehnologic din instalația de purificare și având aciditatea liberă de peste 0,3 N și concentrația U de maximum 80 g U/l, precum și soluțiile de tip D, ce conțin numai S.O. solubilizat și de tip C, provenite din soluția AUP de tip D prin mixare cu soluții AUP concentrate la 400 + 10 g U/l, obținute pe filiera „fierbere soluție AUP de tip D” sau „dizolvare pastile sinterizate de UO₂”, numai acestea sunt supuse operației de eliminare „coadă lot” sau „coadă lot precipitare”, așa cum s-a arătat.

Soluția de AUP și solventul organic, rezultate din stropirea gazelor în schimbătorul de căldură în **244** și colectate la fundul separatorului **343**, sunt golite periodic, gravitațional, pe un traseu **188**, la instalația de purificare, etapa reextracție și reciclate direct, sau pe traseul **193**, împreună cu lichidele colectate în separatoarele -distribuitoarele de vacuum **185** sau **199**, pe traseele de fund ale acestora **198**, în separatorul de picături **171**, iar de aici, așa cum s-a arătat, sunt trimise prin **143**, cu pompa **141**, la stația de regenerare S.O. uzat și recuperare U, de unde se reciclează, apoi, în instalația de purificare, etapa extracție.

Soluțiile alcaline, conform invenției, din fig. 2, conținând exces de NH₄OH, dar și de NH₄NO₃ solubilizat prin spălare cu apă caldă a DUA, precum și suspensiile fine nesedimentate de DUA, existente în „apele mume” și stocate în rezervorul **268**, sau din lichidele de filtrare suspensie DUA și stocate în **294** și **296**, se supun unor operații de recuperare a U și a alcalinității libere, conținută, în același mod și utilizând aceleași echipamente conform invenției, fig. 1, reciclarea soluțiilor conținând U și recuperarea acestora făcându-se asemănător fig. 1.

Un rezervor etalonat **27**, racordat la vacuum transvazare, pe traseul **18**, separator -distribuitor vacuum **199**, servește la etalonarea și spălarea periodică a precipitatoarelor **28** și **367**, precum și a sedimentatoarelor DUA **209** și **358**, utilizând apă demineralizată, aspirată cu vacuum, pe un traseu **276**, din vasul de înălțime **57**, prevăzut cu indicatori de nivel maxim **54** și minim **55**, și care comandă un robinet electric **56**, de închidere sau deschidere a acestuia, și oprirea sau alimentarea rezervorului respectiv cu apă demineralizată, de la stația de apă demineralizată, pentru a asigura permanent un volum minim necesar spălării precipitatelor DUA, precum și altor doi consumatori, instalația de purificare, etapa reextracție pe traseul **215** și instalația de spălare pastile sinterizate de UO₂ rectificat, pentru eliminarea și pe traseul **278**.

RO 123618 B1

1 În scopul curățării precipitatoarelor **28** și **367**, a sedimentatoarelor **209** și **358**, a rezervoarelor **378** și **35** și a filtrelor **252** și **362**, de DUA, pe perioada intervențiilor sau a reviziilor
3 anuale, se folosește o soluție diluată de HNO_3 , aspirată din rezervorul de stocare, utilizând
5 vacuumul, pe traseul **277** și **276**, în rezervorul de etalonare **27**, unde se diluează cu volume
7 măsurate de apă demineralizată, aspirată pe același traseu **276** din **57** în **27**, de unde gravi-
tațional, se golesc volume de soluție în precipitatoarele **28** și **367**, care, cu agitarea în func-
9 țiune, dizolvă DUA, iar de aici, prin conductele de fund **377** sau **355**, se golește soluția de
spălare, mai departe, în sedimentatoarele **209** sau **358**, se agită cu aer, prin **208** sau **360**,
și se aspiră apoi, în rezervoarele **378** și **35**, unde spălarea continuă sub barbotare cu
11 vacuum, dizolvând DUA aderent la pereți, fund, robinete, după care soluția de spălare, rezul-
tată, se golește prin traseele **373** sau **376**, în filtrele **252** și **362**, în funcțiune. Soluția acidă
13 dizolvă DUA aderent pe cuvă, pânză și celelalte componente de etanșare și este aspirată
de sistemul de vacuum - filtrare în **294** sau **296**, pe traseele **365** sau **366**, de unde cu perna
15 de aer se transvazează, pe traseul **283**, în sedimentatorul **74**, unde, prin reciclare cu pompa
310, pe traseul **73** și **71**, dizolvă totodată DUA sediment existent, iar apoi, cu pompa **310**, pe
traseul **73** și **60**, soluția acidulată dizolvă și DUA depus aici și se transferă, în final, din **62**,
17 prin traseul de fund **65**, la instalația de dizolvare materiale impure de U, ca o soluție de AUI
concentrată în U, pentru recuperare.

19 Spălarea cu soluție acidulată a echipamentelor menționate, așa cum s-a arătat mai
sus, este urmată de o spălare cu apă demineralizată, care se face în același mod cu cel de
21 mai sus și are scopul înlăturării, din echipamentele respective, supuse reviziei, a urmelor de
acid și U.

23 Soluția rezultată din spălarea cu apă demineralizată se transferă, în final, din **62**, pe
traseul de fund **65**, la instalația de dizolvare materiale impure de U și se recuperează.

25 Niște trasee de aer purificat, cu presiunea reglată de regulatorul **17**, asigură
desfundarea traseelor **208** sau **360**, dacă acest lucru se impune, pe durata funcționării
27 normale a instalației de pricipitare.

În scopul curățării rezervorului de stocare ape mume **268**, o parte din soluția acidă,
29 folosită la spălarea sedimentatoarelor **209** și **358**, este aspirată cu vacuum pe traseul **207**
sau **359**, **379** sau **363** și **361**, când se dizolvă DUA depus, în timp, prin barbotarea acestuia,
31 aspirând, cu vacuumul din **268**, aer fals, din **74**, pe la fundul rezervorului, pe traseele de
aerisire **74** și traseele **283** și **286**.

33 După spălare, soluția de azotat de uranil impură, rezultată, se transferă din **268** în **74**,
cu perna de aer comprimat la 1...1,5 atm, care, de la reductorul de presiune **17**, acționează
35 pe traseul **213** și **301**.

1. Procedeu de obținere a pulberii de diuranat de amoniu, prin tratarea, cu soluție de hidroxid de amoniu, a unor soluții de azotat de uraniu pur, care nu conțin solvent organic, au o aciditate liberă sub 0,3 N și o concentrație a uraniului de 390 ± 10 g/l sau 110 ± 10 g U/l, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde următoarele etape:
- obținerea diferitelor tipuri de soluții de azotat de uraniu pur, de tip A, B, C și A + B, care nu conțin solvent organic, au o aciditate liberă sub 0,3 N și un conținut de uraniu cuprins între 390 și 400 g/l sau între 110 și 120 g/l;
 - precipitarea diuranatului de amoniu prin tratarea uneia dintre soluțiile de uraniu obținute în etapa a, la o temperatură de $70 \pm 2^\circ\text{C}$, cu o soluție de hidroxid de amoniu cu o concentrație de 25%, adăugată în doze mici, sub agitare la 1400 rot/min, într-o cantitate de 1,8 l, pentru un kilogram de U;
 - sedimentarea precipitatului format, timp de maximum 15 min;
 - spălarea precipitatului de diuranat de amoniu cu apă demineralizată la o temperatură de $60\text{...}70^\circ\text{C}$;
 - filtrarea diuranatului de amoniu sub presiune redusă, urmată de uscarea turtei rezultate de la filtrare, la o temperatură de $300\text{...}350^\circ\text{C}$, granularea și stocarea diuranatului de amoniu.
2. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** soluția de azotat de uraniu pur de tip A se obține prin fierberea soluției de azotat de uraniu pur de tip D, rezultată de la purificare, care are un conținut ridicat de solvent organic, o aciditate liberă mai mare de 0,3 N și o concentrație a uraniului de 80 g U/l, utilizând abur supraîncălzit sau rezistențe electrice, la temperaturi de maximum 114°C , când apa și acidul azotic se vaporizează și se elimină odată cu solventul organic, realizându-se o creștere a concentrației în uraniu, de până la 400 ± 10 g U/l, soluția astfel obținută fiind condiționată, opțional, cu apă demineralizată și omogenizată, pentru a se obține o soluție de azotat de uraniu de tip A, cu o concentrație, controlată, a uraniului, de 390 ± 10 g U/l, lipsită de solvent organic, și cu o aciditate liberă sub 0,3 N, care apoi se procesează conform etapelor de procedeu b, c, d și e, ca atare sau amestecată, în anumite proporții, cu soluții de tip A+B sau de tip C.
3. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** soluția de azotat de uraniu de tip B se obține prin dizolvarea pastilelor sinterizate de dioxid de uraniu, a pulberilor de diuranat de amoniu, a pulberilor de dioxid de uraniu sau oxid de uraniu, care nu sunt conform specificațiilor nucleare impuse, în soluții de acid azotic 12...13 N, chimic pur, la $80\text{...}85^\circ\text{C}$, sub agitare și sub depresiunea dată de ejectoarele cu aer, rezultând o soluție de azotat de uraniu de tip B, lipsită de solvent organic, cu o concentrație a uraniului de 390 ± 10 g U/l și o aciditate liberă mai mică de 0,3 N, care apoi se procesează conform etapelor de procedeu b, c, d și e, ca atare sau amestecată, în anumite proporții, cu soluții de tip A+B sau de tip C.
4. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** soluția de azotat de uraniu pur de tip C se obține prin amestecarea unor soluții de azotat de uraniu de tip A, de tip B sau de tip A+B, cu o concentrație în uraniu de 390 ± 10 g U/l, cu volume calculate de soluție de tip D, cu o concentrație în uraniu de 80 g U/l, din care s-a eliminat solventul organic prin decantare, rezultând o soluție de azotat de uraniu pur cu o concentrație de 110 ± 10 g U/l, care, ulterior, se procesează conform etapelor de procedeu b, c, d și e.
5. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** soluția de azotat de uraniu pur de tip A + B se obține prin amestecarea unor soluții de azotat de uraniu de tip A cu soluții de azotat de uraniu de tip B, urmată, opțional, de condiționare cu apă demineralizată și omogenizare, rezultând o soluție de azotat de uraniu pur cu o concentrație în uraniu de 390 ± 10 g U/l, care ulterior se procesează conform etapelor de procedeu b, c, d și e.

RO 123618 B1

1 6. Instalație de obținere a pulberii de diuranat de amoniu, conform procedurii definit
în revendicările 1, 2 și 3, **caracterizată prin aceea că** este constituită dintr-un rezervor de
3 stocare a soluției de azotat de uraniu (165) de la o instalație de purificare (172), un rezervor
de separare a solventului organic (169), un rezervor tampon de înălțime (190), un schimbător
5 de căldură (223), un debitmetru cu flotor (346), fierbătoare (181 și 249), un rezervor de
colectare condens (171), un rezervor local de stocare a soluției de azotat de uraniu pur de
7 tip A (238), rezervoare de stocare, de omogenizare, de condiționare, de control și de consum
soluții de tip A și de tip C (136, 133, 130 și 127), pompe centrifuge de transvazare a soluțiilor
9 (161, 141, 137, 132, 129, 125 și 116), ventilatoare (186 și 187), un rezervor local de soluție
de azotat de uraniu tip A (238), un rezervor local de soluție de azotat de uraniu tip B (368), o
11 pompă centrifugă (288), o cuvă de preîncălzire soluție (51), rezistențe electrice (275), un
rezervor de consum - precipitare (42), precipitatoare (28 și 367) prevăzute cu amestecătoare
13 (202 și 353), termorezistență (29 și 351) pentru reglarea temperaturii la $70\pm 2^{\circ}\text{C}$, electrozi
pentru determinarea pH-ului (26 și 352) și rezistență electrică (30 și 354), un rezervor local
15 de hidroxid de amoniu (273), debitmetre cu flotor (206 și 356), o pompă de transvazare
(100), un rezervor exterior pentru depozitarea soluției de hidroxid de amoniu (91), un
17 rezervor de stocare ape mume (268), un sistem vacuum de transvazare (199), ejectoare cu
aer (2, 4, 6 și 8), sedimentatoare pentru uraniu din apele mume (74 și 62), un rezervor de
19 înălțime pentru apa demineralizată (57), sedimentatoare (209 și 358), un schimbător de
căldură (244), un încălzitor pentru apă demineralizată (212) la $60\text{...}70^{\circ}\text{C}$, un rezervor local
21 de filtrare (378 și 35), filtre rotative (252 și 362), un rezervor de stocare filtrat (294 și 296),
un vacuum de filtrare suspensie de diuranat de amoniu (185) produs de ejectoarele cu aer
23 (3, 5, 7 și 9), separatoare de picături (289 și 300), un macaronator (259), un transportator
melcat vertical (225), o bandă din cauciuc pentru transportul turtei umede (256), un cuptor
25 static pentru uscarea brichetelor de diuranat de amoniu (263), o bandă metalică pentru
transportul brichetelor de diuranat de amoniu (264), un sistem electric de încălzire (265) și
27 de reglare a temperaturii (260), ventilatoare (186 și 187) pentru răcirea conglomeratelor
uscate, rezultate, colector de condens de la răcirea gazelor (343), cuvă de colectare a
29 conglomeratelor uscate de diuranat de amoniu (147), transportator melcat, orizontal, pentru
conglomeratele uscate de diuranat de amoniu (146), un granulator (313) cu disc rotativ
31 vertical (314) și unul fix (337), un dispozitiv de colectare și transvazare a pulberilor de
diuranat de amoniu (336), dispozitive de omogenizare a pulberilor finale de diuranat de
33 amoniu (325 și 292) și sistem de vacuum transvazare (199).

35 7. Instalație de obținere a pulberii de diuranat de amoniu, conform procedurii definit
în revendicările 1, 4 și 5, **caracterizată prin aceea că** este constituită dintr-un rezervor de
stocare a soluției de azotat de uraniu pur, tip A sau B (134), pompe de transvazare și omoge-
37 nizare soluție de tip A sau B (139, 129, 125, 122 și 118), rezervoare de amestecare - omo-
genizare - condiționare - control soluție de azotat de uraniu pur, tip A + B, rezultată (115, 120,
39 124 și 128), un rezervor local de soluție de azotat de uraniu, tip A + B (346), cuvă de stocare
pentru coada lot precipitare (285), o pompă de transvazare (257), o cuvă de preîncălzire
41 soluție tip A + B (253), rezistențe electrice (251), un rezervor de consum - precipitare (49)
cu rezistențe electrice (52 și 342), precipitatoare (41 și 35) prevăzute cu amestecătoare (32
43 și 339), termorezistență (33 și 42), electrozi pentru determinarea pH-ului (17 și 40) și
rezistență electrică (205 și 328), un rezervor local de hidroxid de amoniu (50), debitmetre cu
45 flotor (331 și 208), o pompă de transvazare soluție hidroxid de amoniu (93), sedimentatoare
transparente (332 și 212), rezervor de stocare ape mume decantate (284), un sistem de
47 vacuum transvazare (192), ejectoare cu aer (1, 11, 13 și 14), sedimentatoare uraniu din

RO 123618 B1

apele mume (76 și 68), un rezervor de înălțime pentru apa demineralizată (54), un schimbător de căldură (227), un încălzitor pentru apă demineralizată (175) la 60...70°C, un rezervor local de filtrare (201 și 39), filtre rotative (215 și 338), un rezervor de stocare filtrat (296 și 259), un vacuum de filtrare suspensie de diuranat de amoniu (178) produs de ejectoarele cu aer (3, 5, 7 și 9), separatoare de picături (300 și 301), un macaronator (226), un transportator melcat vertical (229), o bandă din cauciuc pentru transportul turtei umede (270), un cuptor static pentru uscarea brichetelor de diuranat de amoniu (283), o bandă metalică pentru transportul brichetelor de diuranat de amoniu (278), un sistem electric de încălzire (275) cu rezistențe electrice (279) și termorezistențe (280 și 153), ventilatoare (168 și 169) pentru răcirea conglomeratelor uscate, rezultate, colector de condens de la răcirea gazelor (231),	1
cuvă colectare conglomerate uscate de diuranat de amoniu (146), transportator melcat, orizontal, pentru conglomeratele uscate de diuranat de amoniu (146), un granulator (3289) cu disc rotativ vertical (244) și unul fix (243), un dispozitiv de colectare și transvazare pulberi de diuranat de amoniu (247), prevăzut cu sondă de evacuare pulbere (246), postament vibrant electromagnetic (114), dispozitive electromagnetice de vibrație (317 și 250), dispozitiv de dozare și omogenizare pulberi finale de diuranat de amoniu (294 și 106) și sistem de vacuum transvazare (192).	3
	5
	7
	9
	11
	13
	15
	17

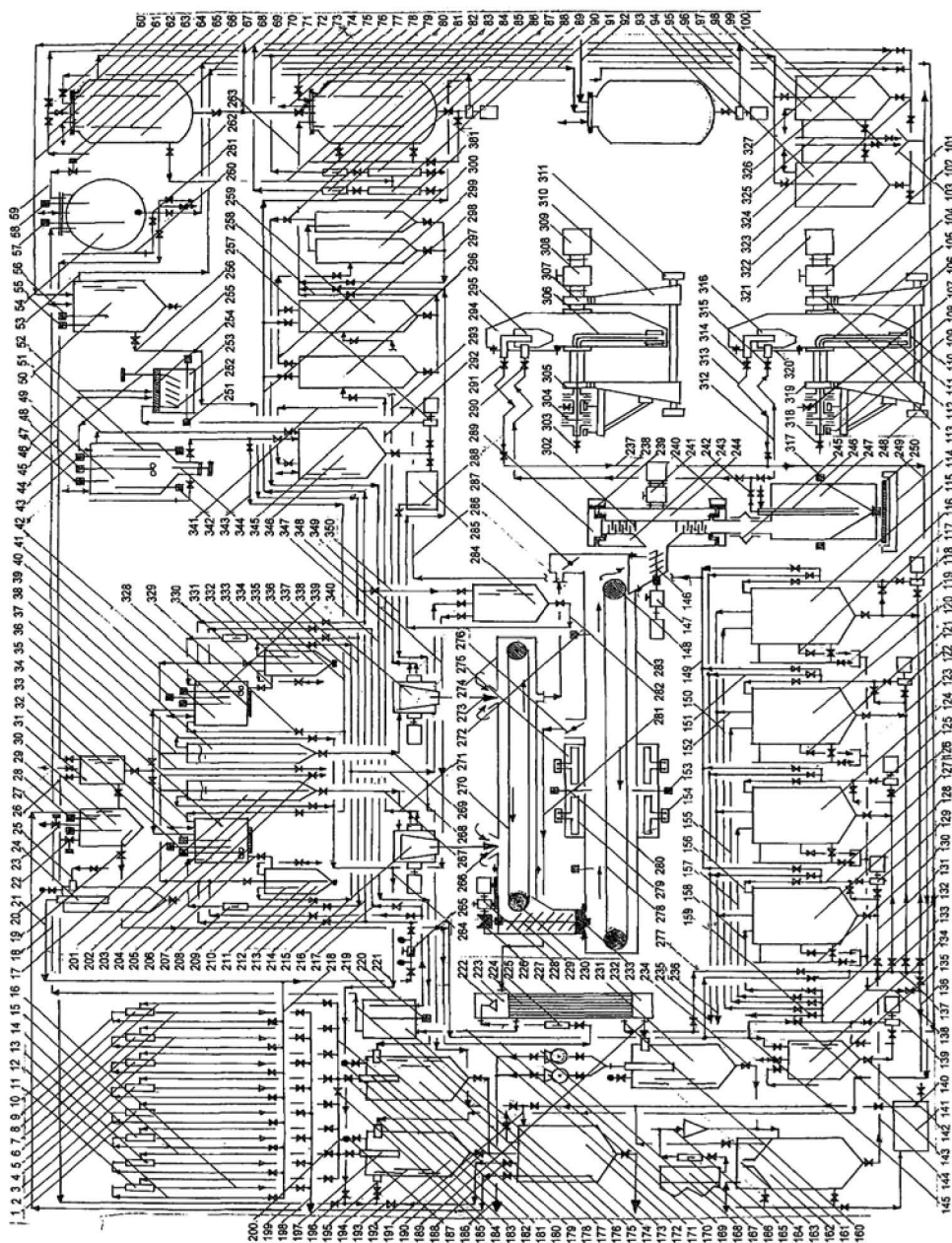


Fig. 1

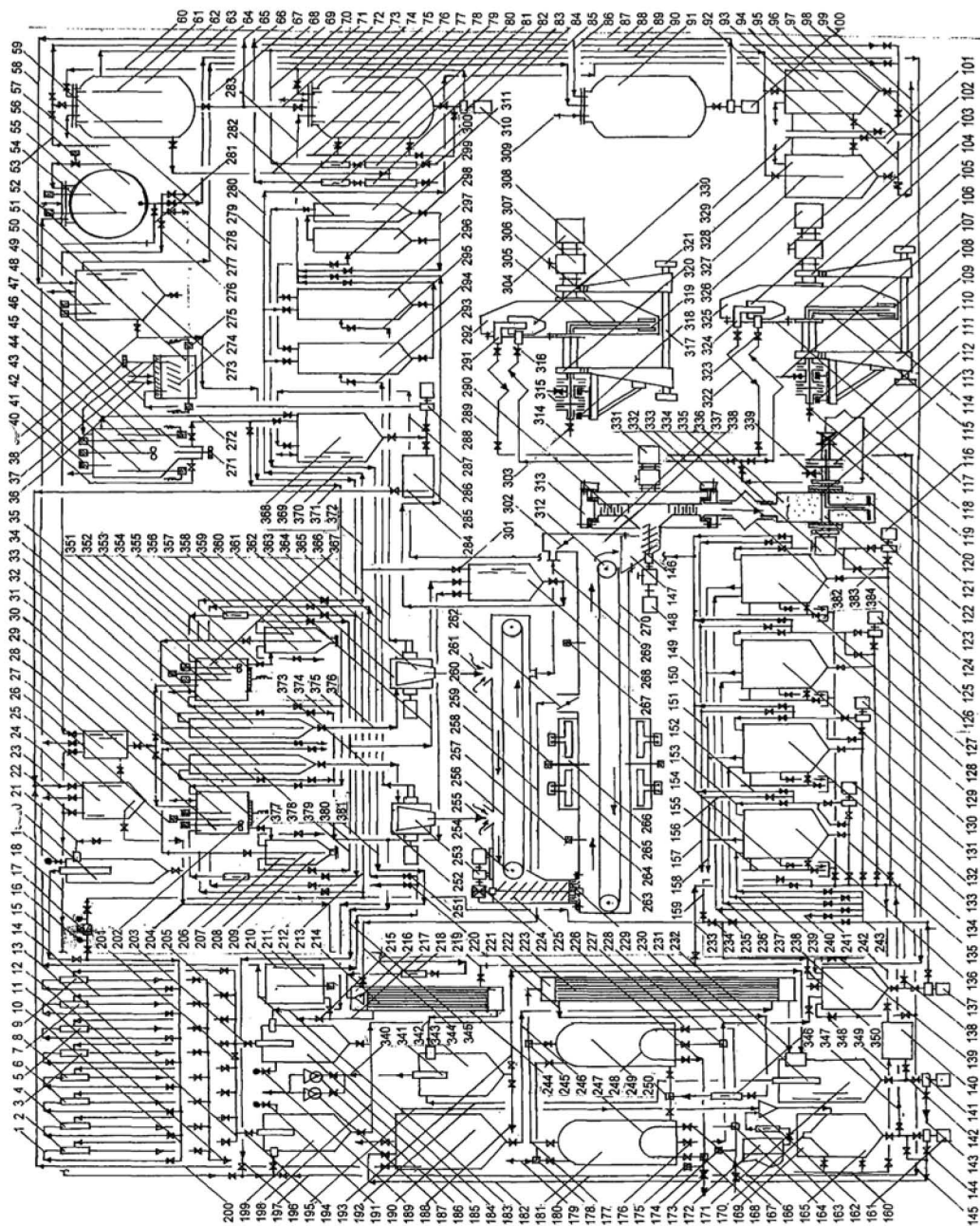


Fig. 2



Editare și tehnoredactare computerizată - OSIM
Tipărit la: Oficiul de Stat pentru Invenții și Mărci
sub comanda nr. 688/2014