



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **97-01263**

(22) Data de depozit: 31.01.1996

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: 30.03.2005 BOPI nr. 3/2005

(30) Prioritate:
01.02.1995 CH 00263/95-8

(86) Cerere internațională PCT:
Nr. IB 96/00083 31.01.1996

(87) Publicare internațională:
Nr. WO 96/23767 08.08.1996

(73) Titular:
• UREA CASALE S.A., VIA SORENGO
NR. 7, LUGANO-BESSO, CH

(72) Inventatori:
• PAGANI GIORGIO, VIA AL BOSCHETTO
NR. 4, LUGANO, IT;
• ZARDI UMBERTO, VIA LUCINO NR. 57,
BREGANZONA, CH

(74) Mandatar:
ROMINVENT S.A. STR. ERMIL
PANGRATTI NR.35, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
US 4504679

(54) **PROCEDEU ȘI INSTALAȚIE PENTRU OBTINEREA UREEI, CU RANDAMENT ÎNALT ȘI CONSUM ENERGETIC REDUS**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu și o instalație pentru obținerea ureei, cu randament înalt și consum energetic redus, prin reacția amoniacului practic pur, cu bi-oxid de carbon, într-un spațiu de reacție, din care rezultă un amestec de reacție, care se supune stripării, pentru a se obține un amestec parțial purificat, care se trimite la secțiunea de recuperare a ureei, rezultând o

soluție diluată de carbonat, care se stripează, vaporii rezultați fiind recirculați, după condensare, în spațiul de reacție.

Revendicări: 10
Figuri: 3



1 Invenția se referă la un procedeu și o instalație pentru obținerea ureei cu randament
 2 înalt și consum energetic redus.

3 Invenția se referă în special la un procedeu pentru obținerea ureei, care cuprinde
 4 etapele de:

5 - efectuarea reacției între amoniac și bioxid de carbon într-un spațiu de reacție, pentru
 6 a obține un amestec de reacție care conține uree, carbamat și amoniac liber într-o soluție
 7 apoasă;

8 - supunerea amestecului la un tratament de descompunere parțială a carbamatului și
 9 separarea parțială a amoniacului liber în soluție apoasă, pentru a obține un prim flux format din
 10 amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, și un flux care conține uree și carbamat rezidual
 11 în soluție apoasă;

12 - supunerea primului flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori la
 13 o condensare parțială, pentru a obține o primă porțiune de carbamat în soluție apoasă;

14 - recircularea primei porțiuni de carbamat în spațiul de reacție;

15 - alimentarea fluxului conținând uree și carbamat rezidual în soluție apoasă la o secțiune
 16 de recuperare a ureei;

17 - separarea în secțiunea de recuperare a carbamatului rezidual de uree, pentru a se
 18 obține o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă.

19 Invenția se referă și la o instalație pentru a efectua procedeul menționat și la o metodă
 20 de modernizare a unei instalații existente de uree pentru a obține o instalație conform invenției.

21 După cum este cunoscut, în domeniul producerii ureei există, pe de o parte, o cerință
 22 crescândă de instalații cu capacitate mai mare și flexibilitate în operare și, pe de altă parte, cos-
 23 turi de operare și cheltuieli de investiție cât mai scăzute, în special din punct de vedere
 24 energetic.

25 Se cunosc în acest scop procedee pentru obținerea ureei, bazate pe reacția de transfor-
 26 mare într-un spațiu de reacție alimentat cu amoniac (NH_3) și bioxid de carbon (CO_2), și în care
 27 sunt recirculate substanțele nereacționate, conținute în soluția de uree care părăsește spațiul
 28 de reacție, în special amoniac, bioxid de carbon și carbamat în soluție apoasă.

29 Un procedeu de acest tip este prezentat în fig.1 și cuprinde în aval de spațiul de reacție
 30 o unitate de descompunere a carbamatului și o secțiune de recuperare a ureei pentru
 31 separarea din soluția de uree a substanțelor nereacționate, care urmează a se recircula.

32 Dacă, pe de o parte, această recirculare permite recuperarea aproape completă a sub-
 33 stanțelor valoroase, cum ar fi amoniacul și bioxidul de carbon, pe de altă parte, ea implică trimi-
 34 terea în reactor a unor cantități mari de apă (H_2O) care este dăunătoare randamentului global
 35 al conversiei bioxidului de carbon în uree, randament care este cuprins în general între 59%
 36 și 63%.

37 Problema tehnică pe care o rezolvă prezenta invenție este elaborarea unui procedeu
 38 eficient pentru obținerea ureei cu randament ridicat, care să fie simplu de implementat din punct
 39 de vedere tehnic.

40 Procedeul conform invenției cuprinde etapele de:

41 - efectuare a reacției între amoniac și bioxid de carbon într-un spațiu de reacție pentru
 42 a se obține un amestec de reacție, care conține uree, carbamat și amoniac liber într-o soluție
 43 apoasă;

44 - supunerea amestecului la un tratament de descompunere parțială a carbamatului și
 45 de separare parțială a amoniacului liber în soluție apoasă pentru a obține un prim flux format
 46 din amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori și un flux care conține uree și carbamat rezi-
 47 dual în soluție apoasă;

RO 119781 B1

- supunerea primului flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori la cel puțin o condensare parțială pentru a obține o primă porțiune de carbamat în soluție apoasă;	1
- recircularea primei porțiuni de carbamat în spațiul de reacție;	3
- alimentarea fluxului conținând uree și carbamat rezidual în soluție apoasă la o secțiune de recuperare a ureei;	5
- separarea, în secțiunea de recuperare, a carbamatului rezidual de uree, pentru a se obține o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă;	7
și elimină dezavantajele menționate, prin aceea că mai cuprinde etapele de:	
- supunere a cel puțin unei părți din a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă, obținută în secțiunea de recuperare, la un tratament de descompunere parțială, pentru a obține un al doilea flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, și un flux care conține carbamat rezidual în soluție apoasă;	9
- supunerea celui de-al doilea flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori la o condensare parțială, pentru a obține o a treia porțiune de carbamat în soluție apoasă;	11
- recircularea celei de-a treia porțiuni de carbamat în spațiul de reacție.	13
Instalația pentru aplicarea procedurii de obținere a ureei cu randament înalt și consum energetic redus este alcătuită dintr-un reactor de sinteză a ureei;	15
- o primă unitate de stripare pentru supunerea unui amestec de reacție care părăsește reactorul la un tratament de descompunere parțială a carbamatului și la o separare parțială a amoniacului liber în soluție apoasă prezent în amestec;	17
- mijloace pentru condensarea, cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc unitatea de stripare și de recirculare a primei porțiuni de carbamat în soluție apoasă la reactor	19
- o secțiune de recuperare a fluxului care conține uree și carbamat rezidual în soluție apoasă care părăsește prima unitate de stripare pentru separarea ureei obținută în reactor de o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă	21
și elimină dezavantajele menționate prin aceea că, aceasta mai cuprinde:	23
- o a doua unitate de stripare pentru supunerea a cel puțin o parte a celei de-a doua porțiuni de carbamat în soluție apoasă la un tratament de descompunere parțială;	25
- mijloace pentru condensarea cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare și de recirculare a celei de-a treia porțiuni de carbamat în soluție apoasă la reactor.	27
Prin aplicarea invenției se obțin următoarele avantaje:	29
- procedeul este simplu de implementat din punct de vedere tehnic, necesită costuri de investiție și operare scăzute;	31
- se obțin randamente înalte de transformare, prin limitarea substanțială a alimentării cu apă în spațiul de reacție;	33
- recircularea permite recuperarea aproape completă a substanțelor valoroase, cum ar fi amoniacul și bioxidul de carbon;	35
Conform prezentei invenții, cel puțin o parte din carbamatul din soluția apoasă care părăsește secțiunea de recuperare este supusă, în mod avantajos, la un tratament de descompunere parțială, separând amoniacul nereacționat și bioxidul de carbon dintr-o soluție bogată în apă, care conține carbamat rezidual.	37
Procedând în acest fel, este posibilă obținerea unor randamente înalte de transformare, prin limitarea substanțială a alimentării cu apă în spațiul de reacție, deoarece substanțele nereacționate care se recirculă în spațiul de reacție au un conținut de apă foarte scăzut.	39
	41
	43
	45

1 Pentru a obține un grad înalt de descompunere a cel puțin unei părți a celei de-a doua
 3 porțiuni de carbamat în soluție apoasă, aceasta se supune, de preferință, unui tratament de
 descompunere la o presiune practic corespunzătoare presiunii din spațiul de reacție.

Pentru a îmbunătăți și a facilita etapele de condensare și separare ale substanțelor ne-
 5 reacționate în secțiunea de recuperare a ureei, fluxul care conține carbamat rezidual în soluție
 7 apoasă, rezultat de la descompunerea parțială a celei de-a doua porțiuni de carbamat, se ali-
 mentează, în mod avantajos, în secțiunea de recuperare a ureei.

Conform unei alte realizări a prezentei invenții, procedeul cuprinde etapele de:

9 - alimentare a amestecului de reacție care conține uree, carbamat și amoniac liber în
 soluție apoasă la o unitate de descompunere;

11 - alimentarea cel puțin a unei părți din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție
 apoasă la numita unitate de descompunere, în care descompunerea parțială a amestecului de
 13 reacție și a celei de-a doua porțiuni de carbamat se efectuează, în mod avantajos, în aceeași
 unitate de descompunere, pentru a se obține un prim și un al doilea flux care conține amoniac
 15 și bioxid de carbon în fază de vapori și un flux care conține uree și carbamat rezidual în soluție
 apoasă.

17 Conform cu această realizare, implementarea procedurii de obținere a ureei este
 foarte simplă din punct de vedere tehnic, deoarece nu este necesar echipament suplimentar
 19 relevant, comparativ cu procedeele cunoscute din stadiul tehnicii, și implică costuri de investiție
 reduse.

21 Rezultate deosebit de satisfăcătoare s-au obținut prin supunerea a cel puțin 50%, de
 preferință cel puțin 65%, din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă, unui tra-
 23 tament de descompunere parțială.

Conform unui alt aspect al prezentei invenții, problema tehnică este rezolvată printr-o
 25 instalație desemnată a implementa procedeul de obținere a ureei, menționat anterior, care
 cuprinde:

27 - un reactor de sinteză a ureei;

29 - o primă unitate de stripare, în care un amestec de reacție care părăsește reactorul
 este supus unui tratament de descompunere parțială a carbamatului și unei separări parțiale
 a amoniacului liber în soluție apoasă, prezent în amestec;

31 - mijloace pentru condensarea, cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc unitatea de
 stripare și de recirculare a primei porțiuni de carbamat în soluție apoasă la reactor ;

33 - o secțiune de recuperare a fluxului care conține uree și carbamat rezidual în soluția
 apoasă, care părăsește prima unitate de stripare pentru separarea ureei obținute în reactor de
 35 o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă, instalație care este caracterizată prin aceea
 că cuprinde:

37 - o a doua unitate de stripare în care cel puțin o parte a celei de-a doua porțiuni de car-
 bamat în soluție apoasă este descompusă parțial;

39 - mijloace pentru condensarea, cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc cea de-a
 doua unitate de stripare și de recirculare a celei de-a treia porțiuni de carbamat în soluție
 41 apoasă la numitul reactor.

Conform unei alte realizări a prezentei invenții, instalația de obținere a ureei conține:

43 - un reactor de sinteză a ureei;

45 - o primă unitate de stripare, în care amestecul de reacție care părăsește reactor este
 supus unui tratament de descompunere parțială a carbamatului și unei separări parțiale a amo-
 niacului liber în soluție apoasă, prezent în amestec;

RO 119781 B1

- mijloace pentru condensarea, cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc unitatea de stripare și de recirculare a primei porțiuni de carbamat în soluție apoasă la numitul reactor;	1
- o secțiune de recuperare a unui flux care conține uree și carbamat rezidual în soluția apoasă care părăsește unitatea de stripare pentru separarea ureei obținute în reactor de o adoua porțiune de carbamat în soluție apoasă, instalație care este caracterizată prin aceea că cuprinde:	3
- mijloace pentru alimentarea a cel puțin unei părți din a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă la unitatea de stripare.	5
Conform prezentei invenții, instalațiile destinate realizării procedurii de obținere a ureei pot fi noi sau obținute prin modificarea celor existente astfel, încât să se obțină o capacitate de producție mărită și, în același timp, performanțe îmbunătățite din punct de vedere al consumurilor energetice.	7
Conform unui alt aspect, prezenta invenție se referă și la o metodă de modernizare a unei instalații de obținere a ureei, alcătuită din:	9
- un reactor de sinteză a ureei;	11
- o primă unitate de stripare, în care amestecul de reacție care părăsește numitul reactor este supus unui tratament de descompunere parțială a carbamatului și unei separări parțiale a amoniacului liber în soluție apoasă, prezent în amestec;	13
- mijloace pentru condensarea, cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc numita unitate de stripare și de recirculare a primei porțiuni de carbamat în soluție apoasă la numitul reactor ;	15
- o secțiune de recuperare a fluxului care conține uree și carbamat rezidual în soluția apoasă care părăsește numita primă unitate de stripare pentru separarea ureei obținute în reactor de o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă; caracterizată prin aceea că cuprinde etapele de:	17
- realizare a unei a doua unități de stripare, în care cel puțin o parte din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă este supusă la un tratament de descompunere parțială;	19
- realizarea mijloacelor pentru condensarea cel puțin parțială a vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare și recircularea unei a treia porțiuni de carbamat în soluție apoasă la numitul reactor.	21
Într-o altă variantă de realizare, metoda de modernizare conform invenției cuprinde etapele următoare:	23
- realizarea unei a doua unități de stripare pentru a putea supune cel puțin o parte din a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă unui tratament de descompunere parțială;	25
- realizarea mijloacelor pentru alimentarea vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare în numitele mijloace pentru condensarea vaporilor care provin din prima unitate de stripare.	27
Conform unei alte realizări, metoda de modernizare conform invenției cuprinde etapa de:	29
- realizare a mijloacelor pentru alimentarea a cel puțin unei părți din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă la unitatea de stripare.	31
Alte caracteristici și avantaje ale prezentei invenții se vor prezenta în descrierea detaliată a unor realizări preferate, care sunt prezentate cu scopul de a ilustra invenția și nu de a o limita, și care sunt în legătură și cu următoarele figuri care reprezintă:	33
- fig.1, o schemă bloc a procedurii de obținere a ureei cunoscut din stadiul tehnicii;	35
- fig.2, o schemă bloc a primei realizări a procedurii de obținere a ureei conform invenției; și	37

1 - fig.3, prezintă o schemă bloc a celei de-a doua realizări a procedurii de obținere a
ureei conform invenției.

3 *Descrierea detaliată a unei realizări preferate*

5 - fig.1, prezintă o diagramă bloc care ilustrează etapele unui procedeu de obținere a
ureei conform stadiului cunoscut al tehnicii.

7 Blocul 1 indică un spațiu de reacție de presiune înaltă, pentru sinteza ureei, care este
alimentat cu fluxurile de gaz 21 și 22, care conțin amoniac practic pur și, respectiv, bioxid de
carbon.

9 Condițiile de operare tipice în spațiul de reacție sunt:

- raport molar NH_3/CO_2 la alimentare: 2,9 până la 3,4;

11 - raport molar $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ la alimentare: 0,4 până la 0,7;

- randamentul de transformare al CO_2 în uree: 59% până la 63%;

13 - temperatură: 185°C până la 190°C .

15 Blocurile 2, 5 și 6 indică o unitate de descompunere de presiune înaltă, una de granu-
lare a ureei sau o secțiune de peletizare și respectiv, o unitate de condensare de presiune
înaltă.

17 Unitățile de descompunere și de condensare 2 și 6 operează, în general, în aceleași
condiții de presiune ca spațiul de reacție 1.

19 O secțiune de recuperare a ureei este, în general, indicată prin blocurile 3, 4, 7 și 8; în
special, blocurile 3 și 4 indică o unitate de stripare sau de distilare și blocurile 7 și 8 indică o uni-
tate de condensare.

23 Blocul 4 indică, de asemenea, o unitate de prelucrare finală a ureei, în care se obține
o soluție cu un conținut de uree de până la 99,7%.

25 Blocul 8 indică o unitate de tratare a apei reziduale pentru purificarea apei care urmează
a fi evacuată din procesul de obținere al ureei.

27 Blocurile 3 și 7 operează la presiune medie (aproximativ 18 bari), în timp ce blocurile
4 și 8 operează la presiune scăzută (aproximativ 4 bari).

29 Linia de flux 23 reprezintă un flux lichid de amestec de reacție care vine din blocul 1 și
care conține uree și substanțe nereacționate, și anume carbamat și amoniac liber în soluție
apoasă.

31 Fluxul lichid 23 se alimentează în blocul 2, unde este supus unui tratament de descom-
punere parțială a carbamatului și unei separări parțiale a amoniacului liber.

33 Unitatea de descompunere indicată prin blocul 2 cuprinde, în general, un aparat de stri-
pare care operează cu un flux 30 de bioxid de carbon ca agent de stripare, care provine din linia
de flux 22.

37 La ieșirea blocului 2, sunt prezentate liniile de flux 24 și 25, care reprezintă un flux de
gaz care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori și respectiv, un flux lichid care
conține uree și carbamat rezidual în soluție apoasă.

39 Linia de flux 24 traversează unitatea de condensare reprezentată prin blocul 6, în care
se condensează amoniacul și bioxidul de carbon în fază de vapori, obținându-se un flux de car-
bamat în soluție apoasă, care este recirculat în spațiul de reacție 1.

43 Fluxul care conține uree și carbamat rezidual în soluție apoasă, indicat prin linia de flux
25, traversează unitățile de distilare ale secțiunii de recuperare a ureei indicate prin blocurile
3 și 4, în care carbamatul rezidual este descompus și separat din soluția de uree.

45 În general, conținutul de uree din fluxul lichid 25 este între 70 și 72% după blocul 3, și
de aproximativ 99% după blocul 4.

RO 119781 B1

Liniile de flux 26 și 27 reprezintă un flux de gaz care conține amoniac și bioxid de carbon în fază gazoasă, obținut în blocurile 3 și respectiv 4.	1
Fluxul 27 traversează unitatea de condensare reprezentată prin blocul 8, în care amoniacul și bioxidul de carbon în fază de vapori se condensează, obținându-se un flux de carbat în soluție apoasă, și se alimentează în unitatea de condensare 7, unde inițiază condensarea fluxului de gaz 26.	3 5
În mod analog, fluxul 26 traversează unitatea de condensare reprezentată prin blocul 7, în care amoniacul și bioxidul de carbon în fază de vapori se condensează, obținându-se un flux de carbat în soluție apoasă, și se alimentează în unitatea de condensare 6, unde el inițiază condensarea fluxului de gaz 24.	7 9
O parte din apa conținută în soluția apoasă, obținută în unitatea de condensare a blocului 8, este tratată și purificată în continuare de toate urmele de amoniac și uree în unitatea de tratare indicată tot prin blocul 8. Din blocul 8 pleacă o linie de flux 28, de apă reziduală care se evacuează din procesul de obținere a ureei.	11 13
În final, fluxul de soluție de uree 25, care vine din blocul 4, traversează secțiunea de granulare sau peletizare indicată prin blocul 5, unde are loc transformarea în produsul final care părăsește procesul de obținere al ureei prin linia de flux 29.	15 17
Conform unei variante de realizare a procedurii cunoscut din stadiul tehnicii, blocul 7 indică și o coloană de separare a amoniacului pentru obținerea amoniacului lichid, pur, care este trimis la spațiul de reacție 1, suplimentar fluxului 21, așa cum este indicat prin linia de flux 31 din fig. 1.	19 21
După cum se vede în fig. 1, în procedeul de obținere a ureei cunoscut din stadiul tehnicii, toată soluția apoasă conținând carbat separat de uree se recirculă în spațiul de reacție 1, cantitatea mare de apă conținută fiind folosită pentru condensarea și transportul substanțelor nereacționate.	23 25
În fig. 2 și 3, este prezentată o diagramă bloc a primei și respectiv a celei de-a doua realizări a procedurii de obținere a ureei conform invenției.	27
În figurile menționate, detaliile schemei bloc, echivalente structural și funcțional cu cele prezentate în fig. 1, sunt indicate prin aceleași numere de referință și nu mai sunt descrise în continuare.	29
În fig. 2, blocul 9 indică o unitate de descompunere la presiune ridicată, care lucrează în aceleași condiții de presiune ca și spațiul de reacție 1.	31
Fluxul de lichid 26 care conține carbat în soluție apoasă și care are un conținut înalt de apă este alimentat în blocul 9, unde, în mod avantajos, este supus unui tratament de descompunere parțială a carbatului.	33 35
La ieșirea din blocul 9, liniile de flux 32 și 33 reprezintă un flux de gaz care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, și un flux lichid care conține uree și carbat rezidual în soluție apoasă.	37
Fluxul de gaz, care este foarte bogat în amoniac și bioxid de carbon și sărac în apă (numai câteva procente), traversează unitatea de condensare reprezentată prin blocul 6, în care se condensează amoniacul și bioxidul de carbon, obținându-se un flux de carbat în soluție apoasă, care este recirculat în spațiul de reacție 1 prin linia de flux 24.	39 41
În exemplul din fig. 2, tot carbatul din soluția apoasă, separat de uree în secțiunea de recuperare, este supus unui tratament de descompunere în blocul 9. Totuși, rezultate satisfăcătoare s-au obținut și prin alimentarea blocului 9 numai cu o parte din carbatul care părăsește secțiunea de recuperare a ureei. De preferință, cel puțin 50% din acest carbat poate fi trimis la blocul 9.	43 45 47

Conform procedurii prezentei invenții, se efectuează o reacție între amoniac și bioxid de carbon în spațiul de reacție 1, obținându-se un amestec de reacție care conține uree, carbat și amoniac liber în soluție apoasă, care este supus în unitatea de descompunere 2 la un tratament de descompunere parțială a carbatului și la o separare parțială a respectivului amoniac liber din soluția apoasă. Din unitatea de descompunere 2 pleacă un prim flux 24, care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, și un flux 25, care conține uree și carbat rezidual în soluție apoasă. Fluxul 24 este apoi supus unei condensări parțiale în blocul 6, pentru a se obține o primă porțiune de carbat în soluție apoasă care este recirculată în spațiul de reacție 1. Fluxul 25 este alimentat în secțiunea de recuperare a ureei (blocurile 3, 4, 7 și 8), unde se separă ureea de o a doua porțiune de carbat în soluție apoasă, indicat prin linia de flux 26.

În mod avantajos, conform cu alte etape ale procedurii conform invenției, cel puțin o parte a fluxului 26 este supusă ulterior unui tratament de descompunere parțială în blocul 9, pentru a obține un al doilea flux 32, care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, și un flux 33, care conține carbat rezidual în soluție apoasă. Fluxul 32 este apoi, cel puțin, condensat parțial în blocul 6, pentru a obține o a treia porțiune de carbat în soluție apoasă care se recirculă în spațiul de reacție prin linia de flux 24.

Prin operare în acest mod, este posibil să se obțină un randament de transformare înalt în spațiul de reacție, deoarece în acesta se recirculă o soluție foarte concentrată de carbat, care are un conținut în apă foarte scăzut.

Conform procedurii conform invenției, este posibil să se obțină un randament al transformării bioxidului de carbon în uree de aproximativ 70% până la 75, care este în mod remarcabil mai mare decât cel obținut prin procedeele cunoscute din stadiul cunoscut al tehnicii.

Mai mult, acest randament înalt al transformării și absența apei care se recirculă în spațiul de reacție 1 are ca urmare un flux mai mic de substanțe care trebuie separate din soluția de uree și astfel se obține o creștere a performanței unității de descompunere 2 a unităților de distilare 3 și 4 ale secțiunii de recuperare.

În exemplul din fig.2, fluxul de lichid 33, care are un conținut ridicat de apă, este recirculat, în mod avantajos, la secțiunea de recuperare a ureei, pentru a iniția condensarea și recuperarea substanțelor nereacționate, care sunt puse în libertate în unitățile de distilare 3 și 4.

De preferință, linia de flux 33 traversează o unitate de distilare, indicată prin blocul 10, în care carbatul rezidual este apoi supus la descompunere pentru a se obține o soluție foarte bogată în apă, care se alimentează în blocul 8.

Din blocul 10 pleacă și o linie de flux 34 formată dintr-un flux de vapori care conține amoniac și bioxid de carbon, care se alimentează în unitatea de condensare indicată prin blocul 7 al secțiunii de recuperare.

În felul acesta, se obține o buclă de circulație separată a apei de proces care inițiază în mod avantajos condensarea vaporilor de amoniac și bioxid de carbon, în unitățile 7 și 8, fără a fi recirculată în spațiul de reacție 1 și fără a afecta negativ reacția dintre amoniac și bioxidul de carbon.

Într-o variantă de realizare a procedurii conform invenției, prezentată în fig.3, linia de flux 26 care vine din secțiunea de recuperare a ureei, și anume din unitatea de condensare 7, în loc de a fi recirculată direct în spațiul de reacție 1 prin blocul 6 ca în procedeul cunoscut din stadiul tehnicii, este alimentată la unitatea de descompunere indicată prin blocul 2, unde se obține un flux de amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, care este recirculat prin intermediul liniei de flux 24 la spațiul de reacție 1, după condensare în locul 6.

Procedând astfel, tratamentul de descompunere parțială a celei de-a doua porțiuni de carbamat în soluție apoasă (fluxul 26) se efectuează în aceeași unitate de descompunere a amestecului de reacție (fluxul 23), prin aceasta permițând o implementare a procedurii conform invenției, care nu necesită folosirea unui echipament suplimentar, relevant comparativ cu stadiul tehnicii.	1 3 5
Ca agenți de stripare pentru unitatea de descompunere 2, se poate folosi o parte a fluxului de amoniac alimentat în spațiul de reacție. Ca variantă, blocul 2 poate fi operat într-o manieră de auto-stripare, în care amoniacul evaporat inițiază descompunerea carbamatului.	7
În plus, secțiunea de recuperare a ureei poate cuprinde numai unități de presiune joasă 4 și 8. În acest caz, fluxul conținând uree și carbamat rezidual în soluție apoasă, care vine de la unitatea de descompunere 2, se alimentează direct în blocul 4, pentru separarea finală a soluției de uree de substanțele nereacționate.	9 11
În continuare, se face referire la o instalație de obținere a ureei, proiectată special pentru a efectua procedeul conform invenției.	13
Instalația de obținere a ureei este alcătuită, în mod avantajos, dintr-un reactor de sinteză a ureei indicat prin blocul 1, o primă și o a doua unitate de stripare indicată prin blocurile 2 și respectiv 9, o secțiune de recuperare a ureei indicată prin blocurile 3, 4, 7 și 8, și mijloace pentru condensarea și recircularea în reactor a vaporilor care părăsesc prima și a doua unitate de stripare.	15 17 19
Referitor la realizarea din fig.2, mijloacele pentru condensarea vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare 9, cuprind, de preferință, mijloace de condensare a vaporilor care provin din prima unitate de stripare 2, lucru indicat prin blocul 6.	21
Între cea de-a doua unitate de stripare și secțiunea de recuperare este dispusă o unitate de distilare reprezentată prin blocul 10.	23
Referitor la realizarea din fig.3, instalația de obținere a ureei cuprinde mijloacele de alimentare indicate prin linia de flux 26 între secțiunea de recuperare și unitatea de stripare 2.	25
În acest caz, unitatea de stripare 9 și unitatea de distilare 10 nu mai sunt necesare.	27
Instalația proiectată pentru implementarea procedurii de obținere a ureei, conform prezentei invenții, poate fi o instalație nouă sau o instalație obținută prin modernizarea unei instalații existente cum ar fi instalația rezultată din implementarea procedurii ilustrat în diagrama bloc din fig.1.	29 31
Conform unei prime realizări, această modernizare se face prin următoarele etape:	
- realizare a unei a doua unități de stripare (blocul 9), în care cel puțin o parte de carbamat în soluție apoasă care părăsește secțiunea de recuperare (linia de flux 26) este supusă la un tratament de descompunere parțială;	33 35
- realizarea mijloacelor pentru condensarea cel puțin parțială a vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare și recircularea soluției de carbamat concentrate astfel obținute la reactor (blocul 1).	37
Conform unei alte realizări a prezentei invenții, metoda de modernizare cuprinde, de preferință, etapele:	39
- de realizare a mijloacelor pentru alimentarea vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare (blocul 9) direct în mijloacele pentru condensarea vaporilor care părăsesc prima unitate de stripare 2, reprezentată prin blocul 6.	41 43
În mod avantajos, metoda de modernizare a unei instalații existente mai cuprinde, suplimentar, etapa de:	45
- realizare a mijloacelor de alimentare (linia de flux 33) a fluxului care conține carbamat rezidual în soluție apoasă din cea de-a doua unitate de stripare (blocul 9) la secțiunea de recuperare a ureei.	47

Într-o realizare specială și avantajoasă a prezentei invenții, metoda de modernizare cuprinde etapa de:

- realizare a mijloacelor pentru alimentarea (linia de flux 26) a cel puțin unei părți de soluție de carbamat care vine de la secțiunea de recuperare a ureei la unitatea de stripare indicată prin blocul 2.

Prin metoda de modernizare, conform invenției, se poate mări drastic nu numai randamentul de transformare al reactorului de sinteză a ureei existent, ci și capacitatea acestuia.

De fapt, deoarece în reactorul 1 se recirculă numai o mică cantitate de apă, în acesta se poate alimenta un flux mai mare de amoniac și bioxid de carbon fără a se produce o supraîncărcare a reactorului, la fel și în unitatea de descompunere 2 și în unitățile de distilare 3 și 4 ale secțiunii de recuperare.

În următoarele exemple se compară, cu titlu de exemplu și nu de limitare, randamentele de transformare care se obțin într-o instalație în care se implementează procedeul conform invenției sau care se modernizează prin metoda conform invenției, și cele obținute într-o instalație în care se implementează procedeul cunoscut din stadiul tehnicii. Se dau în continuare 3 exemple de realizare a invenției.

Exemplul 1. O instalație preexistentă, care operează cu procedeul cunoscut din stadiul tehnicii, descris la fig. 1, este modernizată pentru a opera conform procedurii descris cu referire la fig. 2.

Instalația preexistentă se bazează pe așa-numitul procedeu de autostripare cu amoniac, în care nu se alimentează în unitatea de descompunere indicată prin blocul 2 agent de stripare a amoniacului sau bioxidului de carbon.

Condițiile de operare a reactorului de sinteză a ureei, înainte de modernizarea instalației, sunt următoarele:

- raport molar NH_3/CO_2 la alimentare: 3,2;
- raport molar $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ la alimentare: 0,6;
- randamentul de transformare al CO_2 în uree: 61%;
- presiune: aproximativ 150 bar;
- temperatură: 190° C capacitate: 1800 MTD uree.

După modernizarea instalației preexistente prin realizarea unei a doua unități de stripare 9, alimentată cu 77% soluție de carbamat provenită de la secțiunea de recuperare a ureei, și prin alimentarea vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare în spațiul reactorului 1, prin intermediul unității de condensare 6, așa cum se descrie cu referire la fig. 2, noile condiții de operare ale reactorului sunt următoarele:

- raport molar NH_3/CO_2 la alimentare : 3,2;
- raport molar $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ la alimentare: 0,19;
- randamentul de transformare al CO_2 în uree: 70%;
- presiune: aprox. 150 bar;
- temperatură: 190°C
- capacitate: 2500 MTD uree.

Prezenta invenție face posibilă creșterea randamentului de transformare cu 9 procente și a capacității cu 700 MTD uree, adică cu 39% mai mult decât capacitatea inițială.

O astfel de creștere a randamentului de transformare și o cantitate de apă recirculată în reactor mult mai mică permit obținerea unei capacități mărite, cu modificări minore ale instalației preexistente și cu costuri de investiție mici. În plus, acest randament înalt al transformării are ca urmare o reducere a consumului energetic al instalației modernizate.

Exemplul 2. O instalație preexistentă, care operează prin procedeul conform invenției, descris cu referire la fig.1, este modernizată pentru a putea fi operată prin procedeul descris în fig.2.	1 3
Instalația preexistentă se bazează pe procedeul stripării bioxidului de carbon, în care un flux de bioxid de carbon ca agent de stripare se alimentează în unitatea de descompunere indicată prin blocul 2 (linia de flux 30) . În acest caz, unitatea de separare a amoniacului, cuprinsă în blocul 7, și linia de flux 31 lipsesc. De asemenea, lipsesc unitățile 3 și 7, iar secțiunea de recuperare a ureei cuprinde numai unitățile 4 și 8, de presiune joasă.	5 7
Condițiile de operare ale reactorului de sinteză a ureei, înainte de modernizarea instalației, sunt următoarele:	9
• raport molar NH_3/CO_2 la alimentare: 3,0;	11
• raport molar $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ la alimentare: 0,5;	
• randamentul de transformare al CO_2 în uree: 60%;	13
• presiune: aprox. 145 bar; temperatură: 185°C	
• capacitate: 1900 MTD uree.	15
După modernizarea instalației preexistente prin realizarea unei a doua unități de stripare 9, alimentată cu 70% soluție de carbamat care provine din secțiunea de recuperare a ureei, și prin alimentarea vaporilor care părăsesc a doua unitate de stripare în spațiul reactorului 1 prin intermediul unității de condensare 6, așa cum se descrie în fig.2, noile condiții de operare a reactorului sunt următoarele:	17 19
• raport molar NH_3/CO_2 la alimentare: 3,0;	21
• raport molar $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ la alimentare: 0,25;	
• randamentul de transformare al CO_2 în uree: 66%;	23
• presiune: aprox. 150 bar;	
• temperatură: 190°C .	25
• capacitate: 2500 MTD uree.	
Prin prezenta invenție, este posibilă creșterea randamentului de transformare cu 6 procente și creșterea capacității cu 600 MTD uree, adică cu 32% mai mult decât capacitatea inițială.	27 29
De asemenea, în acest caz sunt necesare numai modificări minore ale instalației preexistente și costuri de investiție reduse, pentru a obține o creștere relevantă a capacității și randamentului de transformare.	31
Exemplul 3. În acest exemplu se urmărește randamentul de transformare al unui reactor care operează într-o instalație nouă, în care se implementează procedeul conform invenției așa cum se descrie în fig.2.	33 35
Ca și în exemplul 2, instalația are la bază un proces de stripare cu bioxid de carbon, în care tot bioxidul de carbon care trebuie alimentat în reactorul 1 este inițial alimentat ca agent de stripare în unitatea de descompunere indicată prin blocul 2, prin linia de flux 30. În acest caz, linia de flux 22 lipsește, ca de altfel și unitatea de separare a amoniacului, cuprinsă în blocul 7 și linia de flux 31. Secțiunea de recuperare a ureei cuprinde unitățile de presiune medie și joasă 3, 4, 7 și 8.	37 39 41
Condițiile de operare ale reactorului în instalația de obținere a ureei conform prezentei invenții sunt următoarele:	43
• raport molar NH_3/CO_2 la alimentare: 3,2;	
• raport molar $\text{H}_2\text{O}/\text{CO}_2$ la alimentare: 0,1;	45
• presiune: aproximativ 150 bar;	
• temperatură: 190°C	47
• capacitate: 400 MTD uree.	

1 Randamentul de transformare al CO_2 în uree obținut în prezentul reactor este foarte
 3 înalt: 72%. Mai mult, conținutul de apă în soluția de carbamat recirculată în reactor este foarte
 scăzut.

5 Deoarece cantitățile de apă și de substanțe nereacționate conținute în amestecul de
 reacție trimis la unitatea de descompunere și apoi la secțiunea de recuperare sunt mici, rezultă
 7 că sarcinile echipamentului sunt mai mici comparativ cu cele ale unei instalații convenționale,
 ceea ce are ca urmare consumuri energetice reduse și costuri de investiție mai mici.

9 Rezultatele prezentate în exemplele de mai sus s-au obținut cu ajutorul algoritmilor de
 calcul.

11 Revendicări

13 1. Procedeu pentru obținerea ureei cu randament înalt și consum energetic scăzut, care
 cuprinde etapele de:

15 - efectuare a reacției între amoniac și bioxid de carbon într-un spațiu de reacție pentru
 a se obține un amestec de reacție, care conține uree, carbamat și amoniac liber într-o soluție
 17 apoasă;

19 - supunerea amestecului la un tratament de descompunere parțială a carbamatului și
 de separare parțială a amoniacului liber în soluție apoasă pentru a obține un prim flux format
 din amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori, și un flux care conține uree și carbamat rezidual
 21 în soluție apoasă;

23 - supunerea primului flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori la
 cel puțin o condensare parțială, pentru a obține o primă porțiune de carbamat în soluție apoasă;

- recircularea primei porțiuni de carbamat în spațiul de reacție;

25 - alimentarea fluxului conținând uree și carbamat rezidual în soluție apoasă la o secțiune
 de recuperare a ureei;

27 - separarea în secțiunea de recuperare a carbamatului rezidual de uree pentru a se obține
 o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă; **caracterizat prin aceea că** cuprinde și
 29 etapele de:

31 - supunere a cel puțin unei părți din a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă, obținută
 în secțiunea de recuperare, la un tratament de descompunere parțială pentru a obține un
 al doilea flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori și un flux care conține
 33 carbamat rezidual în soluție apoasă;

35 - supunere a celui de-al doilea flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de
 vapori la o condensare parțială pentru a obține o a treia porțiune de carbamat în soluție apoasă;

- recircularea celei de-a treia porțiuni de carbamat în spațiul de reacție.

37 2. Procedeu conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** tratamentul de descom-
 punere parțială a cel puțin unei părți a celei de-a doua porțiuni de carbamat în soluție apoasă
 39 se efectuează la o presiune corespunzătoare presiunii din spațiul de reacție.

41 3. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde în plus
 etapa de alimentare a fluxului conținând carbamat rezidual în soluție apoasă rezultat de la des-
 compunerea parțială a celei de-a doua porțiuni de carbamat la secțiunea de recuperare a ureei.

43 4. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** acesta cuprinde
 etapele de:

45 - alimentare a amestecului de reacție care conține uree, carbamat și amoniac liber în
 soluție apoasă la o unitate de descompunere;

47 - alimentarea cel puțin a unei părți din cea de-a doua porțiuni de carbamat în soluție
 apoasă în unitatea de descompunere, în care tratamentul de descompunere parțială a

amestecului de reacție și a celei de-a doua porțiuni de carbamat se efectuează în aceeași unitate de descompunere, pentru a obține primul și al doilea flux care conține amoniac și bioxid de carbon în fază de vapori și un flux care conține uree și carbamat rezidual în soluție apoasă.	1
5. Procedeu conform revendicării 1, caracterizat prin aceea că cel puțin 50% din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă se supune tratamentului de descompunere parțială.	3
6. Procedeu conform revendicării 5, caracterizat prin aceea că cel puțin 65% din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă se supune tratamentului de descompunere parțială.	5
7. Instalație pentru aplicarea procedurii definite în revendicările 1..6, alcătuită din:	7
- un reactor de sinteză a ureei (1);	9
- o primă unitate de stripare (2) pentru supunerea unui amestec de reacție care părăsește reactorul (1) la un tratament de descompunere parțială a carbamatului și la o separare parțială a amoniacului liber în soluție apoasă prezent în amestec;	11
- mijloace (6) pentru condensarea, cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc unitatea de stripare (2) și de recirculare (24) a primei porțiuni de carbamat în soluție apoasă la reactorul (1);	13
- o secțiune de recuperare (3, 4, 7, 8) a fluxului care conține uree și carbamat rezidual în soluție apoasă care părăsește prima unitate de stripare (2) pentru separarea ureei obținută în reactorul (1) de o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă caracterizată prin aceea că aceasta cuprinde:	15
- o a doua unitate de stripare (9) pentru supunerea a cel puțin o parte a celei de-a doua porțiuni de carbamat în soluție apoasă, la un tratament de descompunere parțială;	17
- mijloace pentru condensarea cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare (9) și de recirculare a celei de-a treia porțiuni de carbamat în soluție apoasă, la reactorul (1).	19
8. Instalație conform revendicării 7, caracterizată prin aceea că mijloacele de condensare a vaporilor care părăsesc cea de-a doua unitate de stripare (9) cuprind mijloace (6) pentru condensarea vaporilor care părăsesc prima unitate de stripare (2).	21
9. Instalație conform revendicării 7, caracterizată prin aceea că mai cuprinde:	23
- mijloace (33) pentru alimentarea unui flux care conține carbamat rezidual în soluție apoasă provenită de la cea de-a doua unitate de stripare (9) la secțiunea de recuperare (3, 4, 7, 8).	25
10. Instalație pentru obținerea ureei alcătuită din :	27
- un reactor de sinteză a ureei (1);	29
- o unitate de stripare (2) pentru supunerea unui amestec de reacție care părăsește reactorul (1) la un tratament de descompunere parțială a carbamatului și de separare parțială a amoniacului liber în soluție apoasă prezent în amestec;	31
- mijloace (6) pentru condensare cel puțin parțială, a vaporilor care părăsesc unitatea de stripare (2) și de recirculare a primei porțiuni de carbamat în soluție apoasă la reactorul (1);	33
- o secțiune de recuperare (3, 4, 7, 8) a fluxului care conține uree și carbamat rezidual în soluție apoasă care părăsește prima unitate de stripare (2) pentru separarea ureei, obținută în reactor (1) de o a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă;	37
caracterizată prin aceea că aceasta cuprinde :	39
- mijloace de alimentare (26) a cel puțin unei părți din cea de-a doua porțiune de carbamat în soluție apoasă la unitatea de stripare (2).	41
	43
	45

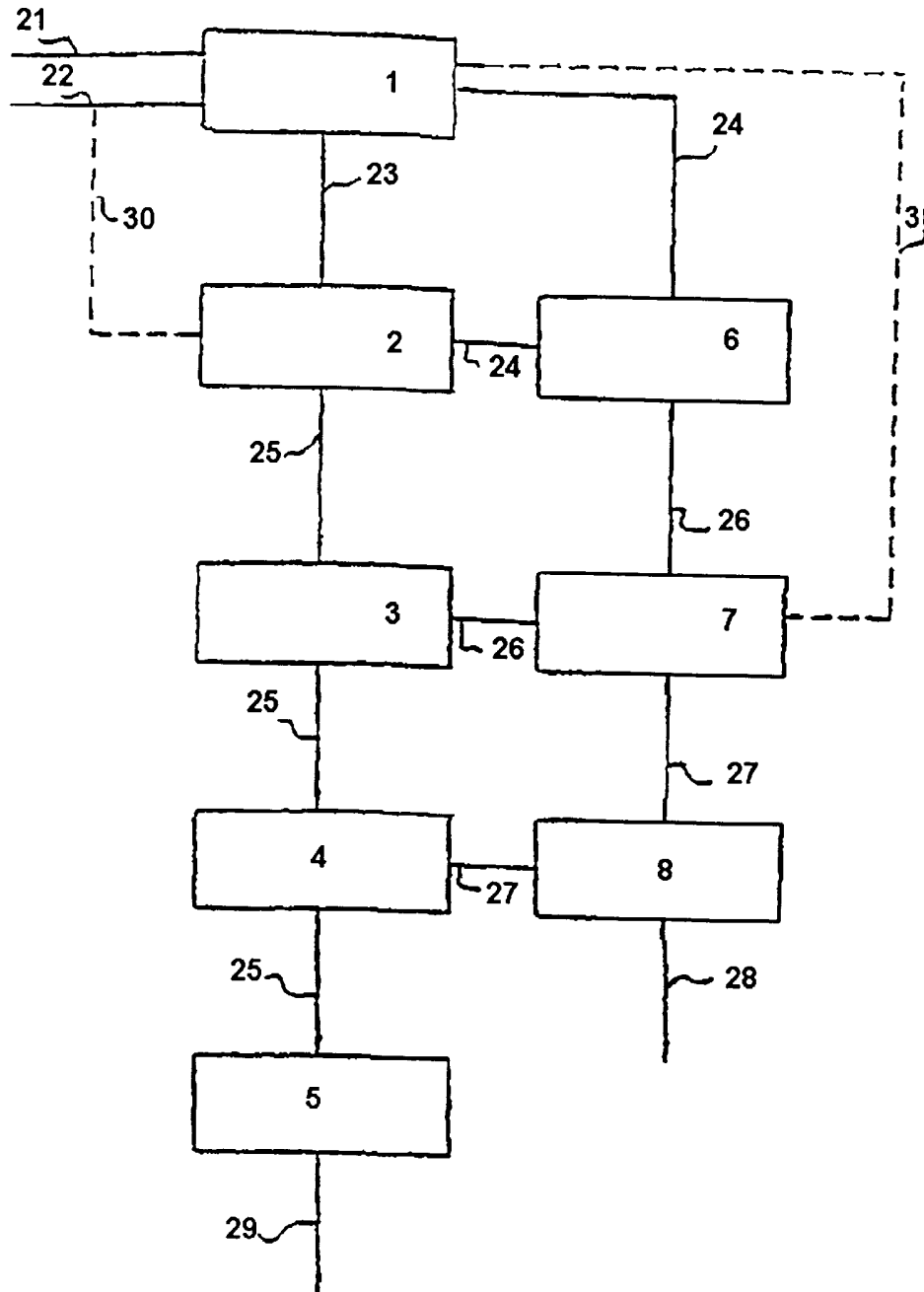


Fig. 1

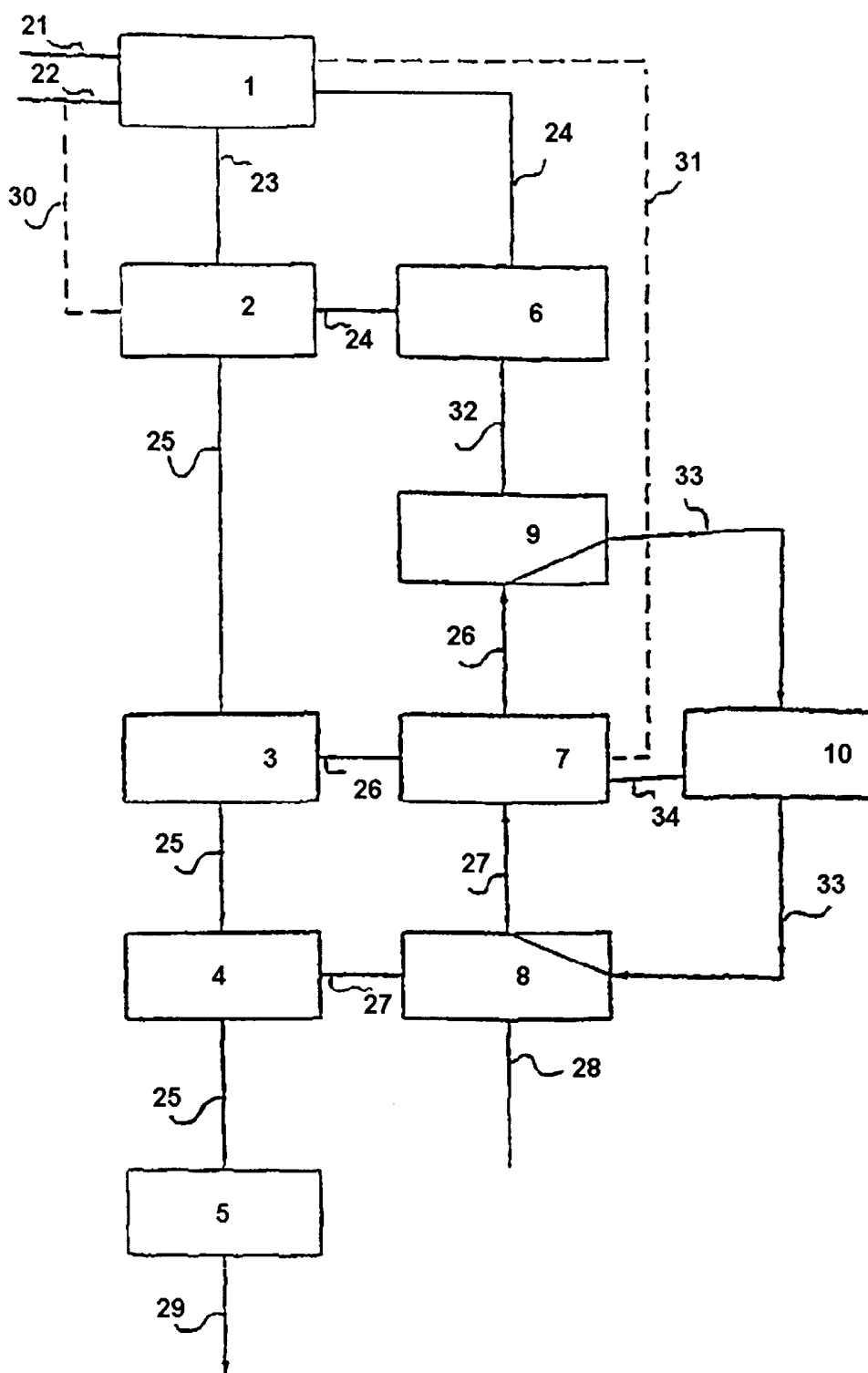


Fig. 2

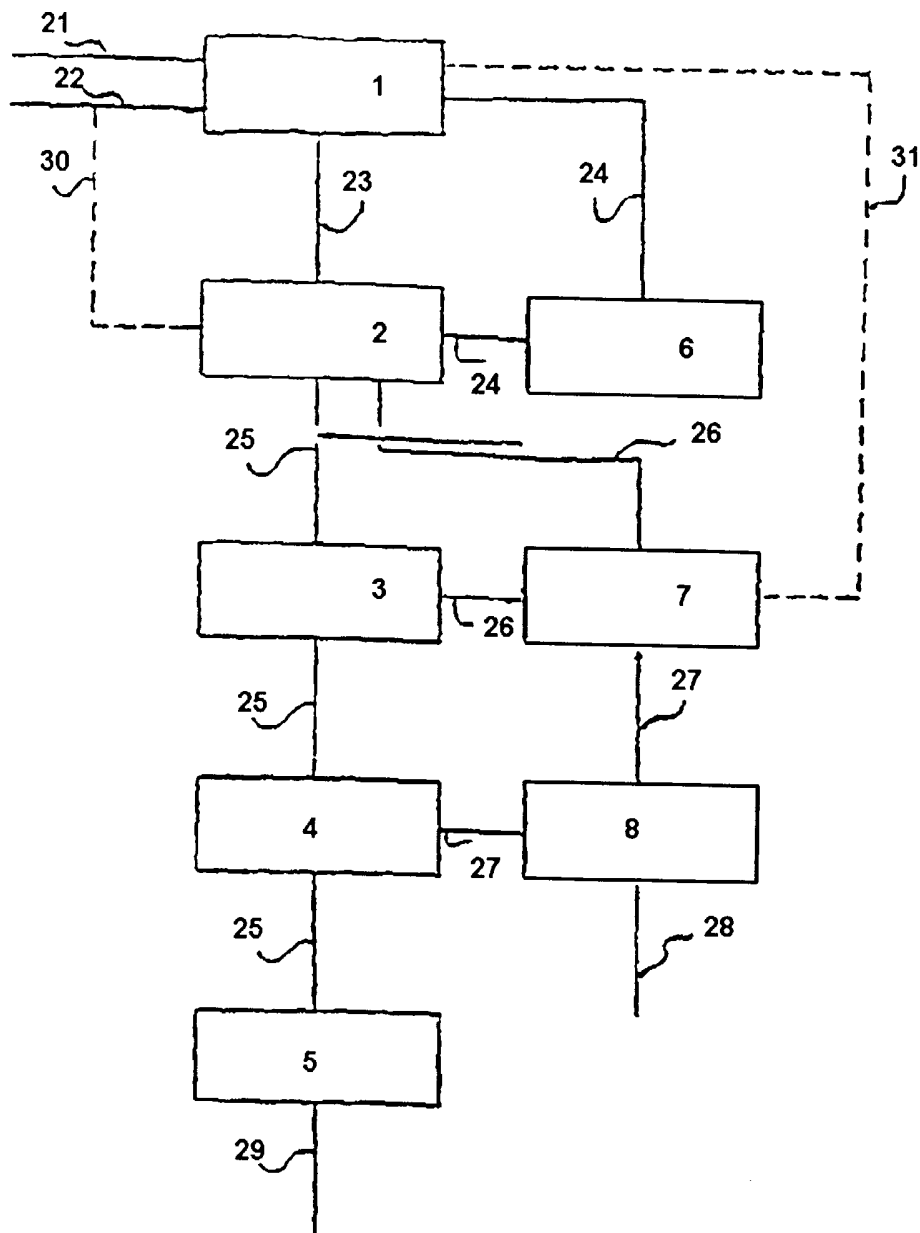


Fig. 3

