



(19) **UA** (11) **33 681** (13) **C2**  
(51)МПК<sup>7</sup> **C 01C 1/18 A, B 01J 8/00 B**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 99031626, 23.03.1999

(24) Дата начала действия патента: 15.11.2002

(46) Дата публикации: 15.11.2002

(72) Изобретатель:

Янковский Николай Андреевич, UA,  
Перепада Николай Петрович, UA,  
Туголуков Александр Владимирович, UA,  
Степанов Валерий Андреевич, UA,  
Кулацкий Николай Степанович, UA,  
Мазниченко Сергей Васильевич, UA,  
Кисилев Виктор Ксенофонтович, UA,  
Подерягин Николай Васильевич, UA,  
Шутенко Леонид Иванович, UA,  
Енин Леонид Федорович, UA,  
Довженко Леонид Николаевич, UA,  
Белецкая Светлана Ефимовна, UA

(73) Патентовладелец:

Горловское открытое акционерное общество  
"Концерн Стирол", UA

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ НИТРАТА АММОНИЯ И ТРУБЧАТЫЙ РЕАКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

(57) Реферат:

Изобретение касается технологии получения щелоков аммиачной селитры на химическом оборудовании, может быть использовано в производстве минеральных удобрений. Нейтрализацию 50-56 мас. % азотной кислоты аммиаком осуществляют в трубчатом реакторе под давлением  $(6-7)10^2$  кПа при температуре 170-180 °С в потоке раствора-теплоносителя, например 64-75 мас. % раствора щелоков аммиачной селитры, циркулирующей по замкнутому контуру:

реактор-теплообменник-насос-сепаратор-реактор. Выпаривание раствора нитрата аммония с использованием тепла нейтрализации от раствора-теплоносителя, циркулирующего из стадии нейтрализации. Трубчатый реактор для

проведения экзотермических реакций дополнительно оборудован распределительной камерой и узлом подачи жидкости, который вместе с трубопроводом соединяют межтрубный и трубный пространства. Узел содержит вертикальную цилиндрическую обечайку, входную камеру, ограниченную крышкой со штуцером, и смешительную камеру, образованную переходным конусом, обечайкой и трубной доской, в которой одним концом закреплены вертикальные трубки.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2002, N 11, 15.11.2002. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.



(19) **UA** (11) **33 681** (13) **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **C 01C 1/18 A, B 01J 8/00 B**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF  
 UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL  
 PROPERTY

(12) **DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION**

(21), (22) Application: 99031626, 23.03.1999

(24) Effective date for property rights: 15.11.2002

(46) Publication date: 15.11.2002

(72) Inventor:

Yankovskii Mykola Andriiovych, UA,  
 Perepadia Mykola Petrovych, UA,  
 Tuholukov Oleksandr Volodymyrovych, UA,  
 Stepanov Valerii Andriiovych, UA,  
 Kulatskyi Mykola Stepanovych, UA,  
 Maznichenko Serhii Vasyliiovych, UA,  
 Kisyliov Viktor Ksenofontovych, UA,  
 Poderiahin Mykola Vasyliiovych, UA,  
 Shutenko Leonid Ivanovych, UA,  
 Yenin Leonid Fedorovych, UA,  
 Dovzhenko Leonid Mykolaiovych, UA,  
 Beletska Svitlana Yukhymivna, UA

(73) Proprietor:

Horlivske Open Joint-Stock Company "Concern  
 Styrol", UA

(54) **METHOD FOR PRODUCTION OF AMMONIUM NITRATE AND TUBULAR REACTOR FOR EXOTHERMIC REACTIONS**

(57) Abstract:

Invention relates to the technology of production of ammonium nitrate lye on chemical equipment and it may be used for production of fertilizers. Neutralization of 50-56 per cent by weight of nitric acid by ammonia is made in tubular reactor under pressure of (6-7)10<sup>2</sup> kPa at the temperature of 170-180 °C in the flow of carrier solution, for example 64-75 per cent by weight of alkali solution of ammonium nitrate that is circulating in closed circuit: reactor - heat-exchanger - pump - separator - reactor. Evaporation of ammonium nitrate solution using heat of neutralization of carrier solution

circulating from neutralization stage. Tubular reactor for exothermic reactions is additionally equipped with distribution chamber and device for liquid supply that together with a pipe is connected in tube space. The device includes a vertical cylindrical shell, inlet chamber limited by a cover with connecting pipe, and mixing chamber formed by transfer cone, shell and tube plate in which vertical tubes are fixed by one end.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2002, N 11, 15.11.2002. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U  
A  
3  
3  
6  
8  
1  
C  
2

U  
A  
3  
3  
6  
8  
1  
C  
2



(19) **UA** (11) **33 681** (13) **C2**  
(51)МПК <sup>7</sup> **C 01C 1/18 A, B 01J 8/00 B**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВІНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:  
99031626, 23.03.1999

(24) Дата набуття чинності: 15.11.2002

(46) Публікація відомостей про видачу патенту  
(деклараційного патенту): 15.11.2002

(72) Винахідник(и):

Янковський Микола Андрійович, UA,  
Перепадя Микола Петрович, UA,  
Туголуков Олександр Володимирович, UA,  
Степанов Валерій Андрійович, UA,  
Кулацький Микола Степанович, UA,  
Мазніченко Сергій Васильович, UA,  
Кісильов Віктор Ксенофонтович, UA,  
Подерягін Микола Васильович, UA,  
Шутенко Леонід Іванович, UA,  
Єнін Леонід Федорович, UA,  
Довженко Леонід Миколайович, UA,  
Белецька Світлана Юхимівна, UA

(73) Власник(и):

Горлівське відкрите акціонерне товариство  
"Концерн Стирол", UA

(54) СПОСІБ ОДЕРЖАННЯ НІТРАТУ АМОНІЮ І ТРУБЧАСТИЙ РЕАКТОР ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ  
ЕКЗОТЕРМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

(57) Реферат:

Винахід стосується технології одержання лугів аміачної селітри на хімічному обладнанні, може бути використано у виробництві мінеральних добрив. Нейтралізацію 50-56 мас.% азотної кислоти аміаком здійснюють у трубчастому реакторі під тиском  $(6-7)10^2$  кПа при температурі 170-180<sup>0</sup>С в потоці розчину-теплоносія, наприклад 64-75 мас.% розчину лугів аміачної селітри, що циркулює по замкнутому контуру : реактор-теплообмінник-насос-сепаратор-реактор. Упарювання розчину нітрату амонію з

використанням тепла нейтралізації від розчину-теплоносія, що циркулює із стадії нейтралізації. Трубчастий реактор для проведення екзотермічних реакцій додатково обладнано розподільною камерою та вузлом подачі рідини, який в купі з трубопроводом з'єднують міжтрубний і трубний простори. Вузол містить вертикальну циліндричну обичайку, вхідну камеру, обмежену кришкою із штуцером, та змішувальну камеру, утворену перехідним конусом, обичайкою і трубною дошкою, в якій одним кінцем закріплені вертикальні трубки.

У  
А  
3  
3  
6  
8  
1  
C  
2

У  
А  
3  
3  
6  
8  
1  
C  
2

## Опис винаходу

Винахід належить до галузі одержання щолоків (лугів) аміачної селітри на хімічному обладнанні, може використовуватися у виробництві мінеральних добрив.

Відомо спосіб одержання аміачної селітри, який включає нейтралізацію 40-60% азотної кислоти аміаком при температурі 180-190°C в об'ємних співвідношеннях 1 : 2-1 : 20 до рН = 6,0 : 6,5, упарювання утвореного розчину аміачної селітри під вакуумом від концентрації 24-44% до 60-65%. Спосіб застосовується для розкладання органічних домішок, що містяться у побічних продуктах виробництва капролактаму, дозволяє перевести нестійкі форми сполук нітратів у стабільну форму, спінюваність на стадії упарювання знижується. [1. А.с. СРСР № 490750, МКВ С01С 1/18, надрук. 05.11.75 БВ № 41].

У способі не передбачено використання тепла нейтралізації, отримують готовий продукт низької концентрації.

Відомо спосіб отримання розчину аміачної селітри і водяної пари, який включає нейтралізацію попередньо підігрітої до 135°C неконцентрованої азотної кислоти (57-60%) аміаком з  $t = 135^\circ\text{C}$  при підвищеному тиску  $2-6.5\text{кГ/см}^2$  [або  $(2-6,5)\cdot 10^2\text{кПа}$ ] і  $t = 170-190^\circ\text{C}$  з одержанням сокової пари й розведеного розчину аміачної селітри, що доупарюють дроселюванням до атмосферного тиску або продувкою потоком попередньо підігрітого вихідного аміаку, утворення водяної пари в теплообміннику шляхом випаровування води за рахунок тепла реакції нейтралізації. Теплообмінник розміщують у зоні нейтралізації, сокову пару після нейтралізації направляють на підігрівання вихідних реагентів. Спосіб здійснюють за схемою, яка включає теплообмінники, реактор-нейтралізатор з встановленими у середині котлом-утилізатором, випарник сокової пари, дроселюючий пристрій, апарат очистки сокової пари шляхом псевдоректифікації, концентратор, лінії подачі вихідних/проміжних реагентів і видачі продукційних потоків. Спосіб забезпечує отримання водяної пари із тиском  $(9-12)\cdot 10^2\text{кПа}$ , і сокової пари при використанні неконцентрованої азотної кислоти. Отриманий розчин аміачної селітри використовується для виробництва рідких комплексних азотомістких добрив або гранульованої аміачної селітри в грануляторах із кіп'ячим шаром. [2. А.с. СРСР №1372853, МКВ С01С 1/18, надрук. 30.11.84].

Недоліками відомого способу є: одержання 90% нітрату амонію; зниження безпеки процесу установленням у середині реактора котла-утилізатора та введенням до реактора паро-аміачної суміші.

Відомий реактор каталітичних процесів з екзотермічним ефектом містить корпус з торцевими кришками, технологічними штуцерами, теплообмінні елементи, виконані у вигляді співвісно розташованих труб різної довжини, що закріплені в трубній решітці, яка має перфорацію для рівномірного розподілу по перерізу апарата, вхід теплоносіїв у труби відбувається з окремих розподільних камер, виходи - із загальної, співвідношення довжин труб теплообмінних елементів складає 2 : 1-3 : 1. Реактор використовується у нафтохімічній та нафтопереробній промисловості для проведення процесів у стаціонарному шарі каталізатора. [3. Заявка РФ № 93039632, МПК В01J 8/06, надрук. 27.06.96, БВ № 183].

Одержання нітрату амонію не вимагає наявності каталізатора та трубної решітки з перфорацією. Проведення процесу в теплообмінних елементах, які виконані у вигляді концентрично розташованих труб різної довжини, робить реакційну зону подовженою й малоефективною щодо використання тепла екзотермічної реакції - нейтралізації.

Найбільш близьким по технічній сутності та результату, що досягається, є спосіб одержання нітрату амонію, який включає нейтралізацію 60-65% азотної кислоти ( $t = 30^\circ\text{C}$ ) аміаком ( $t = 10^\circ\text{C}$ ) при температурі 180-185°C і тиску вище тиску насичених парів 5-6абс.бар./ або  $(5-6)\cdot 10^2\text{кПа}$ , упарювання розчину нітрату амонію, що утворився з використанням тепла розчину, який циркулює зі стадії нейтралізації, в утвореному розчині нітрату амонію перед упарюванням знижують тиск до тиску випаровування, кількість циркулюючого розчину підбирають з умов підтримки заданих режимів температури й тиску стадій нейтралізації. Спосіб здійснюють по схемі, що включає реактор, який виконано у вигляді суцільного апарату з внутрішнім переливним пристроєм, виносний пристрій, що складається з трубопроводу та холодильника, зв'язаний з верхньою частиною для регулювання тиску в реакторі, трубопроводи, редуційний клапан, випарник (одно або багатоступінчастий), випарник пари, насоси, гідрозатвори, ємкість, конденсатор, збірник, вакуумний насос, теплообмінник для одержання гріючої пари, теплообмінники для підігріву аміаку та азотної кислоти, промивач (одно або багатоступінчастий). [4. Патент СРСР № 1367853, МКВ С01С 1/18, надрук. 15.01.88. БВ №2 - прототип способу].

Недоліки прототипу способу в наступному :

- контур, по якому циркулює розчин нітрату амонію, включає випарник (одно/багатоступінчастий) і теплообмінник для одержання гріючої пари, тобто 2 додаткових апарати.

- випарник дозволяє використовувати надлишкове тепло, але тільки при наявності 2-х або більше ступенів, що ускладнює конструкцію, подовжує циркуляцію розчину по контуру;

- використання азотної кислоти 60-65% концентрації при тиску  $(5-6)\cdot 10^2\text{кПа}$  призводить до зменшення коефіцієнта корисного використання тепла нейтралізації та зниження тиску пари.

Найбільш близьким по конструкції є реактор для гетерогенного каталізу, який містить вертикальний циліндричний корпус з торцевими кришками, технологічними патрубками вводу і виводу матеріальних потоків, внутрішні реакційні труби, розміщені уздовж і прикріплені до верхньої та нижньої перфорованої трубних дощок, із концентрично встановленими центральними трубками, які перфоровані по всій довжині та заглушені на кінцях по ходу газового потоку, вхідну і вихідну камери, розміщені, відповідно, над та під трубними дошками й обмежені торцевими кришками, простори між реакційними трубами і центральними трубками заповнені частками твердого каталізатора. [5. А.с. СРСР №1699584, МКІ В01J8/06, надруковано 23.12.91. БВ №47-прототип

реактора].

Недоліки прототипу реактора в наступному :

- розміщення центральних трубок по всій довжині в реакційних трубах призводить до невиправданого збільшення металоємкості конструкції, зниження ефективності процесу нейтралізації через проскакування аміаку, який не прореагував з азотною кислотою, погіршення якості отриманого готового продукту;
- потрібно встановити додатковий апарат для охолодження нітрату амонію після реактора.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення способу одержання нітрату амонію і трубчастого реактора для проведення екзотермічних реакцій шляхом нейтралізації аміаком при температурі, під тиском азотної кислоти, яка подається в потоці розчину-теплоносія, зниження тиску в розчині нітрату амонію, що утворився, до тиску випаровування, упарювання цього розчину з використанням тепла нейтралізації від розчину, який циркулює зі стадії нейтралізації по замкнутому контуру, що в сукупності з конструкційними елементами трубчастого реактора виключає споживання додаткового тепла на стадії випарки, забезпечуючи тривалу, безпечну роботу в оптимальному технологічному режимі з досягненням високої концентрації готового продукту.

Поставлена задача досягається тим, що в способі одержання нітрату амонію і трубчастому реакторі для проведення екзотермічних реакцій нейтралізацію азотної кислоти аміаком проводять при температурі 170-180°C під тиском, зниження тиску в розчині нітрату амонію, що утворився, до тиску випаровування, упарювання цього розчину з використанням тепла нейтралізації від розчину, який циркулює зі стадії нейтралізації по контуру, кількість циркулюючого розчину підбирають за умов підтримання завданих режимів температури та тиску стадії нейтралізації, згідно із способом, нейтралізацію 50-56мас.% азотної кислоти в потоці розчину-теплоносія проводять в трубчастому реакторі під тиском (6-7)  $\cdot 10^2$ кПа, наприклад, 64-75мас.%розчину щолоків (лугів) аміачної селітри, який циркулює по замкнутому контуру: реактор-теплообмінник-насос-сепаратор--реактор. Реактор містить вертикальний циліндричний корпус із торцевими кришками, технологічними штуцерами та теплообмінні елементи, внутрішні реакційні труби, яких розміщені уздовж і прикріплені до трубних дошок, в реакційних трубах концентрично встановлені центральні перфоровані трубки, заглушені на кінцях по ходу газового потоку, вхідну та вихідну камери, обмежені трубними дошками і торцевими кришками, згідно з пристроєм, центральні трубки реактора, що закріплені в трубній дошці, знаходяться в реакційних трубах на (3-4)  $\cdot D$ , площа перфорації дорівнює  $1.5\pi d/4$  при висоті перфорації (3-4)  $\cdot D$ , діаметри зв'язані співвідношенням  $d : D = 1 \div 1,5 \div 2,5$ , де  $D$  - діаметр реакційних труб,  $d$  - діаметр центральних трубок, число реакційних зон, яке дорівнює кількості труб, визначається продуктивністю, вхід реакційних потоків здійснюють у центральні трубки з вхідної камери, в реакційні труби - з розподільної камери, утвореної обечайкою, один торець якої встановлений із зазором над торцевою кришкою, інший - прикріплений до трубної дошки реактора, реактор додатково обладно вузлом подачі рідини, що трубопроводом з'єднує міжтрубний з трубним простори, містить вертикальну циліндричну обичайку, вхідну камеру, обмежену кришкою із штуцером та змішувальну камеру, утворену перехідним конусом, обичайкою і трубною дошкою, в якій одним кінцем закріплені вертикальні трубки.

Нейтралізація під тиском (6-7)  $\cdot 10^2$ кПа трубчастому реакторі дозволяє знизити концентрацію азотної кислоти від 57-60%, 60-65% до 50-56%, підвищити коефіцієнт корисного використання тепла нейтралізації, що виключає перегрів аміаку, зменшити агресивність кислоти і подовжити строк служби реактора циркуляцією розчина-теплоносія концентрацією 64-75% по замкнутому контуру :

реактор-теплообмінник-насос-сепаратор-реактор.

Теплообмінні елементи виконують дві функції:

- кожна реакційна труба працює міні реактором конструкційно виконаним як труба в трубі;
- свою основну теплообмінну функцію, щодо зняття екзотермічного тепла із зовнішніх стінок реакційних труб, що не вимагає додаткового охолоджуючого пристрою. Перфоровані по висоті на (3-4)  $\cdot D$  з площею перфорації  $1.5\pi d/4$  центральні трубки і заведені в реакційні труби на (3-4)  $\cdot D$  - необхідні та достатні умови повного контактування газоподібної та рідкої фаз без проскоку газу.

Циліндрична обечайка, основний конструкційний елемент розподільної камери, забезпечує рівномірний напрям потоків у всі реакційні труби, знімаючи динамічну напруженість з дільниці центральних трубок.

У вузлі подачі рідини досягається безпечний технологічний режим змішування рідких фаз, який забезпечує стехіометрично повну однорідність суміші, що отримана.

Вся сукупність пропонованих технічних прийомів та конструкційних елементів дозволяє тривалий час працювати в оптимальному технологічному режимі, досягаючи високий вихід по готовому продукту при використанні екзотермічного тепла нейтралізації у власному виробництві на стадії випарки - без сторонніх теплоносіїв.

Сутність винаходу пояснюється кресленнями, де :

на фіг.1 - подана схема одержання нітрату амонію,

на фіг.2 - поздовжній розріз трубчастого реактора для проведення екзотермічних реакцій.

Приклади конкретного виконання способу та порівняльна характеристика з аналогами і прототипом подані в таблиці.

На схемі (фіг.1) показані : P1 - трубчастий реактор, T2 - підігрівач кислоти, (T3 - підігрівач аміаку, за потребою), H3- насос циркуляційний, T4 - теплообмінник і C8 - сепаратор 2 ступеня, O5 - сепаратор циркуляції, T6 - теплообмінник і C7- сепаратор 1 ступеня, E9 - гідрозатвор.

Трубчастий реактор (фіг.2) для проведення екзотермічних реакцій містить вертикальний циліндричний корпус 1 з торцевими кришками 2 і 3, технологічні штуцери 4,5,6,7,8 і 9, реакційні труби 10, які розміщені уздовж і прикріплені до трубних дошок 11,12, в реакційних трубах 10 концентрично встановлені центральні трубки 13 з

перфорацією 14, заглушені на кінцях по ходу газового потоку, одним кінцем закріплені у трубній дошці 15, вхідну і вихідну камери, обмежені трубними дошками 11,12 і торцевими кришками 2,3, розподільну камеру 16, утворену обечайкою 17, один торець якої встановлений із зазором над трубною дошкою, другий - прикріплено до трубної дошки 11, штуцери 5,7 і 8, які з'єднують міжтрубний 18 і трубний 19 простори реактора, об'єднані трубопроводом 20 в вузол подачі рідини, який містить циліндричну обечайку 21, кришку 22 з штуцером 7, перехідний конус 23, вхідну камеру, обмежену кришкою 22, змішувальну камеру 24, утворену конусом 23, обечайкою 21 і трубною дошкою 25, в якій одним кінцем закріплені вертикальні трубки 26.

Спосіб одержання нітрату амонію за допомогою трубчастого реактора для проведення екзотермічних реакцій (приклади 1-3) здійснюється таким чином: Для заповнення циркуляційного контуру по рекуперації тепла 64-70% розчин аміачної селітри з температурою 140-143°C із сепаратора С5 насосом Н3 під тиском (6-7)·10<sup>2</sup>кПа подається крізь вхідний штуцер 4. міжтрубний простір 18 трубчастого реактора Р1, вихідний штуцер 5, змішувальну камеру 24, трубопровід 20, розподільну камеру 16, реакційні труби 10 (16-25шт. D = 80-125мм), вихідну камеру, штуцер 9 виходу з реактора на всас циркуляційного насоса Н3. Потім циркулюючий по замкнутому контуру розчин щолоків (лугів) аміачної селітри змішується з 50-56% азотною кислотою (після підігрівача Т2 з t = 50°C), яка поступає крізь штуцер 7 вузла подачі рідини, вхідну камеру, вертикальні трубки 26 (8-12шт. Ø = 20-32мм), в змішувальній камері 24, по трубопроводу 20 суміш направляється із розподільної камери 16 в реакційну зону реактора. Одночасно крізь вхідний штуцер 6, під тиском (6-7)·10<sup>2</sup>кПа подається газоподібний аміак (з t = 30-90°C по технологічному трубопроводу виробництва аміаку, або після підігрівача Т3) по центральних трубках 13 (16-25 шт. D = 50-80мм), крізь перфорацію 14 (площею 3000-7500мм), в реакційну зону висотою 240-500мм. Аміак нейтралізує кислоту, що циркулює в потоці розчину-теплоносія з виділенням надлишкового тепла, яке знімається із зовнішньої поверхні реакційних труб 10 розчином аміачної селітри" що циркулює у міжтрубному просторі 18. Перегрітий розчин із концентрацією 64-75% і температурою 170-180°C по трубах 10, крізь вихідну камеру, штуцер 9 надходить у теплообмінник Т4, віддаючи частину тепла на випаровування, і сепаратор циркуляції 05. У сепараторі під тиском (1,5-2,0)·10<sup>2</sup>кПа розчин розширюється, закипає, утворена сокова пара відділяється від розчину та надходить на обігрівання теплообмінника Т6 і підігрівача Т2 азотної кислоти (Т3 - аміаку за потребою), надлишок сокової пари відводиться в мережу на внутріцехові потреби. Частина розчину із сепаратора С5 надходить на всас насоса Н3, утворюючи контур циркуляції: -Р1-Т4-С5-Н3-Р1-, а продукційний потік розчину концентрацією 72-75 % надходить у Т6, потім парорідинна суміш розділяється в сепараторі 07 під Р = 300кПа. Сокова пара відводиться в мережу, розчин концентрацією 82-85% надходить у теплообмінник Т4, потім в сепаратор С8, де сокова пара при тиску і t = 155°C відділяється і відводиться в мережу, розчин подається в апарат до упарювання плаву, де концентрується до 99,0-99,7% і направляється на грануляцію. Кількість газоподібного аміаку, необхідна для проведення нейтралізації, визначається продуктивністю трубчастого реактора, кількість азотної кислоти знаходиться в стехіометричній залежності від аміаку, що подається в реактор.

Межі тиску процесу нейтралізації вибрані в інтервалі 600-700кПа (таблиця). Верхня - обмежена економічною доцільністю одержання нітрату амонію високої концентрації, необхідною для його подальшого використання. Нижня межа – застосуванням розведеної азотної кислоти і одержанням сокової пари, необхідних параметрів. Замкнутий контур -реактор-теплообмінник-сепаратор-насос-реактор-, вибраний із мінімальними капітальними витратами, бо використовуються апарати, що працюють у відомому виробництві одержання нітрату амонію.

Таким чином, пропонується спосіб отримання нітрату амонію та конструкція трубчастого реактора для проведення екзотермічних реакцій, дозволяють вести процес нейтралізації азотної кислоти газоподібним аміаком з утворенням щолоків (лугів) аміачної селітри в достатньо безпечному режимі, тому що реактор являє собою міні-реактори, кількість яких дорівнює числу трубок, кожна з яких охолоджується циркуляційним розчином щолоків (лугів), віддаючи тепло реакції в циркуляційному контурі на випарку знов утворених щолоків (лугів), при зниженні теплонапруженості трубок та динамічного навантаження.

## Формула винаходу

1. Спосіб одержання нітрату амонію в реакторі, який включає нейтралізацію азотної кислоти аміаком під тиском, при температурі 170-180°C, зниження тиску у розчині нітрату амонію, що утворився до тиску випаровування, упарювання цього розчину з використанням тепла нейтралізації від розчину, що циркулює із стадії нейтралізації по контуру, кількість циркулюючого розчину підбирають за умов підтримання завданих режимів температури та тиску стадії нейтралізації, який відрізняється тим, що нейтралізацію азотної кислоти, яка подається в потоці розчину-теплоносія, що циркулює по замкнутому контуру, проводять в трубчастому реакторі.

2. Спосіб по п. 1, який відрізняється тим, що нейтралізацію 50-56 мас.% азотної кислоти здійснюють під тиском (6-7)10<sup>2</sup> кПа в потоці розчину-теплоносія, наприклад, 64-75 мас.% розчину щолоків (лугів) аміачної селітри, що циркулює по замкнутому контуру: реактор-теплообмінник-насос-сепаратор-реактор.

3. Трубчастий реактор для проведення екзотермічних реакцій, який містить вертикальний циліндричний корпус із торцевими кришками, технологічними штуцерами та теплообмінні елементи, внутрішні реакційні труби, які розміщені уздовж і прикріплені до трубних дошок, в реакційних трубах концентрично встановлені центральні перфоровані трубки, заглушені на кінцях по ходу газового потоку, вхідну та вихідну камери, обмежені трубними дошками і торцевими кришками, який відрізняється тим, що центральні трубки реактора закріплені в трубній

дощі, знаходяться в реакційних трубах на  $(3-4) \cdot D$ , площа перфорації дорівнює  $1,5 \cdot \frac{\pi}{4} d^2$  при висоті перфорації  $(3-4) \cdot D$ , діаметри зв'язані співвідношенням  $d:D = 1 \pm 1, 5 \pm 2,5$ , де:

5 D - діаметр реакційних труб, d - діаметр центральних трубок, число реакційних зон, яке дорівнює кількості труб, визначається продуктивністю, вхід реакційних потоків здійснюють у центральні трубки з вхідної камери, в реакційні труби - з розподільної камери, реактор додатково обладнано вузлом подачі рідини, який в купі з трубопроводом з'єднують міжтрубний і трубний простори.

10 4. Трубчастий реактор по п. 3, який відрізняється тим, що вузол подачі рідини містить вертикальну циліндричну обичайку, вхідну камеру, обмежену кришкою із штуцером та змішувальну камеру, утворену перехідним конусом, обичайкою і трубною дошкою, в якій одним кінцем закріплені вертикальні трубки.

5. Трубчастий реактор по п. 3, який відрізняється тим, що розподільна камера, утворена обичайкою, один торець якої встановлено із зазором над торцевою кришкою, інший - прикріплено до трубної дошки реактора.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

U  
A  
3  
3  
6  
8  
1  
C  
2

U  
A  
3  
3  
6  
8  
1  
C  
2

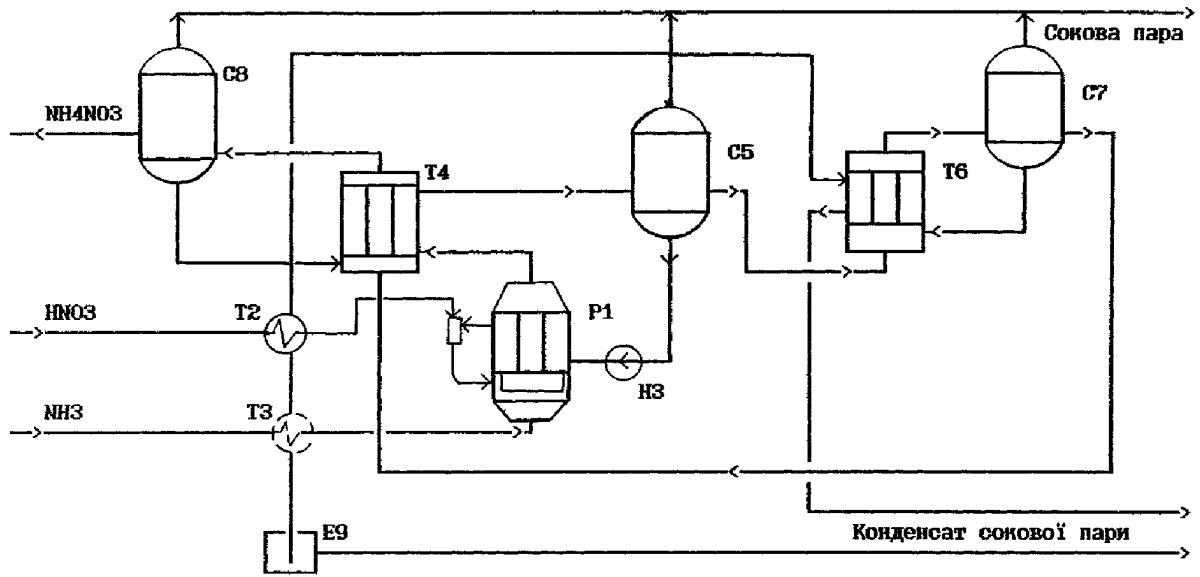
## ТАБЛИЦЯ

ПРИКЛАДИ КОНКРЕТНОГО ВИКОНАННЯ СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ  
 НІТРАТУ АМОНІЮ в ТРУБЧАСТОМУ РЕАКТОРІ та ПОРІВНЯЛЬНА  
 ХАРАКТЕРИСТИКА з ВІДОМИМИ СПОСОБАМИ.

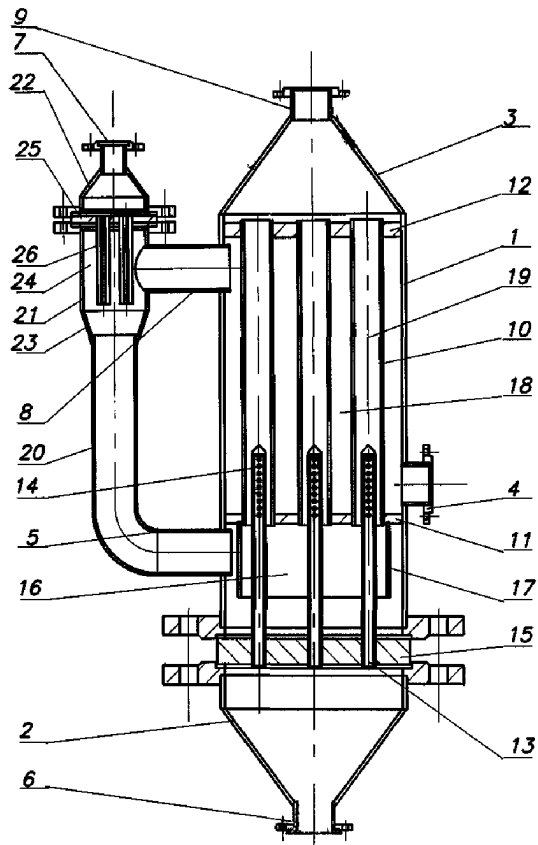
ВИХІДНІ РЕАГЕНТИ, ПРОДУКТИ (проміжні, готовий, побічні). ПАРАМЕТРИ, одиниці виміру.	СПОСОБИ ОДЕРЖАННЯ НІТРАТУ АМОНІЮ :			
	ПРОПОНОВАНИЙ	ПРОТОТИП	N 490750	N 1372853
	Приклади 1-3	Прик-ди1-2	Прик-ди1-2	Прикл.1-9
Азотна кислота, $\text{HNO}_3$ , %	50 - 56	60 - 65	40 - 60	57 - 60
Тиск, $\times 10^2$ , кПа	6 - 7	5 - 6	вакуум	2 - 6,5
Температура, $^{\circ}\text{C}$	170 - 180	180 - 185	180 - 190	170-190
Рвачин-теплоносій, $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , мас. %	64 - 75	65,6-70,2	24 - 44	74,9-88,2
Вихід :				
Проміжний продукт, $\text{NH}_4\text{NO}_3$ з реактора, %мас.	72 - 75	70,2-74,8	дані від-	76 - 86
Тепло з реактора на обіг- рів/випаровув., $\times 10^3$ , Мдж/г	32,5	32,24	сутні	дані
			- " -	відсутні
Готовий продукт, $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , % мас.	99,5 - 99,7	98,0-99,7	60 - 65	80 - 90
Продуктивність, т/год.	68,29-75,34	59,36-63,56	дані	відсутні
Побічний продукт, сокова /вторинна пара, Гкал/т	0,21- 0,32	дані	дані	0,05-0,18
з тиском, $\times 10^2$ , кПа	до 2,0	0,3	-"	4,9-2,0

У  
В  
3  
3  
6  
8  
1  
С  
2

У  
А  
3  
3  
6  
8  
1  
С  
2



ФІГ. 1



Фіг. 2

Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2002, N 11, 15.11.2002. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.