



УКРАЇНА

(19) UA (11) 46723 (13) U
(51) МПК (2009)
C01B 33/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РЕАКТОР ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ПІРОГЕННИХ ОКСИДІВ МЕТАЛІВ

1

(21) u200812757

(22) 31.10.2008

(24) 11.01.2010

(46) 11.01.2010, Бюл.№ 1, 2010 р.

(72) МИРОНЮК ІВАН ФЕДОРОВИЧ, ЯРЕМЧУК
БОГДАН МИКОЛАЙОВИЧ(73) МИРОНЮК ІВАН ФЕДОРОВИЧ, ЯРЕМЧУК
БОГДАН МИКОЛАЙОВИЧ

(57) 1. Реактор для одержання пірогенних оксидів металів шляхом полум'яного гідролізу хлоридів (галогенідів) або органохлоридів (органогалогенідів) цих металів, виконаний у вигляді двох пустотілих різновисоких зрізаних конусів, з'єднаних між собою більшими основами, і оснащений люком з відкидною кришкою на коротшому із конусів корпусу, пальником для спалювання реагентів, встановленим зі сторони меншої основи цього конуса, патрубком для виведення продуктів реакції зі сторони меншої основи довшого конуса та кожухом з патрубками для охолодження стінок апарата, який **відрізняється** тим, що в найбільш гарячій зоні реакції полум'яного гідролізу конуси між собою з'єднані циліндричною вставкою, на стінках корпусу зі сторони кожуха в цій зоні, а також біля меншої основи довшого із конусів змонтовані спіральні ребра, кожухом оснащений довший конус і циліндрична вставка корпусу, на кожусі змонтовані два патрубки підведення охолоджуючого агента, один із яких розміщений біля патрубка виведення продуктів реакції, інший - в зоні максимальних температур, патрубок виведення відпрацьованого охолоджуючого агента розташований зі сторони установки пальника, а всі патрубки охолоджуючого агента приєднані до кожуха апарата по дотичній, при цьому на коротшому конусі зі сторони меншої основи встановлений перехідний циліндр з камерою підведення охолоджуючого повітря, на яких закріплені пальник так, щоб зовнішня стінка корпусу останнього з внутрішньою стінкою перехідного циліндра утворювали кільцевий зазор для вільного проходження охолоджуючого повітря, і, крім того, цей конус зсередини оснащений додатковим коаксіальним зрізаним конусом з кутом розкриття, рівним куту розкриття верхнього конуса, додатковий конус встановлений більшою основою вниз і приєднаний меншою основою до камери, призначеної для підведення охолоджуючого повітря.

2

2. Реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що відношення діаметра більших основ конусів і діаметра циліндричної вставки між ними до діаметра вивідного патрубка продуктів реакції вибирають в межах 2,5-3,85 до 1, а відношення висот довшого конуса до коротшого - в межах 3-6 до 1.

3. Реактор за пп. 1 та 2, який **відрізняється** тим, що висота циліндричної вставки між конусами відноситься до висоти меншого із конусів як 0,4-2,5 до 1.

4. Реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що висоту додаткового коаксіального зрізаного конуса, встановленого з внутрішньої сторони коротшого конуса, вибирають в межах 1/3-3/4 висоти останнього.

5. Реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що циліндрична вставка, встановлена між різновисокими конусами корпусу, продовжена вище більшої основи коротшого із цих конусів і з'єднана із камерою стиснутого повітря, розташованою зовні коротшого конуса, а цей конус встановлений так, щоб кромка його більшої основи утворювала по відношенню до циліндричної вставки кільцевий зазор.

6. Реактор за пп. 1-5, який **відрізняється** тим, що люк з відкидною кришкою на коротшому із конусів корпусу встановлений нижче кромки більшої основи додаткового коаксіального зрізаного конуса.

7. Реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що об'єм внутрішньої робочої порожнини апарата вибирають із розрахунку, щоб питоме теплове навантаження складало 250-750 кВт/м³, а площу теплопередачі - із розрахунку величини питомого теплового потоку через його стінки в межах 45-95 кВт/м².

8. Реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що монтаж трубопроводів охолоджуючого агента на кожусі корпусу апарата здійснюють так, щоб ввідні патрубки цього агента розміщалися з однієї сторони поперечного перерізу кожуха, а вивідний - з іншої його сторони.

9. Реактор за пп. 1 та 8, який **відрізняється** тим, що діаметр патрубків кожуха, зазор між стінками апарата і кожухом, а також відстань між спіральними ребрами вибирають із розрахунку, щоб швидкість охолоджуючого агента при введенні в кожух і в зазорі між цими ребрами була в 1,5-2 рази вищою, ніж в вивідному патрубку відпрацьованого агента.

(13) U

(11) 46723

(19) UA

10. Реактор за п. 1, який **відрізняється** тим, що кожух оснащений температурним компенсатором,

який розміщують в зоні розриву між витками спіральних ребер.

Корисна модель відноситься до технології одержання вискодисперсних оксидів металів, конкретно до апаратурного оформлення одного з основних процесів цієї технології - полум'яного гідролізу хлоридів (галогенідів) чи органохлоридів (органогалогенідів) цих металів.

Відомий реактор (аналог) для проведення хімічних реакцій в полум'ї, виконаний в вигляді двох порожнотілих вертикальних зрізаних конусів, з'єднаних між собою однаковими за діаметром більшими основами, який оснащено пальником для спалювання реагентів, встановленим зі сторони одного із конусів, патрубком для виведення продуктів реакції зі сторони меншої основи іншого конуса, та кожухом з патрубками для водяного охолодження стінок конусів [див. Якименко Л.М. Производство хлора, каустической соды и неорганических хлорпродуктов. - М.: Химия, 1974 - стр.486].

Загальними суттєвими ознаками відомого технічного рішення і корисної моделі, що заявляється, є те, що апарат виконано в вигляді двох порожнотілих зрізаних конусів, з'єднаних між собою однаковими за діаметром більшими основами, його оснащено пальником для спалювання реагентів, встановленим зі сторони одного із конусів, патрубком для виведення продуктів реакції зі сторони меншої основи іншого конуса, та кожухом з патрубками для охолодження стінок реактора.

До недоліків відомого технічного рішення можна віднести те, що для охолодження стінок апарата використовують воду, яка в випадку корозії металу і попадання в робочий простір реактора моментально перетворюється в пару, а це в більшості випадків може привести до аварійних ситуацій.

Відоме також виконання реактора (аналог) для проведення хімічних високотемпературних реакцій в вигляді двох різновисоких зрізаних конусів, з'єднаних між собою також однаковими за діаметром більшими основами, і оснащено патрубками для підведення реагентів та виведення продуктів реакції, встановлених зі сторони менших основ конусів, а також кожухом з патрубками для водяного охолодження стінок реактора [див. Фурман А.А. Неорганические хлориды, - М.: Химия, 1980 - стр.196, 197].

Загальними суттєвими ознаками відомого технічного рішення і корисної моделі, що заявляється, є двох конусна форма апарата, використання різновисоких зрізаних конусів, стінки яких краще описують форму факелу полум'яної зони хімічної реакції, відповідне розміщення ввідних і вивідних патрубків реактора та оснащення останнього кожухом для охолодження зони реакції.

Недоліки такого технічного рішення аналогічні попередньому.

Найбільш близьким за технічною суттю і результатом, що досягається (прототипом), до предмету корисної моделі є реактор для проведення хімічних високотемпературних реакцій, в тому чи-

слі і для технології одержання вискодисперсних оксидів металів шляхом полум'яного гідролізу хлориду кремнію, виконаний в вигляді двох різновисоких порожнотілих зрізаних конусів, з'єднаних між собою однаковими за діаметром більшими основами [див. кресл. №1785 СБ „Полум'яна труба” - В/О "Хлорвініл", 1980]. Відношення висоти довшого конуса до коротшого для цього апарата становить 7,85 до 1, а відношення діаметра більших основ конусів до діаметра вивідного патрубка продуктів реакції - 4 до 1. Виконання реактора передбачає здійснення процесу полум'яного гідролізу в режимі з відкритим полум'ям, оскільки апарат оснащено пальником для спалювання реагентів, встановленим зі сторони меншої основи меншого із конусів на деякій відстані від цього конуса, що забезпечує підсмоктування зовнішнього повітря для охолодження пальника і полум'я. Його також оснащено патрубком для виведення продуктів реакції, встановленим зі сторони меншої основи більшого із конусів та кожухом з патрубками для повітряного охолодження стінок реактора. При цьому патрубок для введення охолоджуючого повітря розміщений в зоні патрубка для виведення продуктів реакції, а патрубок відпрацьованого повітря - в зоні з'єднання конусів корпусу.

Спільними суттєвими ознаками прототипу і корисної моделі, що заявляється, є те, що корпус реактора виконано з двох різновисоких конусів, з'єднаних між собою однаковими за діаметром більшими основами, і що його оснащено пальником для спалювання реагентів, який встановлено зі сторони меншої основи нижчого із конусів. Він також має патрубок для виведення продуктів реакції зі сторони меншої основи вищого конуса та кожух з патрубками для охолодження стінок апарата. Патрубок для введення охолоджуючого агента (в даному випадку - повітря) розміщено в зоні патрубка для виведення продуктів реакції, а патрубок для виведення відпрацьованого охолоджуючого агента - з протилежного кінця кожуха. Біля патрубка для введення охолоджуючого агента корпус реактора з зовнішньої сторони оснащено спіральними ребрами. Конструкція реактора передбачає здійснення процесу полум'яного гідролізу в режимі з відкритим полум'ям та ручну періодичну очистку його внутрішніх поверхонь від осажденного на них продукту.

Недоліками відомої конструкції апарата (прототипу) є не досить вдала форма корпусу, яка погано описує конфігурацію полум'я, а це, із-за необхідності виносу стінок корпусу із зони високих температур (понад 800°C), призводить до збільшення діаметрів більших основ конусів, які є основними конструктивними елементами реактора, тобто - до підвищення металоємності і вартості апарата, для виготовлення якого використовують дорогі і дефіцитні жаро-хімічностійкі конструктивні матеріали (інконель, титанові сплави і т.п.). Відомо конструкція не передбачає проведення процесу в більш прогресивному режимі з закритим полум'ям

та не дозволяє на її основі організувати автоматичну очистку його внутрішніх поверхонь.

В основу корисної моделі поставлено завдання розробити максимально просту конструкцію апарата, яка б, за умов мінімальних його габаритів і металоємності, гарантувала надійне охолодження стінок корпусу і інших конструктивних елементів реактора в найбільш гарячій зоні реакції полум'яного гідролізу та дозволяла проводити автоматичну чи ручну очистку його внутрішніх поверхонь від осадженого на них продукту.

Вказаний технічний результат при здійсненні корисної моделі, що заявляється, досягається тим, що реактор, який призначається для одержання пірогенних оксидів металів шляхом полум'яного гідролізу хлоридів (галогенідів) або органохлоридів (органогалогенідів) цих металів, виконують в вигляді двох пустотілих різновисоких зрізаних конусів, з'єднаних між собою більшими основами, і оснащують люком з відкидною кришкою на коротшому із конусів корпусу, пальником для спалювання реагентів, встановленим зі сторони меншої основи цього конуса, патрубком для виведення продуктів реакції зі сторони меншої основи вищого конуса, та кожухом з патрубками для охолодження стінок апарата.

Реактор відрізняється тим, що для кращого охолодження стінок корпусу апарата в найбільш гарячій зоні реакції полум'яного гідролізу, періодичної автоматичної або ручної очистки його внутрішніх стінок від осадженого на них продукту, зменшення його габаритів і металоємності та спрощення конструкції він містить циліндричну вставку, яка з'єднує між собою різновисокі зрізані конуси, а на стінках корпусу зі сторони кожуха в зоні найбільших температур - спіральні ребра та додатковий патрубок для підведення охолоджуючого агента. Кожухом з патрубками для охолодження стінок корпусу оснащено тільки більший конус і циліндрична вставка апарату. Висота циліндричної вставки між конусами відноситься до висоти меншого із конусів як 0,4-2,5 до 1, а відношення висот довшого конуса до коротшого - в межах 3-6 до 1. Відношення діаметра більших основ конусів і діаметра циліндричної вставки між ними до діаметра вивідного патрубка продуктів реакції повинно знаходитися в межах 2,5-3,85 до 1. При цьому об'єм внутрішньої робочої порожнини апарата розраховують так, щоб питоме теплове навантаження складало $250-750 \text{ кВт/м}^3$, а площу теплопередачі - із величини питомого теплового потоку через його стінки в межах $45-95 \text{ кВт/м}^2$. Верхній, коротший, конус з внутрішньої сторони оснащують додатковим коаксіальним зрізаним конусом, який встановлюють більшою основою вниз і приєднують меншою основою до спеціальної повітряної камери, призначеної для введення охолоджуючого повітря, причому кут розкриття додаткового конуса виконують рівним куту розкриття верхнього конуса. Висоту цього додаткового коаксіального зрізаного конуса вибирають в межах $1/3-3/4$ висоти коротшого із конусів корпусу апарата. Для забезпечення періодичної автоматичної очистки його внутрішніх стінок від осадженого на них продукту циліндричну вставку між різновисокими конусами корпусу продовжено вище більшої основи меншого із цих ко-

нусів і з'єднано із камерою стиснутого повітря, розташованою зовні коротшого конуса, а цей конус встановлено так, щоб кромка його більшої основи утворювала по відношенню до циліндричної вставки кільцевий зазор. Люк з відкидною кришкою на коротшому із конусів корпусу встановлюють нижче кромки більшої основи додаткового коаксіального зрізаного конуса та використовують його для періодичної додаткової ручної очистки внутрішніх стінок реактора від осадженого на них продукту. Для здійснення процесу полум'яного гідролізу в режимі закритого полум'я на коротшому конусі зі сторони меншої основи цього конуса встановлюють перехідний циліндр з камерою підведення охолоджуючого повітря, на яких кріплять пальник так, щоб зовнішня стінка корпусу останнього з внутрішньою стінкою перехідного циліндра утворювали кільцевий зазор для вільного проходження повітря, яке організовано подають в його камеру підведення. Всі патрубки охолоджуючого агента приєднують до кожуха апарата по дотичній, а для спрощення монтажу трубопроводів охолоджуючого агента ввідні патрубки цього агента розміщують з однієї сторони поперечного перерізу кожуха, а вивідний з іншої його сторони. Для забезпечення найкращих умов відведення тепла із процесу гідролізу хлоридів діаметр патрубків кожуха, зазор між стінками апарата і кожухом, а також відстань між спіральними ребрами вибирають із розрахунку, щоб швидкість охолоджуючого агента при введенні в кожух і в зазорі між цими ребрами була в 1,5-2 рази вищою, ніж в вивідному патрубку відпрацьованого агента. Для зменшення теплових напружень в корпусі апарата його кожух оснащують температурним компенсатором, який розміщують в зоні розриву між витками спіральних ребер.

Виконання корпусу реактора з двох пустотілих різновисоких зрізаних конусів з циліндричною вставкою між ними обумовлена каплеподібною формою видимого турбулентного фронту факела полум'я, що утворюється на виході із пальника реактора і складається з конічного кореня, який розширюється в напрямку руху спалюваних газів, відносно довгої і широкої бочкоподібної середньої частини факелу та конічного язика полум'я, який звужується за ходом продуктів реакції полум'яного гідролізу. При цьому корінь факела, який приймає з ядром полум'я до вихідного устя пальника, є коротким, а його язик - значно довшим. Відношення довжини кореня факела до довжини його язика визначає значення такого ж відношення між висотами короткого і довгого конусів, які є основними конструктивними елементами корпусу апарата. Якщо воно виходить за межі 1 до 3-6, то для випадку, коли це відношення менше 3, більший із пустотілих різновисоких зрізаних конусів буде надто коротким і його стінки попадатимуть в зону кінця факела, тобто - в зону високих температур. В іншому випадку, тобто коли це відношення більше 6, то або більший із різновисоких конусів буде надто довгим і дорогий конструктивний матеріал використовуватиметься нерационально, або менший із цих конусів буде закоротким і, відповідно, розміщатися заблизько до ядра полум'я, де температура також дуже висока. Висота циліндричної вставки між конусами залежить від довжини ядра

факела і циліндричної частини видимого турбулентного фронту, яка для більшості режимів процесу полум'яного гідролізу хлоридів (галогенідів) або органохлоридів (органогалогенідів) відноситься до довжини всього факелу як 0,4-2,5 до 1, а оскільки ядро факела зміщене в сторону його кореня, який знаходиться в середині коротшого із різновисоких конусів, то цей габарит циліндричної вставки співвідносять з висотою коротшого зрізаного конуса. При меншому значенні вказаного співвідношення, тобто коли воно менше за 0,4, ядро полум'я і його видимий турбулентний фронт розміщатиметься занадто близько до стінок обох конусів, а якщо це співвідношення буде перевищувати 2,5, то габарити реактора будуть недоцільно великими і нераціонально використовуватиметься конструктивний матеріал корпусу реактора. Діаметри менших основ різновисоких конусів корпусу реактора визначаються габаритами пальника зі сторони коротшого конусу і кількістю продуктів реакції полум'яного гідролізу (їх об'ємною витратою) зі сторони довшого із конусів, відповідно, а діаметр більших основ цих конусів і циліндричної вставки між ними - діаметром видимого турбулентного фронту в районі кінця ядра полум'яного факела, причому кількість продуктів реакції полум'яного гідролізу і величина полум'яного факела, і в першу чергу - його діаметр, взаємно зв'язані між собою. Тому, ці, одні з основних, габаритні розміри реактора задаються взаємним співвідношенням, тобто відношенням діаметра більших основ конусів до діаметра вивідного патрубка продуктів реакції, яке повинно знаходитися в межах 2,5-3,85 до 1. Зменшення цієї величини за приведені межі недопустиме із умов попадання циліндричної вставки і більших основ конусів, які утворюють стінки реактора, в зону видимого турбулентного фронту полум'я, тобто в зону дуже високих температур. При перевищенні верхньої межі вказаного відношення буде спостерігатися або перегрівання довшого конуса в зоні вивідного патрубка, або нераціональне збільшення його габариту по діаметру циліндричної вставки і більших основ конусів. Крім врахування вищевведених співвідношень між основними розмірами реактора, для вибору оптимальних його габаритів необхідно, щоб об'єм внутрішньої робочої порожнини апарата визначався, виходячи із питомого теплового навантаження в межах 250-750кВт/м³, а площа теплопередачі - за величиною питомого теплового потоку через стінки реактора, яка повинна бути в межах 45-95кВт/м². Для завеликого реактора ці питомі теплові показники для процесу полум'яного гідролізу будуть меншими за 250кВт/м³ та 45кВт/м², а для замалого - більшими за 750кВт/м³ та 95кВт/м², відповідно. Для охолодження коротшого із конусів корпусу цей конус з внутрішньої сторони оснащено додатковим коаксіальним зрізаним конусом, встановленим більшою основою вниз і приєднаним меншою основою до спеціальної повітряної камери, призначеної для введення охолоджуючого повітря, який має такий же розкриття кут як і короткий конус. Висота цього додаткового коаксіального зрізаного конуса повинна бути вибрана в межах 1/3-3/4 висоти коротшого із конусів корпусу. Якщо вказана висота буде меншою за 1/3 висоти коротшого конуса, то нижня

частина останнього буде погано омиватися охолоджуючим повітрям і він в цій частині може перегріватися, а якщо висота додаткового коаксіального конуса буде більшою за 3/4 висоти коротшого конуса, то нижня кромка додаткового конуса буде знаходитися занадто близько до полум'я і також буде перегріватися. Для забезпечення періодичної автоматичної очистки внутрішніх стінок апарата від осадженого на них продукту циліндричну вставку між різновисокими конусами корпусу продовжено вище більшої основи коротшого із конусів і з'єднано із камерою стиснутого повітря, розташованою зовні коротшого конуса, а цей конус встановлено так, що кромка його більшої основи утворює по відношенню до циліндричної вставки кільцевий зазор. Крім того, для періодичної ручної очистки внутрішніх стінок реактора від осадженого на них продукту через люк з відкидною кришкою, розміщений на коротшому із конусів корпусу, цей люк розміщено нижче кромки більшої основи додаткового коаксіального зрізаного конуса. Для здійснення процесу гідролізу в режимі закритого полум'я на коротшому конусі зі сторони меншої основи цього конуса передбачають перехідний циліндр, оснащений камерою підведення охолоджуючого повітря, на якому кріплять пальник так, щоб зовнішня стінка корпусу останнього з внутрішньою стінкою перехідного циліндра утворювали кільцевий зазор для вільного проходження повітря, що організовано подається в камеру підведення охолоджуючого повітря. Для надійного охолодження стінок корпусу більший із конусів і циліндричну вставку апарату оснащують кожухом для підведення охолоджуючого агента між кожухом і стінками корпусу апарата, а також передбачають спіральні ребра, закріплені на стінках корпусу зі сторони кожуха в районі циліндричної вставки, тобто в зоні найбільших температур, та біля меншої основи довшого із конусів і додатковий патрубок для підведення охолоджуючого агента в районі циліндричної вставки. Другий такий патрубок знаходиться біля меншої основи більшого конуса корпусу реактора, а патрубок виведення відпрацьованого охолоджуючого агента розташовано зі сторони установки пальника. Вказані спіральні ребра збільшують площу теплопередачі та дозволяють упорядкувати необхідним чином потік охолоджуючого агента. Наявність додаткового патрубка для підведення охолоджуючого агента в зоні найбільших температур дозволяє збільшити різницю температур між охолоджуючим агентом і стінками корпусу в цій зоні і таким чином покращити відвід тепла з найгарячішої зони реактора. Діаметр патрубків кожуха, зазор між стінками апарата і кожухом, а також відстань між спіральними ребрами повинні вибиратися із розрахунку, щоб швидкість охолоджуючого агента при введенні в кожух і в зазорі між цими ребрами була в 1,5-2 рази вищою, ніж в вивідному патрубку відпрацьованого агента. Це обумовлено необхідністю забезпечення оптимальних умов омивання гарячих поверхонь охолоджуючим агентом. Правильній організації потоків охолоджуючого агента в зазорі між стінками корпусу реактора і його кожуха сприяє також те, що всі патрубки охолоджуючого агента приєднано до кожуха апарата по дотичній. Наявність температурного компенсатора, який

розміщують на кожусі в зоні розриву між витками спіральних ребер, забезпечує зменшення теплових напружень в корпусі апарата.

Таким чином, таке конструктивне виконання реактора, за якого:

- його корпус складається з двох пустотілих різновисоких зрізаних конусів, з'єднаних між собою більшими основами;
- коротший із конусів корпусу оснащено люком з відкидною кришкою;
- корпус реактора містить циліндричну вставку, яка з'єднує між собою ці конуси;
- висота цієї циліндричної вставки між конусами відноситься до висоти меншого із конусів як 0,4-2,5 до 1;
- відношення висот довшого конуса до коротшого знаходиться в межах 3-6 до 1;
- зі сторони меншої основи довшого конуса апарат оснащено патрубком для виведення продуктів реакції;
- відношення діаметра більших основ конусів і діаметра циліндричної вставки між ними до діаметра вивідного патрубка продуктів реакції знаходиться в межах 2,5-3,85 до 1;
- об'єм внутрішньої робочої порожнини апарата розрахований так, щоб питоме теплове навантаження складало 250-750кВт/м³;
- площа теплопередачі визначається за величиною питомого теплового потоку через його стінки, яка повинна бути в межах 45-95кВт/м²;
- зі сторони меншої основи коротшого конуса встановлено пальник для спалювання реагентів;
- цей конус з внутрішньої сторони оснащено додатковим коаксіальним зрізаним конусом, який встановлено більшою основою вниз і приєднано меншою основою до спеціальної повітряної камери, призначеної для введення охолоджуючого повітря;
- кут розкриття додаткового конуса виконано рівним куту розкриття верхнього конуса;
- висота цього додаткового коаксіального зрізаного конуса вибрана в межах 1/3-3/4 висоти коротшого із конусів корпусу;
- для здійснення процесу полум'яного гідролізу в режимі закритого полум'я на коротшому конусі зі сторони меншої основи цього конуса передбачено перехідний циліндр з камерою підведення охолоджуючого повітря;
- на цих конструктивних елементах кріплять пальник так, щоб зовнішня стінка корпусу останнього з внутрішньою стінкою перехідного циліндра утворювали кільцевий зазор для вільного проходження повітря, яке організовано подають в камеру підведення охолоджуючого повітря;
- для забезпечення періодичної автоматичної очистки внутрішніх стінок апарата від осажденного на них продукту циліндричну вставку між різновисокими конусами корпусу продовжено вище більшої основи коротшого із конусів і з'єднано із камерою стиснутого повітря, розташованою зовні коротшого конуса, а цей конус встановлено так, щоб кромка його більшої основи утворювала по відношенню до циліндричної вставки кільцевий зазор;
- для забезпечення додаткової періодичної ручної очистки внутрішніх стінок апарата від осадже-

ного на них продукту через люк з відкидною кришкою, останній розміщують нижче кромки більшої основи додаткового коаксіального зрізаного конуса;

- більший конус і циліндричну вставку апарата оснащено кожухом з патрубками для охолодження стінок корпусу;
- в зоні найбільших температур (в районі циліндричної вставки), а також в біля меншої основи довшого із конусів між кожухом і стінками корпусу апарата передбачено спіральні ребра та додатковий патрубок для підведення охолоджуючого агента;
- діаметр патрубків кожуха, зазор між стінками апарата і кожухом, а також відстань між спіральними ребрами вибрано із розрахунку, щоб швидкість охолоджуючого агента при введенні в кожух і в зазорі між цими ребрами була в 1,5-2 рази вищою, ніж в вивідному патрубку відпрацьованого агента;
- всі патрубки охолоджуючого агента приєднано до кожуха апарата по дотичній;
- з метою спрощення монтажу трубопроводів охолоджуючого агента патрубки для введення охолоджуючого агента розміщено з однієї сторони поперечного перерізу кожуха, а вивідний з іншої його сторони;
- для зменшення теплових напружень в корпусі апарата його кожух оснащено температурним компенсатором, який розміщено в зоні розриву між витками спіральних ребер,

тобто, коли заявлена і перерахована вище сукупність суттєвих ознак, забезпечує для достатньо простої і компактної конструкції мінімальні габарити і металоємність апарата, гарантує надійне охолодження стінок корпусу і інших конструктивних елементів реактора в найбільш гарячій зоні реакції полум'яного гідролізу та дозволяє проводити автоматичну чи ручну очистку його внутрішніх поверхонь від осаженного на них продукту і, таким чином, дозволяє досягати необхідного технічного результату, підтверджуючи цим наявність причинно-наслідкового зв'язку між сукупністю суттєвих ознак, що заявляється, і технічним результатом, який при цьому досягається.

На Фіг.1 схематично показано загальний вигляд реактора в повздовжньому розрізі.

На Фіг.2 показано більш детально вузол I, а на Фіг.3 - вузол II.

Реактор складається із корпусу 1, виконаного із двох різновисоких пустотілих конусів 2 та 3 з циліндричною вставкою 4 між ними, діаметр d_p якої є одночасно діаметром більших основ вказаних конусів. Діаметр d_p циліндричної вставки і, відповідно діаметри більших основ конусів, відноситься до діаметра $d_{вп}$ вивідного патрубка продуктів реакції вибирають як $d_p = d_{вп}(2,5 \div 3,85)$. Висота довшого конуса $H_{дк}$ по відношенню до довжини $H_{кк}$ коротшого із конусів складає $H_{дк} = H_{кк}(3 \div 6)$, а відношення висоти $H_{ц}$ циліндричної вставки між конусами до висоти $H_{кк}$ коротшого із конусів становить $H_{ц} = H_{кк}(0,4 \div 2,5)$. Вказані габарити реактора підбирають також таким чином, щоб об'єм внутрішньої робочої порожнини корпусу забезпечував питоме теплове навантаження в межах 250-750кВт/м³, а площа теплопередачі відповідала величині пи-

того теплового потоку через його стінки від 45 до 95 кВт/м². Довший із конусів 3 і циліндрична вставка 4 поміщені в кожух 5, який оснащено підвідними патрубками 6 та 7 і вивідним патрубком 8 для охолоджуючого агента. В просторі між корпусом 1 та кожухом 5 в зоні підвідних патрубків на стінках корпусу змонтовані спіральні ребра 9, які організовують потік охолоджуючого агента в найбільш гарячих зонах реактора. Зі сторони меншої основи довший конус оснащено патрубком 10 для виведення із реактора продуктів реакції полум'яного гідролізу. Коротший конус 2 з внутрішньої сторони оснащено додатковим зрізаним коаксіальним і встановленим більшою основою вниз конусом 11 висотою $h_k = (1/3 \div 3/4)H_{kk}$, який приєднано меншою основою до спеціальної повітряної камери 12. Остання призначена для введення охолоджуючого повітря і оснащена підвідним патрубком 13. Кут розкриття β_k додаткового конуса 11 рівний куту розкриття верхнього конуса 2. Для проходження повітря із камери 12 в зазор 14 між конусами 2 та 11 в конусі 2 передбачені отвори 15, площа яких повинна бути не меншою площі поперечного перерізу патрубка 13. Конус 11 по відношенню до конуса 2 центрують за допомогою ребер 32, закріплених на зовнішній стінці конуса 11. На коротшому конусі 2 корпусу 1 нижче кромки 16 більшої основи додаткового коаксіального зрізаного конуса 11 встановлено люк 17 з відкидною кришкою 18. Люк 17 призначено для огляду стану внутрішніх стінок корпусу 1 реактора і для додаткової періодичної ручної очистки внутрішніх цих стінок від осадженого на них продукту. Для здійснення періодичної автоматичної очистки внутрішніх стінок корпусу 1 реактора від осадженого на них продукту циліндричну вставку 4 реактора продовжено вище більшої основи коротшого конуса 2 і з'єднано із камерою 22 стиснутого повітря, розташованою зовні коротшого конуса 2, так, що останній бічною кромкою 23 своєї, більшої основи утворює по відношенню до циліндричної вставки 4 кільцевий зазор 24. В цей кільцевий зазор з метою автоматичної очистки внутрішніх стінок корпусу реактора від осадженого на них продукту періодично вдувають повітря. Для введення повітря в камеру 22 передбачено встановлений на кришці останньої патрубок 25. До цієї кришки кріпиться також короткий конус 2. Таке виконання реактора передбачає також можливість здійснення процесу полум'яного гідролізу в режимі закритого полум'я. Для цього на коротшому конусі 2 корпусу 1 зі сторони меншої основи конуса встановлено перехідний циліндр 26 з камерою 27 підведення охолоджуючого повітря, для подачі якого призначено патрубок 28. На кришці 29 камери 27 закріплено пальник 19, при цьому зовнішня стінка корпусу останнього з внутрішньою стінкою перехідного циліндра 26 утворює кільцевий зазор 30, через який може вільно проходити охолоджуюче повітря. Для проходження повітря із камери 27 в кільцевий зазор 30 передбачено отвори 31. Ввідні патрубки 6 та 7 для охолоджуючого агента розміщені з однієї сторони поперечного перерізу кожуха 5, а вивідний патрубок 8 - з іншої його сторони, причому діаметр ввідних патрубків 6 та 8 менший від діаметра патрубка 8 настільки, щоб швидкість охолоджуючого агента

при введенні в кожух 5 була в 1,5-2 рази вищою, ніж в вивідному патрубку відпрацьованого агента. Всі вказані патрубки охолоджуючого агента приєднані до кожуха апарата по дотичній. Таке виконання, розміщення і приєднання патрубків спрощує монтаж трубопроводів, призначених для подачі в кожух 5 і виведення з нього охолоджуючого агента, а також забезпечує найкращі умови відведення тепла із процесу гідролізу хлоридів. Розмір зазору S_k між ребрами 9, тобто крок їх спіральної навівки, для покращення умов відведення тепла також вибирають із розрахунку, щоб швидкість потоку охолоджуючого агента на вході в кожух 5 в 1,5-2 рази вищою, ніж на виході із нього. Кожух 5 апарата оснащено температурним компенсатором 33, який розміщують в зоні розриву 34 між витками спіральних ребер 35 та 36.

Приклад конкретного виконання.

Полум'я із пальника 19 під дією невеликого розрідження, створюваного в реакторі, засмоктується всередину корпусу 1 і там горить. Ядро полум'я знаходиться в зоні короткого конуса 2 і циліндричної вставки 4 між конусами 2 та 3, а язик полум'я факелу займає практично весь об'єм порожнини довшого із конусів. В об'ємі факелу воднево-повітряного полум'я відбувається реакція полум'яного гідролізу хлоридів (галогенідів) або органохлоридів (органогалогенідів) металів, в результаті якої утворюються високосперсні пірогенні оксиди цих металів і газоподібні продукти реакції гідролізу. Одержані продукти реакції гідролізу виводяться із реактора через патрубок 10, розміщений зі сторони меншої основи довшого конуса 3 корпусу 1. В кожух 5 через патрубки 6 та 7 подається охолоджуючий агент, який через стінки корпусу 1 забирає тепло реакції гідролізу. В зоні ввідних патрубків 6 та 7 потік охолоджуючого агента організовується за допомогою гвинтової навівки спіральних ребер 9 і направляється по дотичній і вздовж стінок корпусу, що сприяє кращому відведенню тепла реакції. Значна частина тепла відводиться також з поверхні спіральних ребер 9, що особливо важливо, оскільки ці ребра встановлені в найбільш гарячих зонах реактора. Покращенню охолодження стінок корпусу реактора сприяє також те, що частина свіжого охолоджуючого агента подається окремо через патрубок 7 в районі циліндричної вставки де знаходиться гаряче ядро полум'я. Відпрацьований охолоджуючий агент виводиться через вивідний патрубок 8, який має більший діаметр, ніж патрубки 6 та 7, оскільки виводить весь потік гарячого охолоджуючого агента. В якості охолоджуючого агента можна використовувати атмосферне повітря або спеціальні масла з високою температурою кипіння. В останньому випадку можна проводити ефективну рекуперацію тепла реакції гідролізу і одержувати, наприклад, водяну пару, що використовується в технології, чи випаровувати хлориди, які подаються в пароподібному вигляді в процес полум'яного гідролізу. Наявність компенсатора 33, розміщеного в зоні розриву 34 між витками спіральних ребер 35 та 36 забезпечує зменшення теплових напружень в корпусі апарата. Верхню частину реактора, тобто короткий конус 2 охолоджують повітрям, яке подають в реактор через патрубок 13 і кільцеву камеру

12, розміщену зовні конуса 2 зі сторони його меншої основи. Із камери 12 через отвори 15 охолоджуюче повітря поступає в кільцевий простір, утворений конусом 2 корпусу 1 і додатковим коаксіальним зрізаним конусом 11, який центрується відносно конуса 2 за допомогою плоских радіальних ребер 32, закріплених на зовнішній стінці конуса 11. Ребра 32 направляють потік охолоджуючого повітря вздовж поверхонь конусів 2 та 11, сприяючи їх більш рівномірному охолодженню. Далше це повітря через кільцевий зазор 14 між конусами 2 та 11 попадає в робочий об'єм реактора і, рухаючись вздовж внутрішньої стінки конуса 2, продовжує захищати її від полум'я. Одночасно воно охоплює факел полум'я і також охолоджує його із зовнішньої сторони, змішуючись з його зовнішніми, найбільш гарячими, шарами завдяки турбулентній дифузії між шарами охолоджуючого повітря і полум'я. Для організації закритого горіння полум'я частину охолоджуючого повітря подають через кільцеву камеру 27 з ввідним патрубком 28, яка встановлена на перехідному циліндрі 26. В сере-

дину перехідного циліндра 26, в кільцевий зазор 30 між стінками цього циліндра і встановленого на його кришці 29 пальника 19, охолоджуюче повітря із камери 27 поступає через отвори 31 і, рухаючись в напрямку конуса 11, охолоджує стінки циліндра і пальника. Потім воно поступає на охолодження конуса 11 і полум'я. Конструкція апарата передбачає автоматичну очистку стінок, шляхом їх періодичного обдування повітрям від осаду, яке здійснюється за спеціальною програмою із кільцевої камери 22 стиснутого повітря через кільцеву щілину 24, утворену торцем 23 більшої основи конуса 2 і внутрішньою стінкою продовженої вверх циліндричної вставки 4. Повітря в камеру 22 подається за допомогою патрубка 25. Внутрішні стінки корпусу 1 реактора періодично і вручну можна додатково очищати від осаду пірогенного оксиду металу через оглядовий люк 17 з відкидною кришкою 18 шляхом обдування повітрям з допомогою довгої металічної трубки, закріпленої на гнучкому гумовому рукаві.

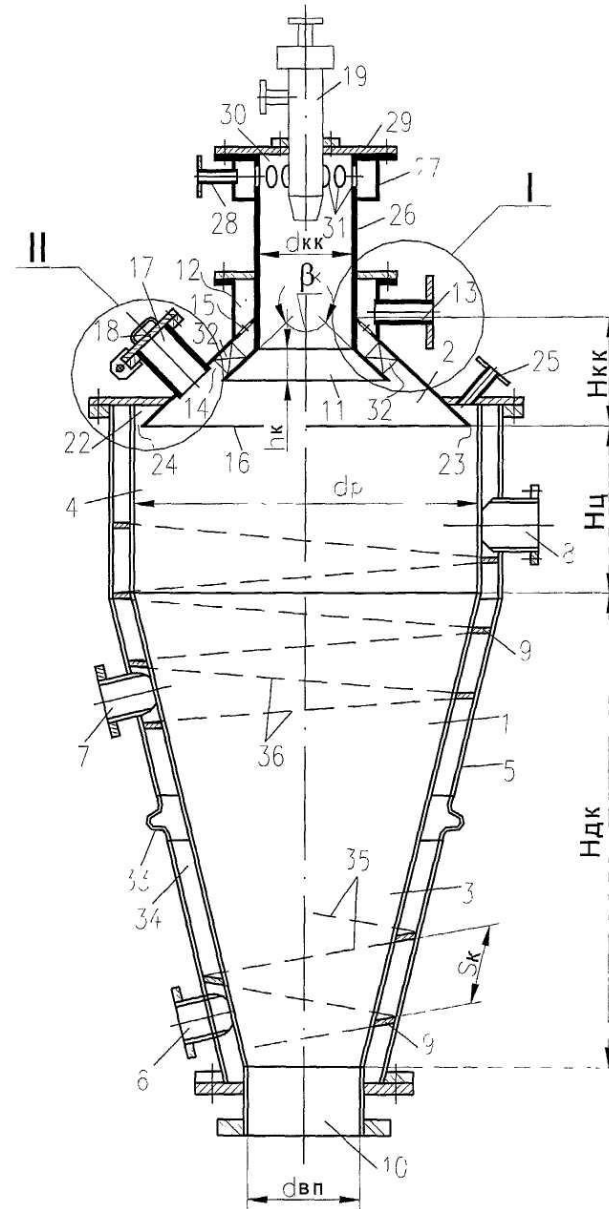
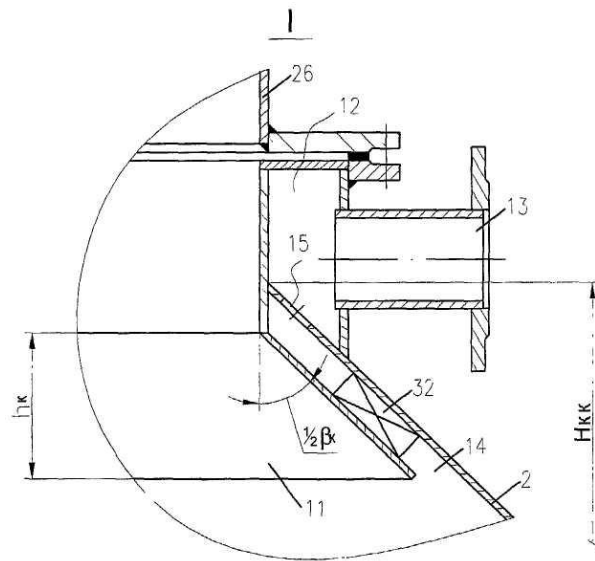
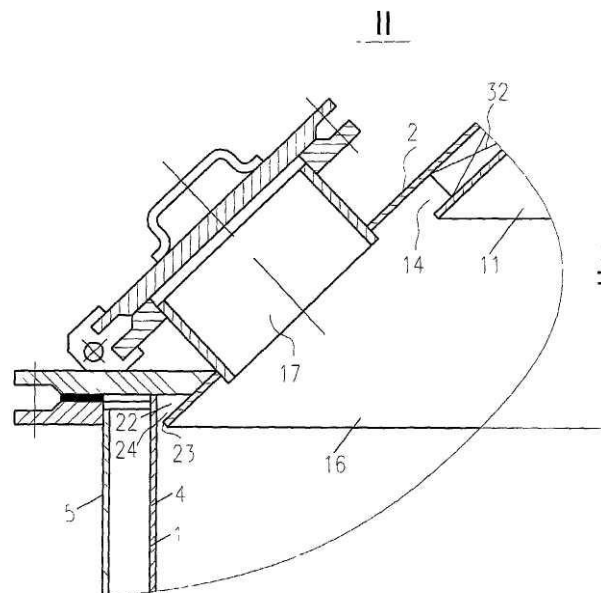


Fig. 1



Фіг. 2



Фіг. 3