

Карпатський національний університет імені Василя Стефаника

КАТАЛОГ ІННОВАЦІЙНИХ РОЗРОБОК КАФЕДРИ ХІМІЇ



Івано-Франківськ
2025

Карпатський національний університет
імені Василя Стефаника

**КАТАЛОГ ІННОВАЦІЙНИХ РОЗРОБОК
КАФЕДРИ ХІМІЇ**

Івано-Франківськ
2025

УДК 378.4.093.5:54]:001.895 (477.86-25) КНУВС(082)

К 29

К 29 Каталог інноваційних розробок кафедри хімії / Кол. авторів під керівн. проф. І. Ф. Миронюка; техн. ред. І. В. Прокіпчук. Івано-Франківськ, 2025. 60 с.

Каталог презентує сучасні науково-прикладні розробки в галузях наноматеріалів, адсорбентів, неорганічної, органічної та хімії високомолекулярних сполук виконані співробітниками кафедри хімії Карпатського національного університету імені Василя Стефаника. Представлено інноваційні вуглецеві та кремнеземні адсорбенти, методи синтезу наночастинок та оксидів, унікальні йонообмінні матеріали для вилучення металів і галогенів, розробки для підвищення ефективності рослинництва, а також нові технології в харчовій та органічній хімії – від біодизелю до продуктів на основі меду та покращених методів обробки кави. Окремий розділ висвітлює перспективні біополімерні композиції та енергоефективні технології перероблення полімервмісних відходів. Каталог покликаний стати інформаційним ресурсом для представників промисловості, інноваційного бізнесу та науковців, зацікавлених у співпраці з університетом та впровадженні передових хімічних розробок.

ЗМІСТ

ХІМІЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ	6
Вуглецевий аерогель	6
Вуглецевий адсорбент	8
Золь-гель синтез наночастинкового рутилу	10
Пірогенний синтез голкоподібних частинок кремнезему	12
Спосіб коагулювання високодисперсного діоксиду кремнію та пристрій для його здійснення	14
Спосіб одержання кремнеземного адсорбента	17
Спосіб визначення масової частки первинних неагрегованих частинок у пірогенному кремнеземі.....	19
ЙОНООБМІННІ АДСОРБЕНТИ	21
Адсорбент для вилучення з водного середовища катіонів Sr(II)	21
Кремнеземний адсорбент для зв'язування йонів металів та галогенів	23
Спосіб одержання йонообмінного адсорбента	26
ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН	29
Титанове мікродобриво – інноваційне рішення для покращення сучасного землеробства.....	29
НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ	31
Метод дезінфекції води гідроксильними радикалами з пероксиду водню..	31
Пальник для одержання високодисперсних оксидів неметалів та металів .	33
Спосіб вилучення металів із відпрацьованих друкованих плат.....	36
Структурована вода, спосіб її одержання та перспективи використання....	38
Установка для пірогенного синтезу оксидів металів чи неметалів.....	41
ОРГАНІЧНА ХІМІЯ / ХАРЧОВА ХІМІЯ	45
Удосконалення технології синтезу біодизелю на основі абсолютизованого біоетанолу	45
Експрес метод розпуску закристалізованого та стабілізації рідкого бджолиного меду при довготривалому зберіганні.....	48
Жувальна гумка на основі меду, воску і прополісу для профілактики і лікування гінгівіту, пародонтиту і пародонтозу	50
Удосконалений спосіб обсмажування, екстрагування та приготування кави з регульованим вмістом ароматних речовин та їх вплив на метаболізм алкоголю	52

ХІМІЯ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК / ХІМІЯ АМІНОПЛАСТІВ	55
Біополімерні композиції для агрохімічної технології передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур з мінімальним використанням мінеральних добрив	55
Технологія та обладнання для подрібнення, сепарації та рециклінгу паперових відходів макулатури, що містить полімери	57
Удосконалення технології виробництва термоізоляційного пінопласту на основі карбамідо-формальдегідної смоли.....	59

ХІМІЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ

Вуглецевий аерогель

Автори: Миронюк Іван Федорович, Микитин Ігор Михайлович

Науковці-хіміки Карпатського національного університету імені Василя Стефаника винайшли спосіб одержання нового вуглецевого матеріалу з особливими фізико-хімічними властивостями. Нагрівання суміші вуглеводневого прекурсору, наприклад, сахарози із неорганічним окиснювачем, відкритим пропановим полум'ям, спричиняє плавлення порошкової суміші. За температури вище 350 °С розплавлена карамель карбонізується. Внаслідок перебігу хімічних реакцій у розплаві формуються пластівчасті пелюстки окисненого графену, які зрощуються та утворюють стрічки. У свою чергу стрічки переплітаються і формують тривимірне мереживо аерогелю. Частинки утворених пелюсток графену витісняють із розплаву аерогель. Спостерігається видовище виходу із розплаву об'ємного вуглецевого аерогелю. Вуглецева стрічка є не пористою, її ширина (200-250) мкм, а товщина – 0,2 мкм. Питома густина вуглецевого аерогелю становить всього 2 г · л⁻¹. Водночас відкрита пористість аерогелю є великою - (98 – 99) %. На рис. 1 показаний зовнішній вигляд вуглецевого аерогелю (а) та його поруватої структури (б).

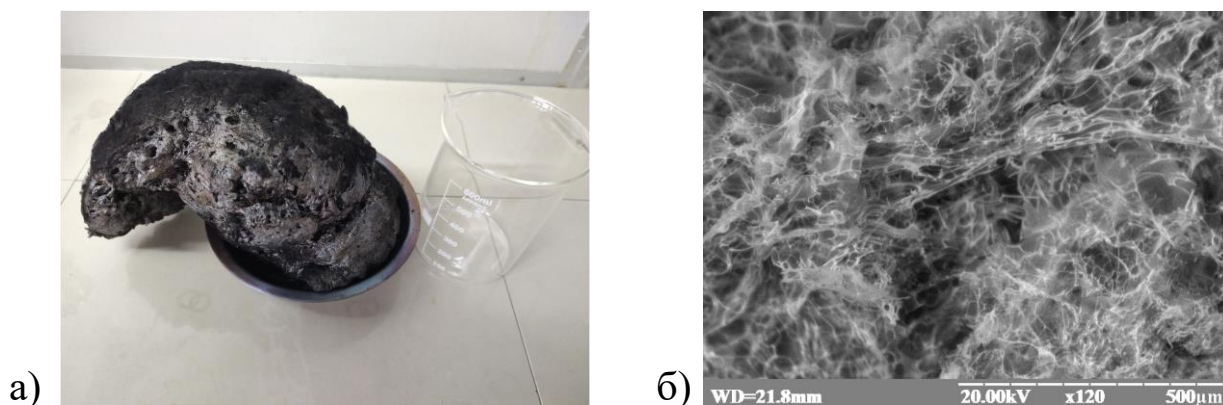


Рис. 1. Вуглецевий аерогель: зовнішній вигляд (а), порувата структура (б)

Досконала атомна структура графенових стрічок надає їм високу повздовжню пружність. Модуль Юнга стрічок становить 800 ГПа, що в 3-4 рази перевищує величину цього параметра для відомих вуглецевих волокон.

Вуглепластики на основі графенових стрічок повинні володіти високими міцностними характеристиками.

Синтезований вуглецевий аерогель може використовуватись як ефективний теплоізолюючий матеріал для пристроїв із температурою (50-400) °С. При нагріванні вуглецевого аерогелю на відкритому полум'ї він не згорає, але повільно деградує з утворенням монооксиду вуглецю CO. Це вказує на можливість використання вуглецевого аерогелю як аблюючого теплозахисного матеріалу, наприклад, для космічних апаратів.

Вуглецевий адсорбент

Автори: Миронюк Іван Федорович, Микитин Ігор Михайлович

На кафедрі хімії Карпатського національного університету імені Василя Стефаника розроблений новий спосіб одержання вуглецевого адсорбента. Його отримують автогорінням композиційної суміші сахарози (52 мас.%), нітрату калію (44 мас.%) і сірки (4 мас.%). Внаслідок вибухового згорання цієї суміші утворюються леткі частинки окисненого графену у вигляді порожнистих кульок діаметром (10-100) нм та (300-3500) нм (рис. 1 (а, б)).

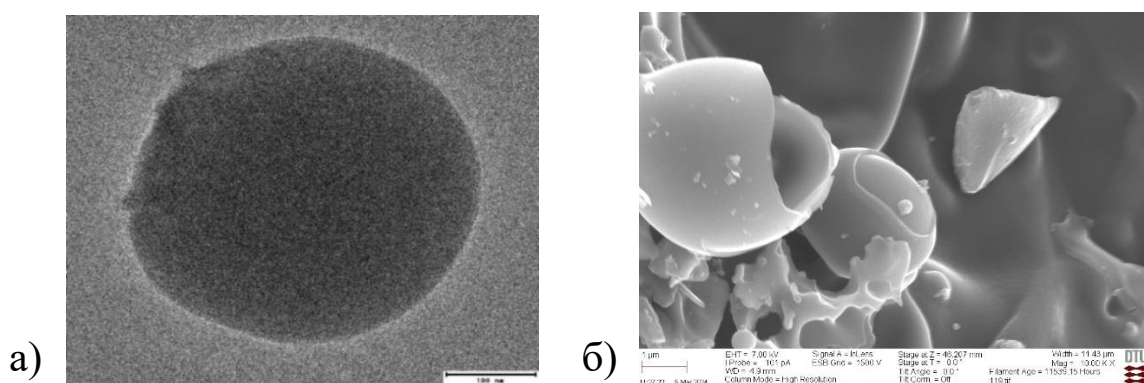


Рис. 1. TEM (а) та SEM (б) зображення кульок окисненого графену

Окиснений стан атомів Карбону в графені забезпечує йому нові цінні властивості, зокрема робить його ефективним адсорбентом, спроможним зв'язувати в водному середовищі як аніони галогенів так і катіони важких металів і радіонуклідів. При цьому максимальна адсорбція аніонів йоду становить більше 600 мг/г; катіонів стронцію більше 400 мг/г а катіонів цирконію близько 300 мг/г. Синтезований адсорбент на основі кульок графену вигідно відрізняється від більшості карбонових адсорбентів тим, що ефективно адсорбує саме аніони йоду. Цей ефект досягається за рахунок поверхневих груп $C^{2+}O^{2-}$. Даний адсорбент можна рекомендувати для вилучення радіоактивних ізотопів йоду. Інша властивість адсорбенту на основі кульок графену така, що він здатний проявляти селективність до певних катіонів, зокрема катіонів цирконію. ICP-MS дослідження розчину після селективної адсорбції ізотопів $^{90,91}Zr$ синтезованим адсорбентом вказують на

те, що кількість цирконію у розчині після адсорбції зменшується більше, ніж на два порядки. Цей факт засвідчує перспективність використання даного адсорбенту для вимірювання ^{90}Zr у низькофонових зразках.

Публікація: Structural-morphological and adsorption properties of hollow balls of oxidized graphene obtained by auto-combustion of saccharose / I. Mironyuk et al. *Nano-Structures & Nano-Objects*. 2025. Vol. 41. P. 101462. URL: <https://doi.org/10.1016/j.nanoso.2025.101462>.

Золь-гель синтез наночастинкового рутилу

Автори: Миронюк Іван Федорович, Микитин Ігор Михайлович

Рутильна модифікація діоксиду титану володіє унікальними оптичними, адсорбційними та фото каталітичними властивостями.

Для одержання золь-гель методом наночастинкового рутилу використовували як прекурсор розчин титанового аквакомплексу $[\text{Ti}(\text{OH})_6]^{3+} \cdot 3\text{Cl}^-$ та модифікуючий реагент – промотор утворення рутилу, боратну кислоту H_3BO_3 .

При концентрації в реакційному середовищі 0,5 мас. % боратної кислоти, відносно TiO_2 , одержується однофазний рутильний TiO_2 , в якому частинки мають форму ворсинок, їх діаметр становить 0,8-1,2 нм, а довжина 16-24 нм (рис. 1а). При більшій концентрації H_3BO_3 , наприклад 1,0 або 1,5 мас. %, синтезовані оксидні матеріали містять, крім рутилу, відповідно 57 і 70 мас.% анатазу. В двохфазній композиційній суміші проточастинки анатазу діаметром 3-7 нм об'єднані в агрегати розміром 60-100 нм. В ході синтезу рутильного зразка утворюються титаноборатні монодентатні молекули $\text{Ti}(\text{OH})_3\text{OB}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Ці молекули в поліконденсаційному процесі служать центрами зародження, зростання і кристалізації проточастинок TiO_2 . В них міжатомна відстань $\text{Ti}-\text{O}$ співрозмірна з середньою довжиною $\text{Ti}-\text{O}$ – зв'язку октаедрів TiO_6 рутилу. В ході поліконденсаційного процесу відстань $\text{Ti}-\text{O}$ молекули-промотора, як шаблон відтворюється в октаедрах кристалітів рутилу. При наявності в реакційному середовищі 1,0 або 1,5 мас. %, боратної кислоти утворюються два типи титаноборатних молекул. Крім молекул із монодентантною геометрією міжатомних зв'язків, утворюються молекули з бідентантною мононуклеарною структурою $\text{Ti}(\text{OH})_2\text{O}_2\text{BOH} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В цій молекулі міжатомна відстань $\text{Ti}-\text{O}$ співрозмірна з середньою довжиною $\text{Ti}-\text{O}$ – зв'язку в октаедрах анатазної фази. Із-за цього титаноборатні молекули другого типу є промотором утворення анатазної фази TiO_2 . Зображення наночастинок

рутилу показані на рис. 1, а X-променеві дифрактограми дослідних зразків TiO_2 приведені на рис. 2.

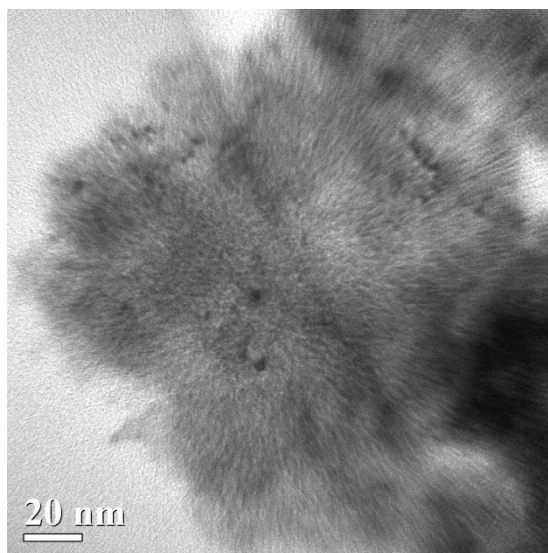


Рис. 1. Зображення ворсистих частинок рутильної модифікації TiO_2

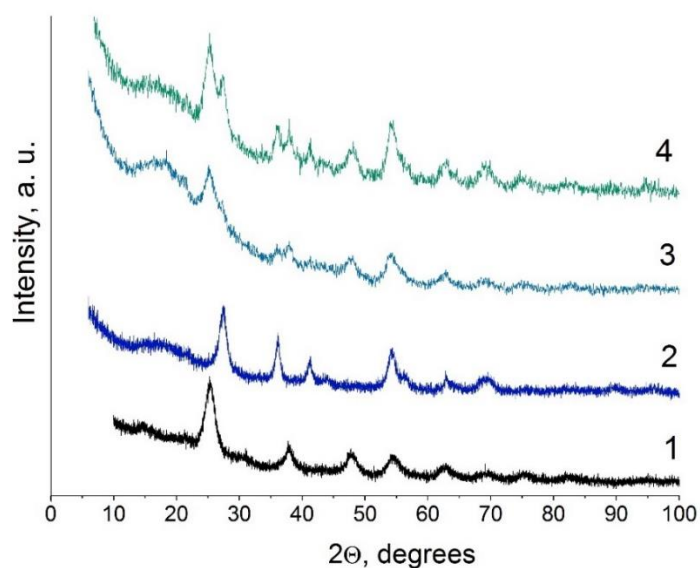


Рис. 2. X-променеві дифрактограми зразків анатазного TiO_2 (1), рутильного $0,5\text{B}/\text{TiO}_2$ (2) та рутильно-анатазного $1,0\text{B}/\text{TiO}_2$ (3) і $1,5\text{B}/\text{TiO}_2$ (4)

Публікація: Mironyuk I., Mykutyk I., Vasylyeva H. Structural and morphological properties of titanium dioxide nanoparticles doped by Boron atoms. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2022. Vol. 23, no. 3. P. 542–549. URL: <https://doi.org/10.15330/pcss.23.3.542-549>

Пірогенний синтез голкоподібних частинок кремнезему

Патент України на корисну модель № 29669 від 25.01.2008 р.

Автори винаходу: Миронюк Іван Федорович, Яремчук Богдан Миколайович



Винахід відноситься до хімічної технології, в тому числі до способів одержання пірогенного кремнезему, який має широке використання в хімічній промисловості, як носій каталізаторів, наповнювач гум і полімерів, згущувач рідких дисперсійних середовищ, а також як препарат адсорбційної дії в медицині.

1. Пірогенний синтез голкоподібного кремнезему, що включає спалювання, в оснащеному примусовим охолодженням полум'яному реакторі за допомогою пальника, парів чотирьохлористого кремнію або метилтрихлорсилану в захищеному водневою оболонкою полум'ї за присутності водню і достатньої для спалювання цієї суміші кількості вміщуючого кисень осушеного газу, переважно повітря, який відрізняється тим, що як сировину, крім чистого чотирьохлористого кремнію і метилтрихлорсилану, використовують їх суміш в будь-якій пропорції, а процес полум'яного гідролізу парів сировини проводять при (1-5) % надлишку водню і (20-45) % надлишку кисню від стехіометрично необхідної потреби.
2. Пірогенний синтез голкоподібних частинок кремнезему за п. 1, який відрізняється тим, що для транспортування парів сировини використовують повітря або азот, нагріті до температури, яка перевищує температуру кипіння сировини на (30-60) °С, а температура суміші парів сировини і газів на виході із пальника повинна бути не менше (100-120) °С.
3. Пірогенний синтез голкоподібних частинок кремнезему за пп. 1,2, який відрізняється тим, що швидкість витікання газів із пальника в реактор полум'яного гідролізу повинна складати (50-70) м/с, а найбільший внутрішній діаметр реактора в зоні, де розміщене ядро полум'я, вибирають із розрахунку,

щоб значення критерію Рейнольдса потоку продуктів реакції, приведеного до нормальних умов, знаходилось в межах 44000-50000.

4. Пірогенний синтез голкоподібних частинок кремнезему за пп. 1-3, який відрізняється тим, що питомий тепловий потік, утворений в результаті гідролізу сировини і горіння водню, віднесений до робочого об'єму реактора полум'яного гідролізу, підтримують в межах (1400-1700) кВт/м³.

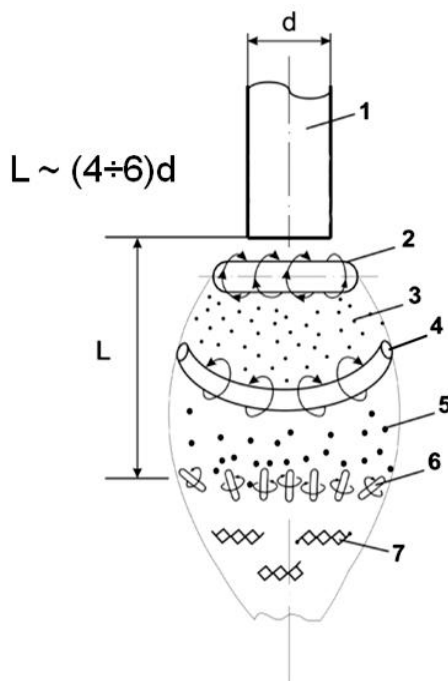


Рис. 1. Схема перетворення в полум'ї тороїдальних вихорів (2,4) у вихори «торнадо» (6) та формування за їх участю мережева голковидних частинок(7):
1 – пальниковий пристрій; 2 – тороїдальний вихор; 3 – проточастинки SiO_2 ;
5 – первинні сферичні частинки кремнезему

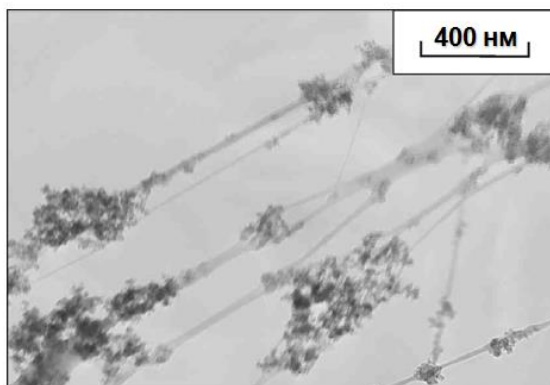


Рис. 2. Зображення голкоподібних частинок кремнезему. Діаметр частинок (10-20) нм і довжина – (800-1400) нм

Спосіб коагулювання високодисперсного діоксиду кремнію та пристрій для його здійснення

Деклараційний патент України на винахід 31280 А (6 С01В 33/00, В 01F 3/06)

Автори: Миронюк Іван Федорович, Яремчук Богдан Миколайович,
Огенко Володимир Михайлович



В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб підвищення ефективності процесу коагулювання високодисперсного діоксиду кремнію, без збільшення довжини коагуляційного трубопроводу, шляхом використання максимально простого за конструкцією пристрою, який дозволив би збільшити швидкість руху газодисперсного потоку і ймовірність частішого зближення і зіткнення частинок продукту для їх агрегації в крупні агломерати без суттєвого росту гідравлічного опору вузла коагуляції. Вказаний технічний результат при здійсненні групи винаходів, що пропонуються, по об'єкту-спосіб досягається тим, що для коагулювання діоксиду кремнію продукти високотемпературної реакції тетрахлориду кремнію з парами води в полум'яному факелі охолоджують від температури (1270-1670) К до температури (550-720) К, вводять їх в коагуляційний пристрій при швидкості потоку (6-10) м/с, в якому забезпечується коагулювання частинок в агломерати з одночасним охолодженням газодисперсного потоку до температури (420-520) К. Спосіб відрізняється тим, що газодисперсному потоку по довжині коагуляційного пристрою 2-6 разів надають гвинтоподібного завихрення з витримуванням на вході в коагуляційний пристрій швидкості 6-10 м/с і подальшим зниженням швидкості між зонами завихрення потоку до 2-5 м/с, причому

переважно в зустрічних напрямках для сусідніх зон. Сукупність вказаних суттєвих ознак, що пропонуються, забезпечує досягнення необхідного технічного результату – одержання агломератів частинок діоксиду кремнію, розміром 5-20 мкм, при меншій довжині коагуляційного трубопроводу і, в більшості випадків, – меншому гідравлічному опорі вузла коагуляції продукту. Вказаний технічний результат при здійсненні групи винаходів по об'єкту – пристрій досягається тим, що пристрій для коагулювання високодисперсного діоксиду кремнію виконано в вигляді довгого трубопроводу зі статичними змішувачами для гвинтоподібного завихрення потоку, які мають форму плоскої пластини, розбитої на 2 і більше секторів прорізами з відігнутими під кутом до площини пластини краями, і, у відповідності до винаходу, що пропонується, відрізняється тим, що коагуляційний трубопровід за допомогою статичних змішувачів ділять на 2-6 однакових секцій, причому статичні змішувачі встановлюють на вході в кожен секцію, форма пластин змішувачів кругла, а прорізи в пластинах радіальні і виконані на половину внутрішнього діаметра коагуляційного трубопроводу. В залежності від виконання статичного змішувача один з країв радіальних прорізів відгинають на половину ширини секторів по всій їх довжині в один із боків на кут, який становить $(30-60)^\circ$ до площини пластини, або відгинають обидва краї радіальних прорізів в протилежні боки на кут $(15-30)^\circ$ від площини пластини.

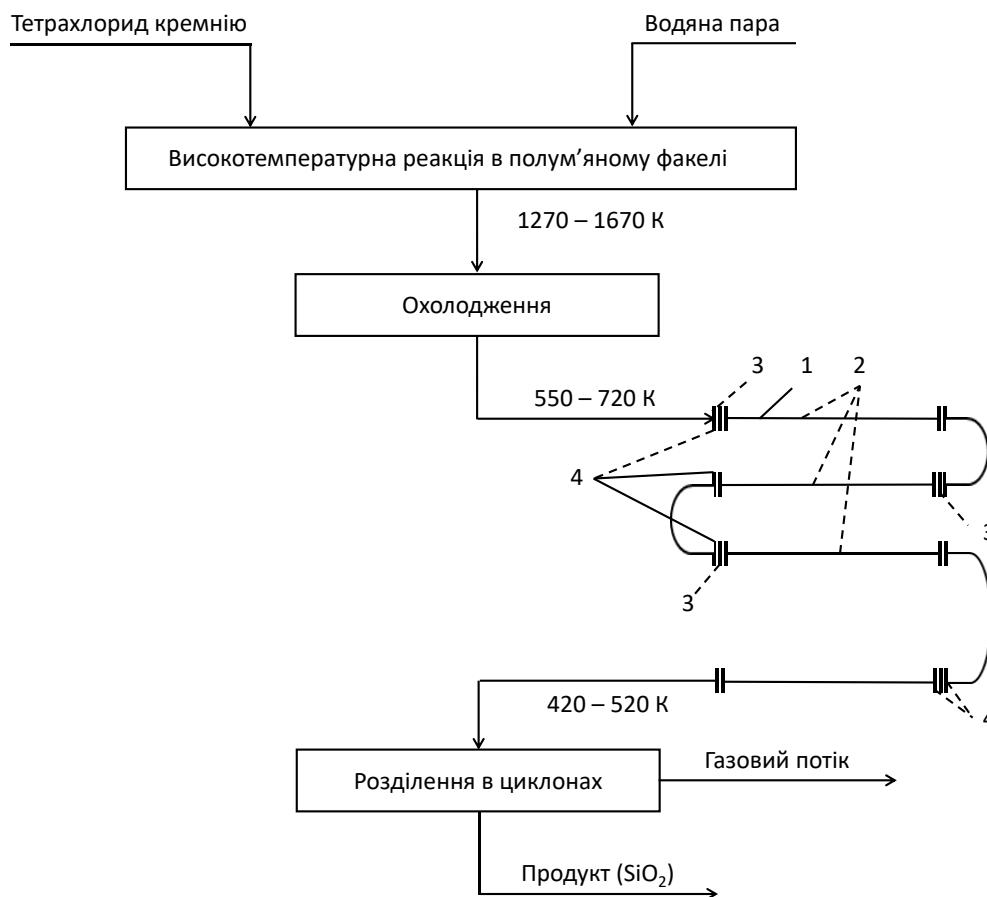


Рис. 1. Схема способу коагулювання високодисперсного кремнезему та загальний вигляд пристрою, який складається з труби-коагулятора 1, розділеної на окремі однакові секції 2, та статичних змішувачів 3, закріплених на вході кожної секції за допомогою фланців 4

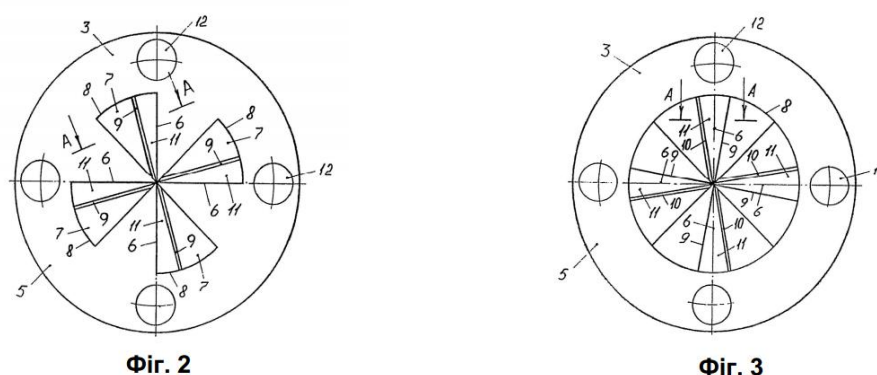


Рис. 2. Принципова конструкція двох варіантів статичного змішувача 3 для створення гвинтоподібного завихрення потоку в трубі-коагуляторі 1

Спосіб одержання кремнеземного адсорбента

Патент України на винахід 37444 (6 C01B33/18,33/12, B01J20/10)

Автори: Миронюк Іван Федорович, Яремчук Богдан Миколайович,
Огенко Володимир Михайлович



Винахід стосується області одержання порошкових неорганічних матеріалів, а саме ультрадисперсного кремнезему, який можна використовувати в медицині в якості аплікаційного адсорбента для лікування гнійних ран, а також ентеросорбента для виведення із організму людини токсинів білкового походження. В основу винаходу поставлено задачу розробити спосіб одержання кремнеземного адсорбента зі

стабільними і високими показниками адсорбції білкових речовин, який би не містив надто великих агрегатованих частинок (кількох десятків мікрон). Вказаний технічний результат досягається тим, що в якості кремнеземного адсорбента використовують ультрадисперсний діоксид кремнію, який одержують шляхом згорання в факелі реакційної суміші із повітря, водню і парів чотирихлористого кремнію, охолодження продуктів реакції, коагулювання твердих частинок діоксиду кремнію в асоціати, відділення пухкого порошку від газового потоку і звільнення його від адсорбованих речовин (хлору і хлористого водню). Спосіб відрізняється тим, що відділений від газового потоку і звільнений від адсорбованих речовин пухкий порошок ультрадисперсного діоксиду кремнію додатково пропускають щонайменше через три або більше відсадочних камер, в яких підтримують швидкість висхідного потоку дисперсії в межах $7 \cdot 10^{-1} - 5 \cdot 10^{-4}$ м·с⁻¹, причому в кожній наступній камері встановлюють швидкість потоку в 4-40 разів меншу, ніж в попередній, а в якості адсорбенту використовують фракцію кремнезему з питомим об'ємом 17-23 см³/г. Сукупність вказаних

суттєвих ознак забезпечує досягнення необхідного технічного результату – одержання кремнезему з максимальною адсорбційною активністю по відношенню до білкових речовин (на рівні 740-750 мг/г).

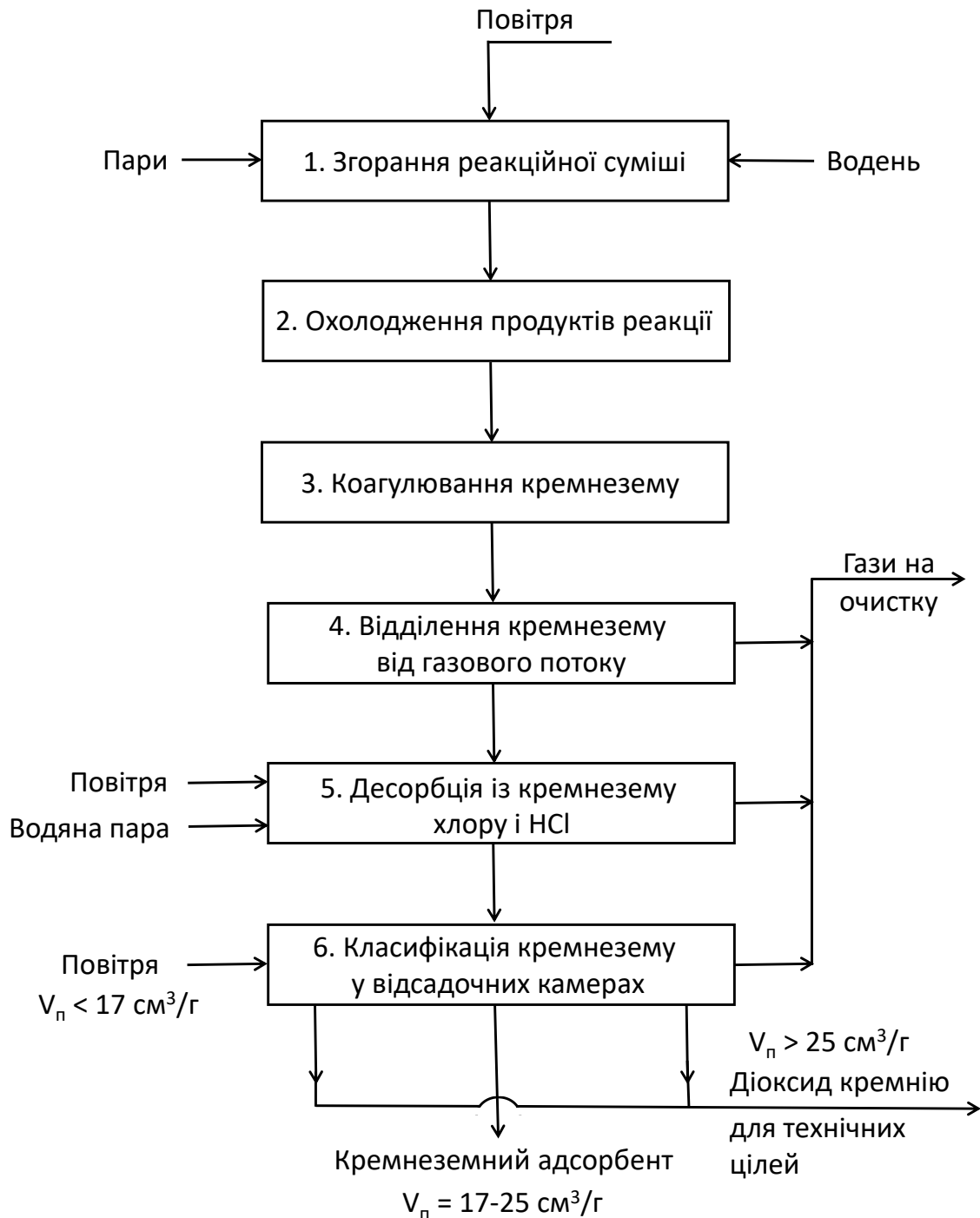


Рис. 1. Технологічна схема одержання кремнеземного адсорбента

Спосіб визначення масової частки первинних неагрегованих частинок у пірогенному кремнеземі

Деклараційний патент України 9867 (7 C01B 33/113, G01N 21/77)

Автори винаходу: Миронюк Іван Федорович, Яремчук Богдан Миколайович

Запропонований спосіб належить до способів діагностики високодисперсних порошкових матеріалів, а саме пірогенного кремнезему, який одержують шляхом спалювання галогенідів кремнію, кремнійорганогалогенідів або інших кремнійвмісних речовин у воднево-повітряному полум'ї і може знайти застосування при аналітичному контролі якості пірогенного продукту в виробництвах силіконових гум, різних полімерних матеріалів, медичних препаратів адсорбційної дії, а також при використанні пірогенного кремнезему для загущення рідких дисперсійних середовищ, наприклад, консистентних мастил, та при поліруванні монокристалічних матеріалів електронної техніки. В основу корисної моделі поставлено задачу розробити простий, дешевий і не довготривалий спосіб визначення вмісту первинних неагрегованих частинок у пірогенному кремнеземі.

1. Вказаний технічний результат за корисною моделлю, що заявляється, досягається за рахунок того, що для визначення масової частки первинних не агрегованих частинок у пірогенному кремнеземі передбачаються диспергування порошку продукту в рідкому середовищі, фракційну седиментацію частинок із одержаної суспензії у силовому полі земного тяжіння, сушіння відібраного осаду частинок окремих фракцій і зважування сухих їх залишків.

2. Спосіб відрізняється тим, що як дисперсне середовище використовують полярну рідину, переважно дистильовану воду, для проведення седиментаційного аналізу на ній готують суспензію із вмістом (0,4-0,8) % порошку пірогенного кремнезему, а для визначення вмісту його

найдрібніших первинних частинок використовують накопичений в результаті седиментації зі швидкістю (3,6-3,9) м/год осад із флокул, утворених в результаті швидкої коагуляції таких частинок кремнезему, при цьому накопичення осаду під час седиментації флокул найдрібніших первинних частинок пірогенного кремнезему здійснюють протягом (8-12) хвилин при температурі (15-35) °С.

3. Спосіб за пп.1 та 2, який відрізняється тим, що визначення масової частки первинних не агрегованих частинок у пірогенному кремнеземі здійснюють за рівнянням:

$$\varepsilon_a = [m_1 - (1 - m_1) \frac{\frac{1}{V_2} - 1}{\frac{1 - m_1}{\rho_m} \frac{1}{V_2} + 1}] 100[\%],$$

де m_1 – маса одержаного осаду в грамах при початковій масі наважки порошку пірогенного кремнезему, на базі якої готують суспензію, 1 г; m_2 – маса SiO_2 в суспензії над осадом, г; V_1 і V_2 – об'єми осаду та освітлено суспензії над осадом, виражені частками до загального об'єму V_c приготовленої суспензії.

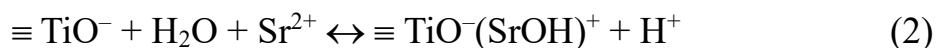
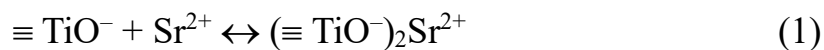
ЙОНООБМІННІ АДСОРБЕНТИ

Адсорбент для вилучення з водного середовища катіонів Sr(II)

Автори: Миронюк Іван Федорович, Микитин Ігор Михайлович

Нами розроблений новий спосіб одержання наночастинкового діоксиду титану з високою адсорбційною спроможністю щодо катіонів металів і зокрема катіонів Sr(II). Суть способу полягає в укоріненні на поверхні TiO₂ групувань =Ti(O₂AsOOH), які спричинюють перерозподіл густини електронів у містках Ti-O-Ti та забезпечують конверсію титанольних групувань у кислотні центри Бренстеда ≡TiOH^{δ+}. Реагентом модифікатором при синтезі TiO₂ служив Na₃AsO₄. При вмісті 4 мас. % арсенатних групувань чисельність кислотних центрів ≡TiOH^{δ+} на ділянці поверхні площею 10 нм² у 2 рази перевищує кількість кислотних центрів на вказаній ділянці поверхні базового адсорбента. У зв'язку з цим, адсорбція катіонів Sr(II) даним адсорбентом є великою і становить 262,8 мг/г. Зростання чисельності кислотних центрів в арсенатованому TiO₂ обумовлено більшою електронегативністю атомів Арсену (2,0) у порівнянні з атомами Титану (1.5).

У розчинах електроліту з (pH = 2÷7) в адсорбційний процес зв'язування одного катіона Sr(II) поверхнею модифікованого TiO₂ можуть залучатися один або два нуклеарні центри поверхні:



Адсорбція катіонів за схемою (1) характерна для адсорбента у кислому і слабокислому розчині електроліту (pH = 2÷5). У нейтральному електроліті адсорбція катіонів здійснюється за схемою (2). У лужному середовищі присутність аніонів OH⁻ суттєво підвищує ефективність зв'язування катіонів Sr(II):



Різниця у зв'язуванні Sr(II) модифікованими сорбентами полягає в тому, що негативно заряджені активні центри $=\text{Ti}(\text{O}_2\text{AsOO})^-$, які утворюються в результаті дисоціації групувань $=\text{Ti}(\text{O}_2\text{AsOOH})$, теж беруть участь у процесі адсорбції. У нейтральних та слабокислих розчинах ($\text{pH} \leq 7$) та в лужних розчинах ($\text{pH} > 7$) адсорбція катіонів Sr(II) відбувається згідно схем показаних на рис. 1:

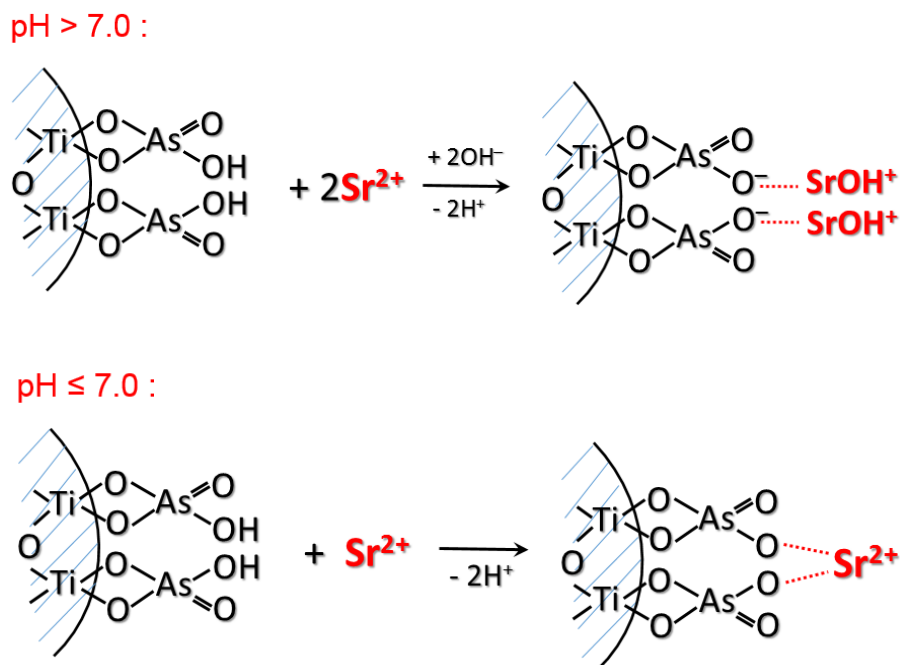


Рис. 1. Адсорбція катіонів Sr(II) арсенатними групуваннями

Публікація: Effects of chemisorbed arsenate groups on the mesoporous titania morphology and enhanced adsorption properties towards Sr(II) cations / I. Mirnyuk et al. *Journal of Molecular Liquids*. 2019. Vol. 282. P. 587–597. URL: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.03.026>

Кремнеземний адсорбент для зв'язування йонів металів та галогенів

Автор: Миронюк Іван Федорович

Аеродисперсний аморфний кремнезем, одержаний спалюванням кремнійвмісних речовин (SiCl_4 , CH_3SiCl_3) у повітряно-водневому полум'ї, набуває нових корисних властивостей в результаті хімічного модифікування його поверхні. Зокрема неповне хімічне зміщення силанолів (гідроксилів) на триметилсилільні (ТМС) $(\text{CH}_3)_3\text{Si}$ -групи робить аеродисперсний кремнезем ефективним адсорбентом, спроможним зв'язувати йони металів та галогенів.

В адсорбційних дослідженнях використовувались кремнезем із ступенем заміщення силанолів на ТМС-групу 27,2% 37,2% і 48,3%. Ці зразки відповідно позначалися М30, М40 і М50. Базовим продуктом для одержання модифікованих зразків служив аеросил А-300.

Результати досліджень засвідчують, що в міру зростання кількості прищеплення ТМС-групи адсорбція катіонів металів $\text{Ba}(\text{II})$, $\text{Sn}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Ca}(\text{II})$, $\text{Mg}(\text{II})$ (табл. 1) та аніонів Cl^- , Br^- , I^- (табл. 2) збільшується. Так модифікований кремнезем М50 адсорбує $1,8 \text{ ммоль} \cdot \text{г}^{-1}$ катіонів Ba^{2+} , що в три рази перевищує показник адсорбції вказаного катіону не модифікованим SiO_2 . Характерно, що прищеплено ТМС-груп приводить також до зростання коефіцієнта розподілу K_d адсорбента. Зокрема 1 грам адсорбента М50 спроможний вилучати з 0,46 л 0,01 М розчину BaCl_2 всі катіони Ba^{2+} , тоді як така ж кількість базового адсорбента здатна зв'язати всі катіони лише в 0,07 л даного розчину.

Максимальну активність щодо зв'язування аніонів Cl^- , Br^- виявляє адсорбент М30, тоді як по відношенню до аніону I^- кращим є адсорбент М40.

Отже, часткова заміна на поверхні аеродисперсного кремнезему силанолів та ТМС-групи покращує функціональні можливості оксидного матеріалу, він набуває амфотерних властивостей, а саме спроможний адсорбувати йони металів та галогенів.

Таблиця 1.

Адсорбція катіонів металів модифікованим та не модифікованим кремнеземами

Адсорбат	Адсорбент	Електроліт (розчинена сіль)	Адсорбція (ммоль/г)	K_d (літр/г)
Mg(II)	A 300	0.01 M MgSO ₄	0	0
	M 30		0.9 ± 0.1	0.16
	M 40		0.95 ± 0.03	0.17
	M 50		0.62 ± 0.06	0.08
Ca(II)	A 300	0.01 M CaCl ₂	0.59 ± 0.1	0.07
	M 30		0.8 ± 0.1	0.1
	M 40		0.8 ± 0.15	0.1
	M 50		1.5 ± 0.35	0.21
Zn(II)	A 300	0.01 M ZnSO ₄	0.5 ± 0.07	0.07
	M 30		0.7 ± 0.12	0.09
	M 40		0.86 ± 0.06	0.13
	M 50		0.93 ± 0.03	0.15
Sr(II)	A 300	0.01 M SrCl ₂	0.02 ± 0.01	0.002
	M 30		0.06 ± 0.02	0.006
	M 40		0.07 ± 0.01	0.007
	M 50		0.13 ± 0.02	0.014
Ba(II)	A 300	0.01 M BaCl ₂	0.59 ± 0.05	0.07
	M 30		1.2 ± 0.17	0.24
	M 40		1.7 ± 0.35	0.45
	M 50		1.8 ± 0.06	0.46

Таблиця 2.

Адсорбція аніонів галогенів модифікованим та не модифікованим кремнеземами

Адсорбат	Адсорбент	Електроліт (розчинена сіль)	Адсорбція (ммоль/г)	K_d (літр/г)
Cl ⁻	A 300	0.01 M CaCl ₂	0.16 ± 0.02	0.01
	M 30		1.34 ± 0.01	0.09
	M 40		1.25 ± 0.06	0.07
	M 50		0.87 ± 0.02	0.06
Br ⁻	A 300	0.01 M KBr	0	0
	M 30		0.18 ± 0.02	0.02
	M 40		0.17 ± 0.02	0.02
	M 50		0.09 ± 0.01	0.01
I ⁻	A 300	0.01 M KI	0.2 ± 0.1	0.01
	M 30		0.23 ± 0.02	0.02
	M 40		0.44 ± 0.1	0.06
	M 50		0.42 ± 0.05	0.05

Публікації:

1. The kinetics of adsorption binding of Ba²⁺ ions by trimethylsilylated silica / I. F. Myronyuk et al. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2018. Vol. 19, no. 1. P. 66–73. URL: <https://doi.org/10.15330/pcss.19.1.66-73>.
2. Effects of enhanced clusterization of water at a surface of partially silylated nanosilica on adsorption of cations and anions from aqueous media / I. F. Mironyuk et al. *Microporous and Mesoporous Materials*. 2019. Vol. 277. P. 95–104. URL: <https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2018.10.016>.

Спосіб одержання йонообмінного адсорбента

Автори: Миронюк Іван Федорович, Микитин Ігор Михайлович

Науковці кафедри хімії методом золь-гель синтезу, використовуючи як прекурсор розчин титанового аквакомплексу $[\text{Ti}(\text{OH})_6]^{3+} \cdot 3\text{Cl}^-$ і модифікуючий реагент Na_2CO_3 , отримали мезопористий TiO_2 з хемосорбованими карбонатними групуваннями, який ефективно адсорбує з водного середовища катіони $\text{Sr}(\text{II})$, $\text{Zn}(\text{II})$, $\text{Ba}(\text{II})$.

В перерахунку на масу TiO_2 витрати модифікатора становили 2, 4 та 8%. Синтезовані зразки модифікованого TiO_2 відповідно до вмісту хемосорбованих аніонів позначали 2С- TiO_2 , 4С- TiO_2 та 8С- TiO_2 .

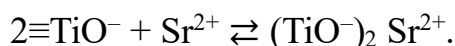
Розчин прекурсору з модифікуючим реагентом розбавляли водою, розкислювали NaOH до $\text{pH} = 2,0\text{--}3,0$ і витримували за температури $70\text{ }^\circ\text{C}$ впродовж 30-40 хвилин. По завершенню процесу pH реакційного середовища доводили до $6,0\text{--}7,0$.

Утворені частинки оксидного матеріалу вилучали з реакційного середовища за допомогою вакуум-фільтра, відмивали від йонів Na^+ , Cl^- дистильованою водою і висушували за температури $120\text{--}140\text{ }^\circ\text{C}$. Параметри пористої структури адсорбентів засвідчують, що хімічне модифікування дослідних зразків TiO_2 приводить до значного збільшення їх питомої поверхні та об'єму пор. Зростанню цих параметрів зумовлене в основному утворенням розгалуженої мережі мезопор. Зокрема питома поверхня зразків 2С- TiO_2 , 4С- TiO_2 , 8С- TiO_2 відповідно становить 354, 380, 368 $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ перевищує питому поверхню базового зразка 2,12; 2,68; 2,65 разів. Об'єм мезопор у модифікованих зразках відповідно рівний 0,227; 0,0279; 0,279 $\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$.

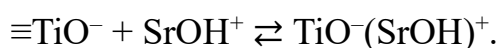
Адсорбція катіонів $\text{Sr}(\text{II})$ адсорбентами 4С- TiO_2 або 8С- TiO_2 у водному середовищі $\text{pH}=1,0\text{--}7,0$ становить $(40\text{--}57)\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$, а з $\text{pH} 9,0\text{--}13,0$ $(70\text{--}80)\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$. Базовий TiO_2 за даних умов адсорбує лише $(10\text{--}28)\text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ зазначених катіонів.

Модифікований адсорбент 4С-ТiO₂ у нейтральному середовищі зв'язує 130 мг·г⁻¹ катіонів Zn(II) і 275 мг·г⁻¹ катіонів Ba(II), а базовий ТiO₂ адсорбує за даних умов 41 мг·г⁻¹ катіонів Zn(II) та 104 мг·г⁻¹ катіонів Ba(II).

У кислому та нейтральному середовищі для зв'язування двозарядного катіону залучаються два нуклесарні центри:



Оскільки в лужному середовищі утворюються гідроксильовані катіони, тому для зв'язування одного катіона використовується один нуклесарний центр $\equiv\text{TiO}^-$:



Результати досліджень засвідчують, що в міру зростання кількості хемосорбованих карбонатних $\equiv\text{Ti}(\text{O}_2\text{CO})$ -груп, адсорбційна спроможність ТiO₂, щодо зв'язування катіонів металів, зростає. За даними таблиці 2 на поверхні базового ТiO₂ кількість активних центрів, що задіяні в адсорбційному процесі становить лише 23,5% від загальної чисельності $\equiv\text{TiOH}$. На ділянці цього адсорбенту площею 10 нм² міститься лише 30,6 кислотних центрів. На поверхні адсорбента 2С-ТiO₂ з такою ж площею, знаходиться 3,3 групи $\equiv\text{Ti}(\text{O}_2\text{CO})$, тому чисельність кислотних центрів $\text{TiOH}^{\delta+}$ зростає до 51,2 одиниць. В адсорбенті 4С-ТiO₂ при кількості карбонатних групувань 6,2 одиниць, чисельність кислотних центрів збільшується до 85,2 одиниць.

Таблиця 1

Чисельність хемосорбованих $\equiv\text{Ti}(\text{O}_2\text{CO})$ груп та активних адсорбційних центрів на ділянках поверхні дослідних зразків ТiO₂ площею 10 нм²

Сорбент	Кількість хемосорбованих $\equiv\text{Ti}(\text{O}_2\text{CO})$ - групувань	Кількість центрів $\equiv\text{TiOH}^{\delta+}$	Кількість центрів $\equiv\text{TiOH}^{\delta-}$	Частка активних центрів, %
TiO ₂ *	0	30,6	0	23,5
2С-TiO ₂	3,3	51,2	1,0	40,2

4C-TiO ₂	6,2	85,2	1,4	66,6
8C-TiO ₂	13,4	71,6	3,0	57,4

* - середня чисельність \equiv TiOH – групувань на 10 нм² поверхні становить 130 одиниць

Публікація: Highly efficient adsorption of strontium ions by carbonated mesoporous TiO₂ / I. Mironyuk et al. *Journal of Molecular Liquids*. 2019. Vol. 285. P. 742–753. URL: <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.04.111>.

ЗАСОБИ ЗАХИСТУ РОСЛИН

Титанове мікродобриво – інноваційне рішення для покращення сучасного землеробства

Винахідники: Миронюк Іван Федорович, Микитин Ігор Михайлович

Титанове мікродобриво – це високоефективний препарат, який містить **4,5 г/л титану** у формі легко розчинної сполуки з органічною кислотою. Витрата мікродобрива 200 мл на 1 гектар. Перед застосуванням препарат підлягає розведенню у співвідношенні 1:250. Обробку рослин рекомендується здійснювати 3–5 разів протягом вегетаційного періоду. Завдяки унікальному складу забезпечується висока біодоступність титану для рослин, що сприяє оптимізації процесів мінерального живлення та стимуляції росту і розвитку культур.

Використання мікродобрива дозволило підвищити урожайність кукурудзи до 5,51 т/га, що на 14,6 % більше порівняно з контролем. Для сорго цукрового отримано 61,5 т/га зеленої маси, що забезпечило приріст урожайності на 9,4 %.

- <https://www.jeeng.net/Effect-of-fertilizer-application-on-yield-and-elemental-composition-of-Maize-in-the,208695,0,1.html>
- <https://naturaljournal.zu.edu.ua/index.php/ujns/article/view/316/295>
(DOI: [10.32782/naturaljournal.12.2025.23](https://doi.org/10.32782/naturaljournal.12.2025.23))

Науково доведений ефект.

Дослідження показали, що застосування титанового мікродобрива сприяє активному засвоєнню фосфору та калію кукурудзою.

Механізм дії

- Титан посилює **транспортну функцію рослин**, забезпечуючи ефективне переміщення поживних речовин, а отже швидший ріст і розвиток.

- Добриво **активує дію інших агрохімікатів** – як добрив, так і засобів захисту.
- У поєднанні з гуматами забезпечує потужне надходження калію та стимулює життєві процеси.

Переваги застосування:

1. **Здоров'я рослин** – підвищення стійкості до хвороб та шкідників.
2. **Коренева система** – розвиток сильних коренів для кращого живлення.
3. **Стресостійкість** – захист від посухи, спеки та інших стресових факторів.
4. **Вища ефективність живлення** – покращене засвоєння фосфору й калію.

Результат – міцніші, продуктивніші та витриваліші культури, що забезпечують стабільний урожай навіть у складних умовах.

НЕОРГАНІЧНА ХІМІЯ

Метод дезінфекції води гідроксильними радикалами з пероксиду водню

Автор: Шийчук Олександр Васильович

Метод дезінфекції води ґрунтується на високій окислювальній здатності гідроксильних радикалів. Гідроксильні радикали активно руйнують ліпіди і білки оболонок бактерій і тим самим забезпечують їх ефективну інактивацію. На відміну від хлорування води, метод дезінфекції гідроксильними радикалами не призводить до утворення токсичних хлорорганічних продуктів. Відпрацьовано технологічні засади методу і розроблено каталітичний реактор для генерації гідроксильних радикалів шляхом каталітичного розкладу пероксиду водню. Реактор для дезінфекції води являє собою автономний і простий у використанні пристрій, який використовує безпечний реагент (пероксид водню) і просте обладнання (помпа дозування рідини).

Метод дезінфекції води гідроксильними радикалами добре придатний для автономних і мобільних установок постачання води. Необхідність дезінфікувати невеликі кількості води виникає в ситуаціях порушення централізованого водопостачання (внаслідок затоплення, пожежі тощо), або в місцях тимчасового розміщення людей (бази відпочинку, польові табори тощо). Реактор може бути також базовим пристроєм невеликих станцій очищення води у децентралізованих системах водопостачання, які є більш стійкими в ситуаціях порушення роботи цивільної інфраструктури.

Випробувано практичну конструкцію протічного трубчастого реактора, заповненого гранульованим каталізатором CoFe_2O_4 . Концентрація H_2O_2 на вході в реактор регулюється залежно від бактеріального забруднення води і необхідної продуктивності очищеної води. Експериментальний реактор виготовлений з неіржавної сталі харчового гатунку AISI316 з ущільнювачами PTFE. Довжина реактора становить 1000 мм, а внутрішній діаметр 12 мм.

Реактор забезпечує пропускну здатність води до 200 мл/хв. Розроблено технологію отримання гранул каталізатора за методом співосадження з карбоксиметилцелюлозою, гранулювання і фінального випалювання при 1100 °С.

Каталітичний реактор випробувано на прикладі інактивації типових бактерій *Escherichia coli*. Реактор забезпечує 100% інактивацію *E. coli* при початковій концентрації <1000 CFU/L, і до 50% при ~50000 CFU/L.



Приклад застосування каталітичного реактора до інактивації бактерій описано в статті «Kinetics of H₂O₂ Decomposition and Bacteria Inactivation in a Continuous-Flow Reactor with a Fixed Bed of Cobalt Ferrite Catalyst»

<https://www.mdpi.com/2076-3417/15/15/8195>

Пальник для одержання високодисперсних оксидів неметалів та металів

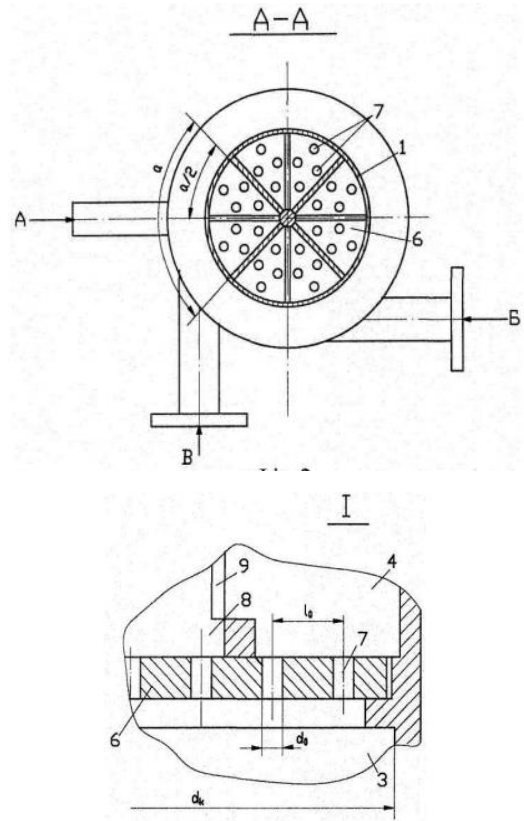
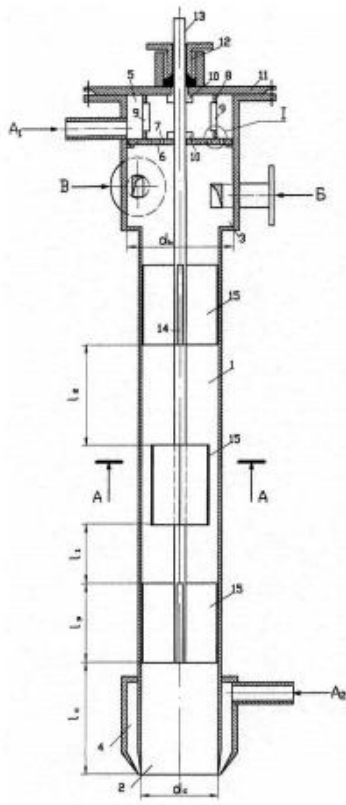
Патент України на винахід 72816 (7 F23D14/02, C01B13/24)

Автори: Миронюк Іван Федорович, Яремчук Богдан Миколайович, Поважняк Маріанна Олексіївна



В основу винаходу поставлено завдання розробити максимально просту конструкцію пальника, яка б дозволила значно збільшити його продуктивність при одержанні високодисперсних оксидів неметалів чи металів з поверхнею в межах (100-450) м²/г (по БЕТ) із їх хлоридів або інших сполук, що гідролізуються водною парою або згорають в присутності кисню, розширити межі регулювання витрат компонентів і швидкості витікання їх суміші із сопла в межах від 8 до 40 м/с. та забезпечити стабільне, без зривання і без пульсування, полум'я, а також виключити можливість детонації горючої суміші. Вказаний технічний результат при здійсненні винаходу, що заявляється, досягається тим, що пальник для одержання високодисперсних оксидів неметалів або металів із пари їх хлоридів чи інших сполук, які гідролізуються парою води, або згорають в присутності кисню, містить камеру вихрового змішування реагентів, трубоподібний корпус, розміщений в ньому стабілізатор потоку з кількома рядами плоских ребер та ущільненням стабілізатора в корпусі, сопло для виводу змішаних реагентів, кільцеве концентричне сопло для створення обгортаючого шару із горючого газу та патрубки для підведення горючого газу, повітря або газу, який містить кисень, і пари хлориду неметалу чи металу або суміш пари декількох хлоридів неметалів і металів або хлорорганічні сполуки, із яких одержують пірогенні оксиди, окремо чи в суміші з нейтральним газом чи повітрям. Пальник відрізняється тим, що для стабілізації горіння над камерою вихрового змішування реагентів

розміщують додаткову камеру горючого газу, яка має з камерою змішування спільну плоску і знімну пластину з отворами, через які ці камери сполучаються. Отвори в пластині розміщені рівномірно і на відстані не менше 4-6 діаметрів цих отворів, а величина отворів, в свою чергу, становить від 2 до 5 % діаметра камери змішування, причому живий переріз отворів складає (2-3) % поперечного перерізу цієї камери. Додаткову камеру оснащують легко знімною кришкою та розпірним кільцем, призначеним для нерухомого фіксування плоскої пластини з отворами між камерами. В розпірному кільці виконують отвори та/або прорізи для рівномірного розподілу горючого газу по всьому об'єму додаткової камери. Стабілізатор потоку закріплюють всередині трубоподібного корпусу так, щоб нижній зріз нижнього ряду його плоских ребер знаходився на відстані від устя сопла, рівній 1,3-2,5 діаметра цього сопла. Відстань між двома нижніми рядами ребер стабілізатора потоку вибирають рівною 0,5-1,0 діаметра сопла, а між наступними верхніми рядами не меншою 1,1 цього діаметра при довжині ребер в кожному ряді в межах 1,2-1,4 діаметра сопла. В поперечному перерізі ребра сусідніх рядів зсувають одне відносно одного на половину кута між сусідніми ребрами одного ряду.



Конструкція пального пристрою

Спосіб вилучення металів із відпрацьованих друкованих плат

Патент України на винахід № а202005867

Автори: Миронюк Іван Федорович, В.С. Рібун Вікторія Степанівна,

Микитин Ігор Михайлович



Сьогодні відпрацьовані друковані плати це не просто відходи електроніки, а цінне джерело металів. У традиційних умовах вони потрапляють на сміттєзвалища, де під дією корозії виділяють небезпечні солі свинцю, олова та міді, забруднюючи ґрунт і воду. Таким чином, проблема електронних відходів перетворюється на шанс отримати новий прибутковий напрямок виробництва.

Нова технологія — подвійна користь:

- Екологічна безпечність: відмова від піролізу та високотемпературних процесів, мінімальні викиди.
- Ресурсна ефективність: повне вилучення олова, свинцю та міді з низьким вмістом домішок.
- Економічна доцільність: отримані метали придатні для подальшого використання у виробництві.

Як це працює?

- Друковані плати розчиняють у нітратній кислоті.
- Поетапно олово та свинець переводять у нерозчинну форму і відділяють. Шляхом розчинення у хлоридній кислоті отримують розчин тетраклориду олова та далі відновлюють електролізом у чистий метал. Свинець осаджується у вигляді сульфату, після чого електролізом отримують металевий свинець.
- Мідь виділяється з залишкового розчину шляхом електролізу та отримується у високій чистоті.

Доказана ефективність:

1. Олово після електрорафінування має 99,94% чистоти.
2. Свинець містить лише 1,7–1,8% домішок і може використовуватись у виробництві акумуляторів.
3. Мідь має менше 0,15% домішок, що відповідає промисловим стандартам.

Отже інноваційний спосіб перетворює небезпечні відходи в цінну сировину, зменшує навантаження на довкілля та відкриває нові можливості для бізнесу.

Структурована вода, спосіб її одержання та перспективи використання

Автор: Миронюк Іван Федорович

Дослідження методом ^1H ЯМР адсорбованої води на поверхні аеродисперсного кремнезему, в якому силаноли частково заміщені на триметилсилільні групування, показали, що саме адсорбована вода набуває феноменальної активності – вона абсорбує неполярні молекули CH_4 , H_2 тощо [1]. Комп'ютерне моделювання структури поверхні SiO_2 дало можливість з'ясувати, що при заміщенні протонів поверхневих гідроксилів на $-\text{Si}(\text{CH}_3)_3$ групування в поверхневого шару кремнезему виникає позитивний електростатичний потенціал [2]. При повному заміщенні силанолів на триметилсилільні групи в поверхневому шарі кремнезему біля входу в локальні структурні порожнини на достатньо великій відстані від атомів Силіцію і тетраедрів SiO_4 виникає аномально високий позитивний електростатичний потенціал $1750 \text{ кДж} \cdot \text{моль}^{-1}$.

У нашому способі одержання структурованої води для контактування з водою використовують зернистий ксерогель триметилсилільованого кремнезему з розмірами зерен (1 – 3) мм. Вода просочуючись крізь проміжки між зернами контактує з поверхнею модифікованого кремнезему і під впливом позитивного електростатичного потенціалу поверхні молекули води структуруються, вони орієнтуються атомами Оксигену до поверхні кремнезему. Структуровані молекули води після контакту з поверхнею частинок ксерогелю зберігають свою впорядкованість. Характерно, що в об'ємі води за їх участі формуються порожнини нанометрового масштабу. На поверхні порожнин молекули структурованої води зорієнтовані атомами Оксигену в об'єм порожнини. В такому статі атоми Оксигену цих молекул не задіяні у водневих зв'язках з молекулами водного середовища, тому вони набувають електронно-акцепторних властивостей. Фактично структуровані молекули води на поверхні порожнин виконують функцію центрів абсорбції

неполярних молекул. З'ясувалося, що структурована в такий спосіб вода ефективно абсорбує молекули CO₂. При контакті з вуглекислим газом за тиску 101,3 кПа і температури 20 °С структурована вода абсорбує ~0,7 мас. % CO₂. Абсорбована вуглекислота утримується водою у відкритому стані впродовж 6 – 8 годин. Тільки нагрівання води сприяє десорбції молекул CO₂. За температури (60 – 80) °С молекули вуглекислоти повністю вилучаються з водного середовища.

У сильно газованій питній воді вміст вуглекислоти теж сягає ~0,7 мас. %. Однак при розгерметизації такої води більше ~0,5 мас. % CO₂ втрачається впродовж 5-10 хвилин.

Структурована, згідно з нашим способом, вода є близьким аналогом лікувальної води “Трускавецька”, тому її використання в медичній практиці забезпечує:

- нормалізацію обміну речовин в організмі людини;
- виведення з організму шлаків, токсинів, у тому числі дрібного каменю з нирок та жовчного міхура;
- нормалізацію показників артеріального тиску;
- зниження кількості в судинах холестерину.

Структуровану воду доцільно використовувати як абсорбент для вилучення з атмосферного повітря вуглекислого газу. Вміст вуглекислого газу в повітрі становить всього ~0,04 мас. %, однак і така його кількість спричинює парниковий ефект і впливає на зміну клімату.

Вуглекислий газ, що вилучений з атмосферного повітря і накопичений у структурованій воді можна використовувати як поживну речовину для рослин закритого ґрунту. Вуглекислий газ поглинається листям рослин і під дією сонячного випромінювання бере участь у фотосинтезі органічних речовин. Вміст CO₂ в повітряній атмосфері теплиці повинен становити (0,4 – 0,8) мас. %. Для кожної рослини концентрація вуглекислого газу підбирається індивідуально.

Публікації:

1. Gun'ko V. M., Turov V. V., Myronyuk I. F., Goncharuk O. V., Pakhlov E. M., Bezruka N. A., Skwarek E., Janusz W., Blitz J. P. Interfacial phenomena at a surface of partially silylated nanosilica. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2014. Vol. 434. P. 28–39. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2014.08.008>.
2. Миронюк І. Ф., Лобанов В. В., Огенко В. М. Гідрофобно-гідрофільні властивості частково триметилсилільованої поверхні кремнезему // *Фізика і хімія твердого тіла*. – 2000. – Т.1, №2. – С. 177-184.

Установка для пірогенного синтезу оксидів металів чи неметалів

Патент України на винахід 76477 (МПК C01B 33/18, C01G 1/00)

Автори: Миронюк Іван Федорович, Яремчук Богдан Миколайович

Винахід стосується хімічної технології, а саме технології одержання високодисперсних оксидів металів та неметалів, зокрема кремнію, шляхом спалювання, наприклад, парів галогенідів або органогалогенідів кремнію, переважно – хлоридів або хлорорганічних сполук в полум'ї. Загальними суттєвими ознаками відомих технічних рішень з тим, що заявляється, є наявність в установці для одержання оксидів неметалів випарника, пальника, реакційної камери, теплообмінників для охолодження продуктів реакції, коагулюючого трубоподібного пристрою, не менше трьох продуктових циклонів, вивантажувальних пристроїв під циклонами, високотемпературного (600 – 700 °С) десорбера для очистки продукту від галогенідів водню (переважно HCl або HF), бункерів і пристроїв (переважно зрошувальних колон) для очищення газового потоку від сполук галогенідів.

В основу винаходу поставлено задачі, які полягають в спрощенні установки, покращенні якості продукції та зниженні енерговитрат на її одержання. Вказаний в заявці технічний результат досягається тим, що установка містить випарник рідких галогенідів чи органогалогенідів металів чи неметалів, пальник, реакційну камеру для гідролізу вказаних сполук металів водяною парою, яка утворилася при спалюванні в пальнику горючих газів, теплообмінники для охолодження продуктів реакції, трубоподібний пристрій для коагулювання частинок оксидів в агломерований продукт, групу із трьох-чотирьох (не менше трьох) продуктових циклонів для відділення продукту від газового потоку, вивантажувальні пристрої під кожним із циклонів, апарати з обігрівом для десорбції хлористого водню із продукту водяною парою при температурі (600 – 700) °С, бункери для

проміжного накопичення і тимчасового зберігання продукту і колони для очищення газового потоку від галогенідів водню і галогенів.

Установка відрізняється тим, що для її спрощення секторні вивантажувальні пристрої під всіма продуктовими циклонами замінені газоструминними інжекторами, які одночасно служать для пневмотранспорту продукту. Після апаратів для десорбції галогеніду водню і перед бункерами встановлюють пневмокласифікатор для відділення грубозернистої фракції, причому для транспортування продукту між апаратами для десорбції галогеніду водню і пневмокласифікатором використовують газоструминні інжектори, ідентичні тим, що служать для вивантаження продукту із продуктових циклонів. Для забезпечення роботи інжекторів в якості робочого газу на їх сопла подають осушені повітря або азот, нагріті до температури продукту, який вивантажується. В якості пневмокласифікатора використовують колонний апарат з розширеною верхньою частиною. Його оснащено нижнім вивідним патрубком грубозернистого продукту, верхнім вивідним патрубком товарного продукту із конуса між основною і розширеною частинами колони, а також патрубком для виводу газового потоку та ввідним тангенціальним патрубком, розміщеним в нижній основній частині колони на висоті $1/5-1/3$ від загальної висоти цієї частини. При цьому відношення діаметрів основної до розширеної частин колони знаходиться в межах від $1/4$ до $1/2$. Продукт із першого, за ходом газів, продуктового циклона з допомогою газоструминного інжектора транспортують в перший або другий із послідовно з'єднаних апаратів для десорбції галогеніду водню, із другого продуктового циклона продукт транспортують на вхід пристрою для коагулювання частинок, а із третього циклона - на вхід другого циклона. Продукт на очистку від галогеніду водню вводять в апарат (десорбер) через патрубок на його кришці, з'єднаний з трубою, яка заводить продукт у нижню частину апарату. В цю частину десорбера також подають нагріті водяну пару та інертний газ (повітря або азот) в кількості, необхідній для підтримання режиму псевдозрідження. Очищений продукт виводять з

десорбера через патрубков, що розміщений між робочою і розширеною частинами апаратів в переливні стояки, з'єднані з атмосферою через регулюючі заслінки. При цьому кожен із десорбційних апаратів оснащений двома діаметрально розміщеними патрубками для виведення кислих газів та нижнім випускним патрубком для виведення грубозернистого продукту. При роботі з двома апаратами для очистки продукту від адсорбованого галогеніду водню перерозподіл введення водяної пари між першим і другим апаратами здійснюють в пропорції 1 до 2-4 частин, а режим псевдозрідження підтримують шляхом регулювання витрат інертного газу. При цьому на вхід першого продуктового циклону подають запилені газові потоки із коагулюючого пристрою, одного із вивідних патрубків першого апарата для десорбції галогеніду водню та вивідних газових патрубків бункерів, а на вхід другого продуктового циклону додатково заводять запилені потоки з одного із вивідних патрубків другого апарата для десорбції галогеніду водню та з верхньої, розширеної частини пневмокласифікатора продукту. На вхід третього продуктового циклона додатково заводять запилені потоки із інших, що залишилися незадіяними, вивідних патрубків обох апаратів для десорбції галогеніду водню. Якщо установка оснащена чотирма (або більшою кількістю) продуктовими циклонами, то підвід запилених потоків із патрубків апаратів для десорбції галогеніду водню починають з другого циклону і зсувають на один циклон за ходом газового потоку, а підвід запилених потоків із бункерів розподіляють між першим і другим продуктивним циклонами. Роботу установки при різних режимах навантаження регулюють запірною арматурою, змінюючи витрати робочого газу на сопла струминних інжекторів та витрати газових потоків із апаратів для десорбції галогеніду водню, пневмокласифікатора і бункерів, а також величину підсмоктуваного потоку повітря в переливні стояки із апаратів десорбції та регулюючи загальний потік газів заслінкою після останнього циклона.

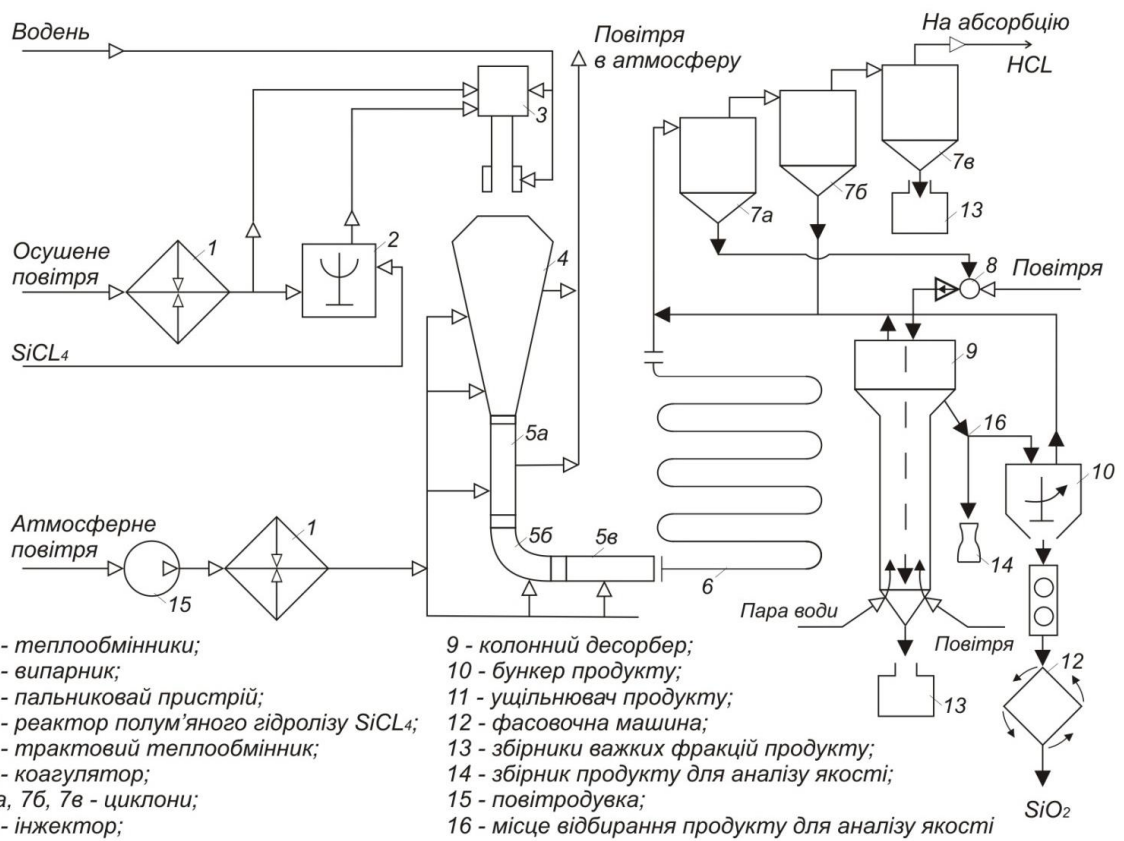


Рис. 1. Технологічна схема промислового синтезу пірогенного кремнезему, в якій використані інновації даного патенту

ОРГАНІЧНА ХІМІЯ / ХАРЧОВА ХІМІЯ

Удосконалення технології синтезу біодизелю на основі абсолютизованого біоетанолу

Автор: Курта Сергій Андрійович



У роботі вирішено важливе науково-прикладне завдання, що характеризується новизною та має практичне значення та полягає у розробленні технології отримання оксигенвмісних додатків з вітчизняної сировини та нових композицій моторних палив з поліпшеними експлуатаційними та екологічними властивостями.

Було виконано аналіз сучасних тенденцій розвитку ринку моторних палив, зокрема, щодо технологій підвищення октанового числа (ОЧ) бензинів і цетанового числа (ЦЧ) дизельних палив. Встановлено, що значним фактором зменшення *імпортозалежності моторних палив є дослідження альтернативних палив, виконання наукових досліджень щодо удосконалення складу композиційних палив з використанням біокомпонентів.* Встановлено, що неодмінним елементом удосконалення технологій отримання моторних палив додавання різних природних функціональних присадок і додатків, без яких виробництво якісних продуктів на сьогодні виявляється неможливим або занадто дорогим.

В роботі удосконалено технологію абсолютизації етилового спирту, як присадки до моторного палива, що може підвищувати ОЧ бензину ефективніше (на 5–8 од.), аніж промислові зразки етанолу, оскільки новий абсолютизований спирт, у своєму складі містить діетиловий етер (на 2–5 од.).

Авторами розроблено принципову технологічну схему отримання бензиново-етанольних сумішей із використанням абсолютизованого етанолу на основі хімічних водовіднімаючих реагентів та отримано композиції високооктанового бензину та дизельного палива із використанням

біокомпонентів (оксигенатів) – 10–50 %, що дозволило поліпшити їх експлуатаційні та екологічні властивості. Це дозволило підвищити ОЧ бензину на 5 од. та ЦЧ дизельного палива на 6 од. Обґрунтовано оптимальний вміст біокомпоненту 10 % із врахуванням вимог національних стандартів і результатів експериментальних даних. Встановлено, що, завдяки спорідненості молекул етеру до етанолу та до вуглеводнів бензину, вони проявляють стабілізуючий та гомогенізуючий ефект на емульсію бензину та етилового спирту, що, в свою чергу, запобігає розшаруванню композиційних етанольних моторних палив.

Запропоновано та удосконалено технологічну схему переестерифікації ріпакової олії зі збільшенням виходу біодизельного палива на 10–15 % та зменшенням кількості побічних продуктів і відходів та зростанням ЦЧ біодизельного палива на 8–10 од. При цьому встановлено, що склад таких шкідливих компонентів як CO_2 та SO_2 зменшується на 10–15 % у порівнянні з традиційними паливами, що вказує на значне поліпшення екологічних властивостей.

В роботі розроблено спосіб збирання та перероблення шламових відходів, що створює умови для перероблення кубового залишку винтезу присадки до моторних палив, у гранульований матеріал, що може бути використаний як технологічна добавка у будівельній та нафтовидобувній галузі.

Встановлено, що реалізація технології синтезу біодизельного палива дозволяє знизити ХСК (хімічне споживання кисню) на 86,8–92,5 %, що вказує на можливість значного зменшення відходів. Зміни-збільшення ОЧ бензину і ЦЧ-дизельного палива представлені на рис. 1 і 2.

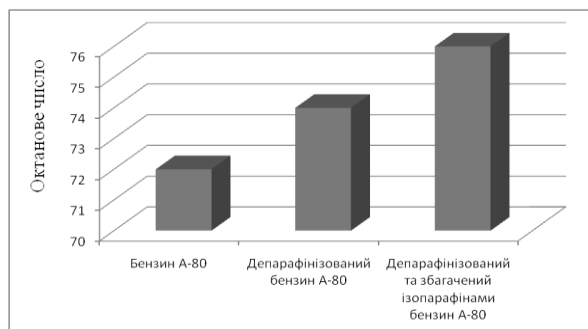


Рис. 1. Зміна ОЧ бензину залежно від способу його оброблення

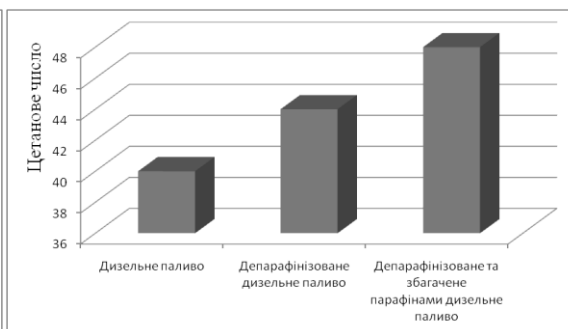


Рис. 2. Зміна ЦЧ дизельного палива залежно від способу його оброблення

Публікація по темі:

1. Starchevskyy V., Ribun V., Kurta S., Khatsevich O. Properties and Composition of Absolutized Ethanol and its Effect on the Gasoline Octane Number / V. Starchevskyy et al. *Chemistry & Chemical Technology*. 2018. Vol. 12, no. 3. P. 346–354. URL: <https://doi.org/10.23939/chcht12.03.346>.
2. Ribun V., Kurta S., Hromovy T., Khatsevich O. Improving the Thechnology of Synthesis and Properties of Biodiesel. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2019. Vol. 19, no. 3. P. 258–269. URL: <https://doi.org/10.15330/pcss.19.3.258-269>.
3. Kurta S. A., Ribun V. S., Fedorchenko S. V. Dewaxing of Motor Fuels is the Complex Method of Increasing the Octane and Cetane Numbers of Gasoline and Diesel. *Deutscher Wissenschaftsherold German Science Herald*. 2017. № 3. P. 76–92.
4. Kurta S., Ribun V. The Properties of Diesel Fuel with Additives Based on Vegetable Oils. *Open Access Peer Journal Science Review*. 2017. № 7. P. 4–5. Kurta S., Mykytyn I., Voronych A., Ribun V. Monitoring Ambient Air Quality in the Carpathian Region of Ukraine. *Chemistry and Chemical Engineering*. 2018. № 12. P. 31–37.
6. Kurta S., Ribun V., Khatsevich O. Current State of Syntesis and Use of Oxygen Generating Additives. *Evolution in Polymer Technology Journal*. 2019. №2/4. P. 1.

Експрес метод розпуску закристалізованого та стабілізації рідкого бджолиного меду при довготривалому зберіганні

Автор: Курта Сергій Андрійович

Розроблено та показано можливість впровадження нової промислової технології низькотемпературного експрес методу розпуску закристалізованого та стабілізації рідкого прозорого меду в споживчій малій, 15-500 мл, упаковці зі збереженням високої діастазної, біохімічної активності та споживчими органолептичними властивостями (рідким агрегатним станом) та іншими характеристиками, що відповідають вимогам споживачів кафе, ресторанів, готелів, в транспорті.

Запропоновано нові способи обробки та умови герметизації при зберіганні і транспортування рідкого незакристалізованого меду в спеціальній, (малого об'єму 15-500 мл) скляній і полімерній тарі на протязі тривалого терміну, не менше 1 року.

Передбачається можливість, шляхом купажу, створення нових видів та марок, розпущеного рідкого меду на природній основі різноманітних сортів та видів моно- та поліфлорного ботанічного меду, для харчування, як одноразового так і повсякденного використання зі збереженням споживчих властивостей не менше 1 року.



Рис. 1. Мед бджолиний 1-закристалізований та 2-мед бджолиний оброблений низькотемпературним експрес методом після 12 місяців зберігання.

Публікації по темі:



Рис. 2. Рідкий бджолиний мед, отриманий методом розпуску закристалізованого та стабілізації рідкого бджолиного меду при довготривалому зберіганні 12 місяців.

1. Biopolimeric Nano Structural Compositions Based on Caramelized Honey / S. A. Kurta et al. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2019. Vol. 20, no. 4. P. 445–452. URL: <https://doi.org/10.15330/pcss.20.4.445-452>.
2. Kurta S., Khatsevych O., Solonitskaya I., Povarova N. DISSOLUTION OF CRYSTALLIZED BEE HONEY AND STABILIZATION OF LIQUID DURING LONG-TERM STORAGE // *Food Science and Technology*. 14(4) 2020. Odessa national academy of food technologies, Odessa. Ukraine.. <https://journals.onaft.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/1900/2106>. 05.01.2021 №4 p.105-114. (Web of Science)

Жувальна гумка на основі меду, воску і прополісу для профілактики і лікування гінгівіту, пародонтиту і пародонтозу

Автор: Курта Сергій Андрійович



Пародонтоз – це хронічне захворювання тканин пародонта, що супроводжується прогресивним руйнуванням структур, відповідальних за фіксацію зубів, унаслідок чого навіть клінічно здорові зуби можуть розхитуватися та випадати. За даними ВООЗ, отриманими на основі досліджень у 53 країнах (зокрема й в Україні),

найвищий рівень захворюваності на патології пародонта (гінгівіт, періодонтит і пародонтоз), який сягає 65–98%, спостерігається у віковій групі 35–44 роки. У 80% дітей віком 15–19 років діагностують гінгівіт. Серед дорослих 45–85 років генералізований пародонтит і пародонтоз виявляють у 90–95% пацієнтів.

Ми пропонуємо Жувальну гумку на основі карамелізованого меду, воску та прополісу для профілактики та лікування пародонтозу та пародонтозу та інших стоматологічних захворювань, яка виготовляється у вигляді жувальної цукерки, для профілактики та захисту ясен та зубів від різних стоматологічних захворювань, мікробіологічного та бактеріального типу. Результат досягається введенням до складу жувальної гумки спеціально приготованого натурального, карамелізованого меду, воску, прополісу та інших продуктів бджільництва. Проведені клінічні випробування жувальної гумки для щоденного використання (жування) підтвердили профілактику, захист та лікування різних стоматологічних захворювань у 75% пацієнтів, особливо пародонтозу, в тому числі для дітей.

За нашими даними, ми маємо близько 500 постійних пацієнтів на цих сторінках та приблизно 5000 переглядів від зацікавлених споживачів нашої жувальної гумки. Наразі функціонує чотири вебплатформи для замовлення та

продажу жувальної гумки «Honeycomd “Медивник”». Крім того, ми створили три власні короткі відео, розміщені на нашому YouTube-каналі, а саме:

1. Медивник «Honeycomd» профілактична жувальна гумка <https://www.facebook.com/sergiykurta>
2. Жуйка на основі меду, воску і прополісу для профілактики пародонтозу <https://www.olx.ua/d/uk/obyavlenie/zhuyka-na-osnov-medu-vosku-propolsu-dlya-proflaktiki-parodontozu-IDG7krs.html>
3. Жуйка "МЕДІВНИК" з воску, меду і прополісу від гінгівіту, пародонтиту і пародонтозу <https://www.youtube.com/watch?v=0g4WvPXz0Ss>

Публікація: Biopolimeric Nano Structural Compositions Based on Caramelized Honey / S. A. Kurta et al. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2019. Vol. 20, no. 4. P. 445–452. URL: <https://doi.org/10.15330/pcss.20.4.445-452>.

Удосконалений спосіб обсмажування, екстрагування та приготування кави з регульованим вмістом ароматних речовин та їх вплив на метаболізм алкоголю

Автор: Курта Сергій Андрійович

Було запропоновано та випробувано новий, альтернативний спосіб обсмажування зеленої кави, що забезпечує максимальне збереження ароматичних і смакових властивостей зерна. Метод ґрунтується на використанні спеціальних пристроїв, які працюють на енергіях НВЧ та ІЧ-випромінювання, що дає змогу зменшити втрати маси кавових зерен і скоротити енергетичні витрати на 15–25% від вартості кави.

У ході роботи було розроблено метод відгонки ароматичних речовин з кави водяною парою та етиловим спиртом, які можуть бути використані для регулювання вмісту кофеїну та збагачення ароматичного профілю розчинної кави. Встановлено, що значення рН спиртових екстрактів наближаються до нейтральних, що суттєво відрізняє їх від кислих водних екстрактів кави.

У результаті проведених досліджень у водних і спиртових екстрактах кави було виявлено наявність кафеолу та кофеїну. Також встановлено, що розмір кавових наночастинок у водних екстрактах є на порядок більшим, ніж у екстрактах, отриманих за допомогою етилового спирту.

Отримано нові марки натуральної кави з регульованим вмістом кофеїну та ароматичних речовин, а також розчинної кави, збагаченої кавовими ароматами та кофеїном, виділеними з екстрактів натуральної кави (рис. 1).

Під час випробувань на виробництві слабоалкогольних напоїв із додаванням кавових екстрактів встановлено прискорення метаболічного перетворення алкоголю в організмі людини (рис. 2).

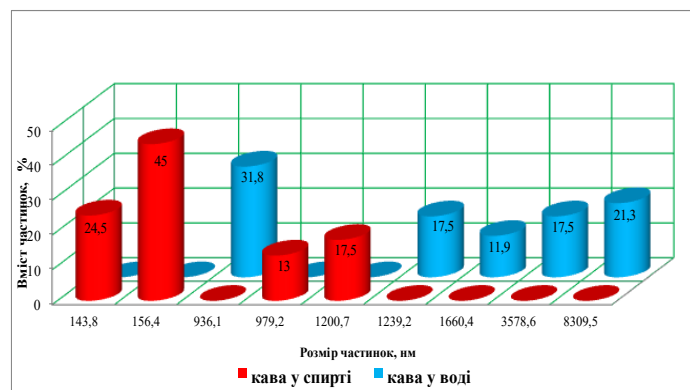


Рис. 1. Залежність відсоткового вмісту фракцій частинок екстракту кави від розміру частинок (нм) на приладі з кутовим розподілом лазерного світла (NANODS CILAS). Зі спиртовими парами з кави виділяються ароматні речовини кафеолу і карамелізованих полісахаридів меншого діаметру (140-1250 нм) у порівнянні з наночастинками водного екстракту (900-8500 нм)

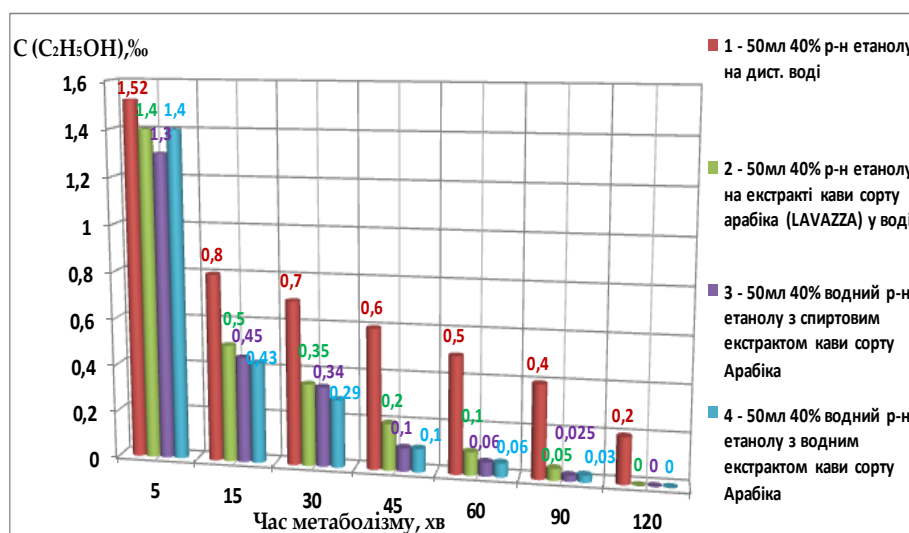


Рис. 2. Залежність вмісту етанолу і ацетальдегіду в організмі у видихуваному повітрі на алкотестері Алкофор-105 від часу та наявності кавових ароматів у спиртових напоях (проба-40 мл 40% етанолу)

Публікації:

1. Kurta S., Yakubiak M., Khatsevich O. Chemistry and technology of roasting and extracting different types of coffees with preservation of taste and aromas. *French-Ukrainian Journal of Chemistry*. 2021. Vol. 9, no. 1. P. 31–43. URL: <https://doi.org/10.17721/fujcv9i1p31-43>.

2. Kurta S., Khatsevych O., Solonitskaya I., Povarova N. DISSOLUTION OF CRYSTALLIZED BEE HONEY AND STABILIZATION OF LIQUID DURING LONG-TERM STORAGE // Food Science and Technology. 14(4) 2020. Odessa national academy of food technologies, Odessa. Ukraine.. <https://journals.onaft.edu.ua/index.php/foodtech/article/view/1900/2106>. 05.01.2021 №4 p.105-114. (Web of Science)

ХІМІЯ ВИСОКОМОЛЕКУЛЯРНИХ СПОЛУК / ХІМІЯ АМІНОПЛАСТІВ

Біополімерні композиції для агрохімічної технології передпосівної обробки насіння сільськогосподарських культур з мінімальним використанням мінеральних добрив

Автор: Курта Сергій Андрійович

Стимулюючий полімерний плівкоутворюючий розчин СПР-ПН-12 призначений для передпосівної обробки насіння різних сільськогосподарських культур. Він забезпечує захист насіння від захворювань, грибкових уражень та шкідників шляхом введення до його складу мінеральних добрив, фунгіцидів, інсектицидів та інших біологічно активних препаратів. Крім того, СПР-ПН-12 може містити мікродобрива та мікроелементи, що сприяють швидкому й ефективному проростанню насіння.

Полімерний плівкоутворюючий розчин СПР-ПН-12 для передпосівної обробки насіння являє собою в'язкий водний розчин полімеру червоного кольору, без запаху, з такими аналітичними показниками:

1. Водневий показник, рН..... 7-8
2. Відносна в'язкість по ВЗ -1, с 25-45
3. Масова доля сухого залишку, %..... 15-20
4. Масова доля активних речовин, %..... 11-12

Полімерний плівкоутворюючий розчин СПР-ПН-12 для передпосівної обробки насіння є нетоксичним, пожежо- та вибухобезпечним. Він добре змішується з водою в будь-яких співвідношеннях, оскільки є концентратом і перед використанням повинен розбавлятися у 3–5 разів. Після застосування легко змивається гарячою водою з поверхні обладнання. Під час роботи не рекомендується нагрівати розчин вище +80 °С та нижче -10°С, оскільки за таких умов він змінює свої властивості. Дані щодо стимулювальних

властивостей полімерного плівкоутворюючого розчину СПР-ПН-12 після передпосівної обробки окремих сортів насіння наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Культура	Витрата СПР-ПН-12 при нанесенні на насіння та після висушування	Кількість мінеральних добрив при внесенні в ґрунт / та при нанесенні на зерно	Приріст урожайності по відношенню до контрольного - при внесенні мінерал. добрив у ґрунт
розмірність	кг \ кг	кг/ га	%
Ріпак (рапс)	0,05	150 / 0,5	250 – 300
Кукурудза	0,024	250 / 2,5	100 – 150
Льон-довгунець	0,09	200 / 1,0	150 – 200
Яра пшениця	0,054	220 / 2,0	50 – 100

Публікація: Struminska O., Kurta, S. Shevchuk L., Ivanyshyn S.. Biopolymers for Seed Presowing Treatment / O. Struminska et al. *Chemistry & Chemical Technology*. 2014. Vol. 8, no. 1. P. 81–88. URL: <https://doi.org/10.23939/chcht08.01.081>.

Технологія та обладнання для подрібнення, сепарації та рециклінгу паперових відходів макулатури, що містить полімери

Автор: Курта Сергій Андрійович

Розроблено технологію утилізації паперових відходів і макулатури, в першу чергу шпалер з лакофарбовим полімерним покриттям.

У результаті здійснення цього процесу з паперових відходів (макулатури) з лакофарбовим покриттям можна отримати 50–95% чистої целюлози та 5–50% твердих лакофарбових відходів (наприклад, полівінілхлориду-ПВХ). Отриману целюлозу можна повторно використовувати як вторинну сировину.

1. Запропонований спосіб забезпечує високий ступінь утилізації та ефективного розділення подрібнених відходів шпалер на однорідні фракції, а саме — целюлозне волокно та полімерне лакофарбове покриття (ПВХ).

2. Під час переробки відходів за цим методом відсутні шкідливі газові чи пилові викиди в атмосферу, а також скидання стічних вод у природні водойми, що робить процес екологічно безпечним.

3. Запропонована технологія є універсальною для переробки відходів целюлозно-паперового виробництва, макулатури та, зокрема, рулонів шпалер із лакофарбовим (полімерним) покриттям. Вона забезпечує комплексну утилізацію 100% бракованих шпалер, з отриманням і повторним використанням 50–95% целюлози в межах одного сучасного промислового комплексу, що підвищує екологічну безпеку виробництва та дозволяє зекономити 50–60% деревини й іншої природної сировини. Це, у свою чергу, сприяє збереженню лісових ресурсів.

4. Отриману целюлозу можна повторно використовувати для виробництва технічного паперу, пакувального картону, флізеліну, а також як структурний наповнювач у виробництві безазбестового шиферу, паливних брикетів і палет або як екологічно чистий теплоізоляційний матеріал.

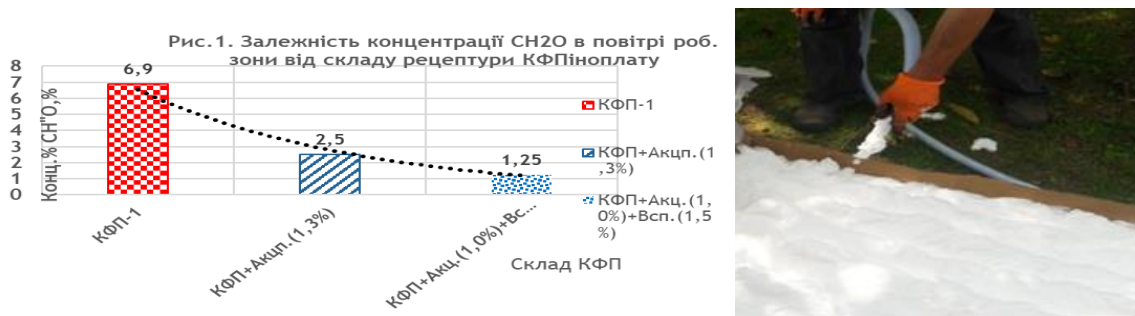
Лакофарбові відходи можуть бути застосовані як наповнювачі для будівельних та полімерних композиційних матеріалів.

Публікація: Voronych O., Kurta S., Sofiya Fedorchenko S. Technology of Recycling, Properties and Use of Polyvinylchloride-Coated Paper Waste. *Chemistry & Chemical Technology*. 2016. Vol. 10, no. 2. P. 219–226. URL: <https://doi.org/10.23939/chcht10.02.219>

Удосконалення технології виробництва термоізоляційного пінопласту на основі карбамідо-формальдегідної смоли

Автор: Курта Сергій Андрійович

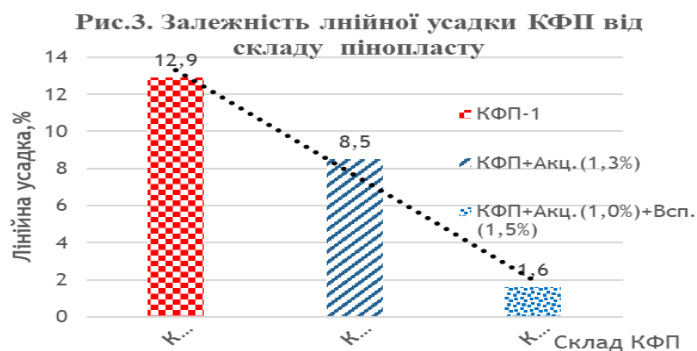
Для зниження токсичності під час вспінення карбамідоформальдегідної смоли було запропоновано додатково вводити 0,5–1% акцептора газоподібного формальдегіду, що виділяється під час заливки КФ-пінопласту. У результаті концентрація формальдегіду в робочій зоні зменшується утричі та не перевищує ГДК = 5 мг/м³ (рис. 1).



У результаті внесених змін до рецептури КФ-пінопласту, завдяки введенню акцептора формальдегіду та додаткового вспінювача, було отримано матеріал зі зменшеною майже удвічі густиною, яка не перевищує 6–8 кг/м³. Це суттєво покращило тепло- та звукоізоляційні властивості пінопласту (рис. 2).



Для зменшення лінійної та об'ємної усадки (скорочення розмірів) отриманого КФ-пінопласту після сушіння було запропоновано вводити додатковий хімічний вспінювач у кількості 1–1,5%. Це дозволило знизити усадку сухого пінопласту з 12% до 1,6% та стабілізувати його розміри під час експлуатації (рис. 3).



Публікації:

1. Kurta S., Nemish A., Fedorchenko S., Khatsevich O., Riy, V. (2023). Porous Surface Structure and Physico-Chemical Properties of the Urea–Formaldehyde Polyfoam. In: Fesenko, O., Yatsenko, L. (eds) Nanomaterials and Nanocomposites, Nanostructure Surfaces, and Their Applications. Springer Proceedings in Physics book series (SPPHY, volume 279). P 623–635. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-18096-5_38.
2. Kurta S. A., Fedorchenko S. V., Chaber M. V. Investigation of the stability of the modified urea-formaldehyde resin. *Polimery*. 2004. Vol. 49, no. 01. P. 49–51. URL: <https://doi.org/10.14314/polimery.2004.049>.

