

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Василенко Катерини Вячеславівни

«Одержання високочистих орто- і пірофосфатів натрію, калію, амонію та кальцію для використання в якості харчових добавок»,

яка подана на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія

1. Актуальність теми дисертаційної роботи.

В наш час фосфатні солі широко використовуються в сільському господарстві як джерело фосфору, а також в багатьох галузях промисловості: хімічній, харчовій, фармацевтичній, електронній, текстильній тощо. У світовому виробництві фосфатів частка саме харчових фосфатів складає до 5%. Світове споживання харчових фосфатів зростає за рік в середньому на 3,5%, а загальна потреба у харчових фосфатах в Україні оцінюється орієнтовно в 40 тис. т/рік. В Україні є підприємства з виготовлення фосфорних добрив та кормових фосфатів, проте продукти такого синтезу не є достатньо чистими для використання у харчовій промисловості. До тепер в Україні відсутні харчові фосфати власного виробництва. Це ставить нашу країну в економічну залежність від імпорту та підвищує собівартість продукції. Разом з тим Україна володіє власними потужними родовищами природних фосфоритів (до 1,03 млрд. тон P_2O_5). Слід відмітити, що на сьогодні в Україні розробляється технологія переробки фосфоритів цих родовищ методом азотно-кислотного розкладання. Проте аналіз літературних даних свідчить, що запропоновані способи одержання фосфатних солей не оптимізовані до вимог промислового виробництва саме хімічно чистих та харчових солей.

Дисертаційна робота Василенко К.В. присвячена дослідженню актуальної в науковому та прикладному аспектах задачі розробки способу доочищення ортофосфорної кислоти від токсичних мікродомішок, встановленню закономірностей процесів хімічного осадження, кристалізації і термічної обробки фосфатних солей та розробці на їх основі технологічних параметрів одержання харчових орто- і пірофосфатів натрію, калію, амонію та кальцію.

Актуальність дисертаційної роботи віддзеркалює той факт, що дослідження, які складають зміст дисертації, виконувались відповідно до планів науково-дослідних робіт ДВНЗ "Український державний хіміко-

технологічний університет", завданнями держбюджетних науково-дослідних робіт Міністерства освіти і науки України: "Закономірності гомогенних і гетерогенних хімічних процесів та їх використання при розробці багатокomпонентних матеріалів і методів їх контролю" (2015–2020 р., реєстраційний номер 0116U001716) та "Експериментальні і теоретичні закономірності гетерогенних процесів синтезу функціональних фосфатних, гідроксидних та оксидних матеріалів" (2020–2021 р., номер реєстрації 0120U101971).

Таким чином, дослідження, що спрямовані на розробку фізико-хімічних основ альтернативних технологій, які б дозволяли отримувати хімічно чисті фосфатні солі з вітчизняної сировини, є актуальною науково-практичною задачею, розв'язання якої покладено в основу дисертаційної роботи.

2. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків, рекомендацій.

Не викликає сумнівів обґрунтованість наукових положень, висновків дисертації та їх достовірність. Це виражається в слушності і чіткості фізико-хімічних передумов, покладених в основу проведених досліджень, коректності використаних фізико-хімічних, математичних моделей і методів розрахунку, відповідності теоретичних і дослідних даних, грамотній постановці всіх експериментів, опрацюванні їх результатів, а також кореляції низки результатів із відомими літературними даними.

Кожне положення наукової новизни знайшло переконливе підтвердження в стійко відтворюваних і статистично достовірних результатах експериментів різного масштабу. Переконливим доказом обґрунтованості наукових положень і висновків є наявний в дисертаційній роботі акт випробування на підприємстві ТОВ «СНЕК ПРОДАКШН», в якому підтверджується ефективність запропонованого способу синтезу харчових ортофосфатів.

Дисертаційна робота складається із анотації на двох мовах (українська, англійська), вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел із 166 найменувань, чотирьох додатків, містить 69 рисунків, 41 таблицю. Загальний обсяг дисертації з додатками складає 200 сторінок. У дисертації є вступ, шість розділів (один з яких є оглядовим, другий методичним, інші

містять оригінальні результати), а також висновки. Дисертація добре написана та оформлена. Окремі розділи детально структуровані, на завершення оригінальних розділів наведено висновки. Ілюстрації виконано ретельно, в необхідному обсязі.

Вступ і огляд критично аналізують існуючі досягнення в галузі технологій одержання фосфатних солей у промисловому виробництві саме хімічно чистих та харчових солей та наголошують ті проблеми, які існували на початку роботи Василенко Катерини Вячеславівни. Оглядовий розділ логічно закінчується переліком нез'ясованих питань та формулюванням задачі дослідження.

Оцінюючи методику експерименту, треба відзначити значний обсяг і високий науково-методичний рівень роботи, проведеної дисертантом. Здобувач слушно використала термодинамічні і кінетичні розрахунки, математичне моделювання за допомогою програми Statgraphics (визначення фізико-хімічних умов синтезу ортофосфатів); термогравіметричні дослідження, що виконані на дериватографі Паулік-Паулік-Ерделі QD-1500; рентгенографічні дослідження (визначення фазового складу і розмірів кристалітів продуктів синтезу), що проведені за допомогою дифрактометра ДРОН-2 в монохроматичному $\text{Co-K}_{\alpha 1}$ випромінюванні; спектрофотометричні дослідження з використанням спектрофотометра СФ-46; хімічний і потенціометричний аналіз за допомогою рН-метра Adwa AD8000 (визначення складу синтезованих сполук і дослідження процесів співосадження).

Усі дослідження і аналіз результатів проведені за участю кваліфікованих фахівців, досвід яких відомий як в Україні, так і за її межами. Тому обґрунтованість і достовірність отриманих результатів і зроблених висновків не визивають сумнівів.

Оцінюючи інші оригінальні розділи, треба відзначити, що експерименти проведено вельми систематично та вичерпно. Кожний розділ закінчується висновками, які акцентують увагу на найбільш суттєвих результатах.

В загальних висновках викладені наукові положення та практичні досягнення, які в цілому забезпечують розв'язання актуальної науково-практичної задачі – розробки альтернативних енергоощадних технологій, які б

дозволяли впровадити вітчизняне економічно вигідне виробництво хімічно чистих фосфатних солей для використання в харчовій промисловості.

3. Наукова новизна результатів роботи

Наукова новизна результатів роботи полягає у тому, що описані у дисертації результати отримано вперше. Найцікавішими, на мій погляд, є такі результати.

1. Визначено константи дисоціації ортофосфорної кислоти за умови високої іонної сили розчинів.

2. Проведені розрахунки діаграм розподілу молекулярної та іонних форм ортофосфорної кислоти на основі визначених констант показали значні зміни інтервалів рН їх домінуючої присутності у розчинах кислоти з ростом її концентрації. Ці дані мають значення при виборі оптимальних умов осадження ортофосфатних солей натрію, калію та амонію.

3. Запропоновані нові значення добутків розчинності для трикальційфосфату, гідроксиапатиту кальцію та Са-дефіцитних гідроксиапатитів.

4. Проведені здобувачем розрахунки ізотерм розчинності дозволяють прогнозувати склад осадів фосфатів кальцію в залежності від умов їх осадження.

4. Практичне значення отриманих результатів.

В результаті проведених досліджень запропоновані раціональні технологічні параметри хіміко-технологічних процесів одержання харчових орто- і пірофосфатів кальцію, натрію, калію, амонію з використанням стадій хімічного осадження, ізотермічно-ізогідричної кристалізації, конверсії і термічної обробки. Способом співосадження з гідрофосфатом кальцію запропоновано проводити доочищення прекурсорів синтезу (а саме, екстракційної фосфорної кислоти та солей кальцію) від токсичних домішок сполук флуору, As(III), Pb(II), Cd(II) і Cu(II).

Переконливим доказом практичного значення отриманих результатів, обґрунтованості наукових положень і висновків є акт випробування на підприємстві ТОВ «СНЕК ПРОДАКШН» в умовах лабораторії, в якому підтверджується ефективність запропонованого способу синтезу харчових

ортофосфатів, та впровадження одержаних результатів роботи в навчальний процес у ДВНЗ УДХТУ.

5. Повнота викладення результатів роботи в опублікованих працях.

Матеріал дисертації повністю викладено в 15 друкованих роботах, серед яких 3 наукові статті у фахових виданнях України, 1 стаття у закордонному виданні (усі статті проіндексовано в наукометричній базі даних Scopus), та доведено до відома наукової спільноти у доповідях на 11 міжнародних конференціях. Отримано 1 патент на корисну модель «Спосіб синтезу харчових ортофосфатів кальцію».

В цілому, рівень і кількість публікацій та апробації матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам МОН України.

Зауваження щодо представленої дисертаційної роботи.

1. Чому в дисертації наводиться інформація про ГОСТи на фосфатні солі 70-тих років минулого сторіччя?

2. В тексті дисертації вказується на необхідність доочищення фосфатних солей від сполук *d*-металів, але представлені дані про сполуки Cu та Cd. Чому не досліджували співосадження сполук інших *d*-металів?

3. В чому полягає новизна досліджень з синтезу фосфатних солей натрію, калію та амонію, де використовуються відомі методи ізотермічної та ізогідричної кристалізації, а також конверсії натрієвих фосфатних солей у калієві солі?

4. Якою була мета синтезу ортофосфатів кальцію у різних молярних співвідношеннях Ca/P – від 0,5 до 1,67? Чому в дисертаційній роботі немає методик синтезу $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ та $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, а є тільки інформація про синтез CaHPO_4 ? Чому не вивчали процес синтезу пірофосфатів амонію?

5. На скільки запропонований вами спосіб одержання харчових фосфатів є економічно вигідним? Чи зможе він конкурувати з існуючими на ринку фосфатами амонію, калію, натрію або кальцію?

6. Як пропонується утилізувати відходи, які утворюються в результаті синтезу харчових фосфатів?

Втім недоліки, зауваження та рекомендації у більшості є предметом дискусії, мають характер побажань, не є принциповими, не впливають на достовірність наукових положень та висновків і не знижують моєї високої оцінки роботи в цілому.

Висновок. На підставі наведеного аналізу вважаю, що за актуальністю, об'ємом та методичним рівнем досліджень, ступенем обґрунтованості наукових положень та висновків, науковою новизною та практичною цінністю, рівнем отриманих результатів та висновків, повнотою їх викладення в опублікованих працях, дисертаційна робота відповідає вимогам МОН України до кваліфікаційних наукових праць, а саме Наказу МОН України № 40 від 12 січня 2017 року «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації», та вимогам, передбаченим п. 9, 10, 11 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167.

Вважаю, що здобувач Василенко Катерина Вячеславівна заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 161 Хімічні технології та інженерія (галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія).

Завідувач кафедри біотехнології, біофізики та аналітичної хімії
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»
доктор технічних наук, професор



Відсутні надійшов по електронці

00 01.078.009 13.12.2021 р



Відсутні надійшов по електронці

Гонимце В.І.