

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Р.В. Горди
**«Сорбція благородних металів на поверхні силікагелю та фітосорбентів
з прищепленими тіосечовинними групами»**,
поданої на здобуття наукового ступеня кандидата хімічних наук

Вступ

Проблеми переробки відходів благородних металів (БМ), а також їх вилучення з технологічних розчинів завжди залишаються **актуальними**. Перспективним для вирішення цього завдання є сорбційне концентрування БМ на поверхні неорганічних носіїв, модифікованих комплексоутворюючими сполуками, скажімо, силікагелів, хімічно модифікованих похідними тіосечовини. Між тим, ці сорбенти мають ряд недоліків, як то коштовність та довготривалість синтезу, необхідність використання токсичних органічних розчинників тощо. Через це, незважаючи на високу селективність, такі сорбенти знайшли застосування переважно лише в аналітичній хімії. Останнім часом **актуальним** стає використання сорбційних матеріалів природного походження. Проте, вивченню матеріалів на основі органічних матриць, модифікованих сірковмісними групами, в тому числі похідними тіосечовини, досі приділено ще недостатньо уваги.

Виходячи з цього, вважаю, що представлена робота, в якій розглядається синтез сорбентів на основі силікагелю, кристалічної целюлози та тирси з прищепленими тіосечовинними групами та вивчення їх поглинальних властивостей по відношенню до БМ є важливою для колоїдної хімії та хімічної технології.

Короткий аналіз змісту роботи

Дисертація складається з анотації, вступу, огляду літератури (розділ 1), опису методів синтезу сорбентів, а також методик аналізу їх сорбційних властивостей (розділ 2), основного змісту роботи (розділи 3 – 6), висновків, списку використаних джерел. Рукопис має 137 сторінок друкованого тексту, містить 10 таблиць та 58 рисунків, включає 103 посилання.

Анотація та вступ за змістом та обсягом відповідають існуючим вимогам до кандидатських дисертацій. У вступі обґрунтована актуальність теми, сформульовані мета й завдання дисертаційної роботи, викладені наукова новизна та практичне значення отриманих результатів, наведені дані про особистий внесок здобувача та публікації за обраною темою.

У першому розділі **«Сорбенти різної природи для вилучення металів»** приділено увагу огляду матеріалів на основі силікагелів, хімічно модифікованих сірковмісними групами та їх використання для концентрування

та визначення благородних металів. Проаналізована література щодо використання матеріалів природного походження, способи їх модифікування та сорбційні властивості відносно благородних та перехідних металів. Зазначено, що сорбенти на основі рослинної сировини, модифіковані сірковмісними групами, залишаються ще мало вивченими.

Другий розділ «**Матеріали та методи дослідження**» містить методики синтезу сорбентів та методи, за якими досліджувалися їх сорбційні властивості по відношенню до благородних та перехідних металів.

Третій розділ «**Фізико-хімічні дослідження поверхні синтезованих сорбентів**» присвячено вивченню поверхневих явищ, які супроводжують хімічне модифікування зазначених носіїв з використанням сучасних методів (ІЧ-спектроскопія, термодесорбція, дериватографія, скануюча електронна мікроскопія та низькотемпературна сорбція-десорбція азоту). За допомогою ІЧ-спектроскопії, термодесорбції та дериватографії підтверджено хімічний характер взаємодії роданіду амонію з поверхнею носія та прищеплення тіосечовинних груп. Дані скануючої мікроскопії свідчать про макропористу структуру фітосорбенту та про комплексоутворення металів з тіосечовинними групами поверхні. За даними низькотемпературної сорбції-десорбції азоту встановлено, що силікагель з прищепленими тіосечовинними групами є мезопористим матеріалом і має розвинену поверхню, тоді як кристалічна целюлоза та фітосорбент – макропористі зразки з досить малою поверхнею.

У четвертому розділі «**Особливості сорбції благородних металів на поверхні ТСС**» представлено закономірності сорбції БМ на поверхні силікагелю, хімічно модифікованого тіосечовинними групами (ТСС). Показано, що всі БМ вилучаються з максимальним ступенем сорбції у кислій області, а досягнення сорбційної рівноваги є швидким процесом. Встановлено, що надлишки перехідних металів і ртуті (II) не впливають на кількісне вилучення БМ. На основі отриманих результатів розроблено сорбційно-кольорометричну методику визначення паладію (II), родію (III), рутенію (IV) та ртуті (II) на поверхні силікагелю з прищепленими тіосечовинними групами.

У п'ятому розділі «**Сорбція благородних металів на поверхні фітосорбенту**» наведено результати дослідження оптимальних умов поглинання БМ фітосорбентом. Експериментальні дані оброблено за допомогою моделей хімічної кінетики та адсорбційних моделей Ленгмюра та Фрейндліха. Досліджено поглинання БМ із технологічних розчинів різної кислотності, що містять мікрокількості перехідних металів: синтезований сорбент характеризується високою сорбційною ємністю та селективністю (у порівнянні з раніше відомими).

У розділі шість «Застосування фітосорбенту та КЦТ для концентрування благородних металів» розглянуто можливість застосування фітосорбенту та кристалічної целюлози, хімічно модифікованої тіосечовинними групами (КЦТ), для концентрування БМ двома способами: одержанням розчинів з високим вмістом БМ після десорбції та озолуванням фітосорбенту з адсорбованим металом із подальшим отриманням БМ у вигляді порошків.

Достовірність результатів та наукова новизна роботи, як це вбачається опонентів:

Обґрунтованість і достовірність результатів досліджень, одержаних автором роботи, забезпечена застосуванням комплексу сучасних фізико-хімічних методів, що дозволило дисертанту одержати достовірні результати. При виконанні досліджень сорбції БМ на поверхні силікагелю, кристалічної целюлози та тирси, хімічно модифікованих тіосечовинними групами, одержані значущі результати:

- вперше застосовано колоїдно-хімічні підходи для системного дослідження синтезу та вивчення сорбційних властивостей силікагелю, хімічно модифікованого тіосечовинними групами, по відношенню до процесів визначення та вилучення благородних металів;
- вперше вивчено колоїдно-хімічні властивості кристалічної целюлози та тирси, хімічно модифікованих тіосечовинними групами, стосовно золота (III) та металів платинової групи;
- вперше запропоновано методику концентрування благородних металів шляхом десорбції їх з поверхні фітосорбенту та вилученням у порошкоподібному вигляді при озолуванні сорбенту.

Практичне значення одержаних результатів:

- показано, що силікагель, хімічно модифікований тіосечовинними групами, є перспективним для концентрування та визначення благородних металів;
- доведено доцільність використання кристалічної целюлози та тирси для відокремлення золота та металів платинової групи від супутніх компонентів з технологічних розчинів;
- запропоновано методики вилучення благородних металів у вигляді концентрату після десорбції, чи у вигляді порошку після озолування.

Ступінь обґрунтованості наукових положень та висновків, сформульованих у дисертації, є достатнім і базується на детальному аналізі літератури за

проблемою, що вирішувалася при виконанні роботи. В дисертації коректно визначені її завдання та виконано значний обсяг експериментальних досліджень, проведено аналіз результатів та коректно сформульовано висновки.

До дисертаційної роботи необхідно зробити зауваження, а також поставити деякі запитання:

1. Цікаво було б навести порівняння сорбційних властивостей отриманих сорбентів з тими, які використовуються в сучасній технології концентрування золота (III) та металів платинової групи.
2. На ІЧ-спектрах газоподібних продуктів розкладу фітосорбенту (рис. 8 – 9), потрібно чітко зазначити, які саме речовини виділяються та приділити увагу детальнішому їх обговоренню.
3. Автору варто звернути увагу на той факт, що вплив температури на ступінь вилучення благородних металів вже було вивчено раніше і при поясненні цього зробити посилання на відповідні джерела.
4. На мій погляд, варто було б приділити більше уваги поясненню аномально високої сорбційної ємності за паладієм (II) на синтезованих сорбентах.
5. У дисертаційній роботі зустрічається значна кількість друкарських помилок і неточностей, на які вказано автору.

Між тим, зауваження не знижують загальної позитивної оцінки дисертації та її високої якості в цілому.

Робота й автореферат оформлені належним чином і відповідають вимогам державних стандартів і МОН України. Аналіз змісту дисертації, автореферату та публікацій за темою свідчить про високий науковий рівень підготовки автора. Основні наукові положення та висновки відображені в 15 публікаціях, з яких 5 статей та 10 тез доповідей. Опубліковані наукові праці повністю передають основний зміст виконаних досліджень й одержаних результатів, оформлені згідно вимогам ДАК МОН України.

Загальне враження опонента від представленої дисертації:

- у роботі на високому науковому рівні описано новий спосіб синтезу сорбентів на основі силікагелю, кристалічної целюлози та тирси, хімічно модифікованих тіосечовинними групами, використовуючи, як основу, реакцію розкладу роданіду амонію;

- щодо використання фітосорбенту для вилучення благородних металів, на мій погляд, показана перспектива його застосування для отримання порошків металів;

- між тим, варто було б приділити більше уваги стосовно практичного застосування фітосорбенту в хімічній технології.

Заключна оцінка дисертаційної роботи.

Виконане значне за обсягом наукове дослідження, яке дає вагомий внесок у колоїдну хімію та відкриває перспективи подальших досліджень.

На основі зазначеного вважаю, що робота повністю відповідає вимогам п.п 9.11 до кандидатських дисертацій, передбаченим «Порядком присудження наукових ступенів», затвердженим постановою КМ України № 567 від 24 липня 2013 року, а її автор заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата хімічних наук за спеціальністю 02.00.11 – колоїдна хімія.

Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка НАН України
Провідний науковий співробітник відділу
фізико-хімії вуглецевих наноматеріалів,
доктор хімічних наук, професор



14.11.2018

Ю.О. Тарасенко

Власноручний підпис професора Ю.О. Тарасенка засвідчую
Вчений секретар ІХП НАН України,
кандидат хімічних наук



А.М. Дацюк

