

УДК 620.3: 66.061.34 + 543.9  
DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2024.5.2/10>

**Скиба М.І.**

ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»  
Українського державного університету науки та технологій

**Скиба Ю.М.**

ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»  
Українського державного університету науки та технологій

**Залузний Д.С.**

ННІ «Український державний хіміко-технологічний університет»  
Українського державного університету науки та технологій

**Воробйова В.І.**

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

## ВПЛИВ МОДИФІКУВАННЯ ПОВЕРХНІ ДІОКСИДУ ТИТАНУ НАНОСРІБЛОМ НА ФОТОКАТАЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ: ДЕГРАДАЦІЯ ТЕТРАЦИКЛІНУ ГІДРОХЛОРИДУ

Фармацевтичні сполуки відносяться до категорії «нові забруднювачі/«emerging pollutants»» забруднювачами водних ресурсів через їх широке використання в медичних цілях, що призводить до виходу цих сполук у високих концентраціях у фармацевтичні та лікарняні стічні води. У статті представлено характеристику модифікованих наносріблом зразків діоксиду титану: Ag НЧ з середнім розміром  $d_{cp}=10-32$  нм розташовані на поверхні модифікованого титан (IV) оксиду несучильною структурою. Одержані композити зберігають оптичні властивості метала-модифікатора – мають типову смугу поглинання у видимому діапазоні при  $\lambda=420-424$  нм, що відповідає смугі поверхневого плазмонного резонансу НЧ срібла. Встановлено, що введення металу-допantu забезпечує передумови підвищення фотокаталітичної активності – зменшення ширини забороненої зони композиту з 3,0–3,5 eV до 2,6–2,7 eV. Досліджено фотокаталітичну активність при УФ-опроміненні комерційного зразка діоксиду титану, поверхню якого модифіковано наночастинками срібла плазмохімічним способом. Продемонстровано, що зразки  $TiO_2/AgHCl$  характеризуються вищою ефективністю фотодеградації до тетрацикліну порівняно з немодифікованим зразком  $TiO_2$  завдяки ефекту поверхневого плазмонного резонансу наночастинок срібла. Встановлено вплив ряду параметрів фотокаталітичного процесу деградації тетрацикліну: концентрація антибіотика тетрацикліну гідро хлориду, 5–100 мг/л, тривалість фотодеградації  $\tau=10-120$  хв., типу УФ-опромінення ( $\lambda=274-365$  нм), концентрація фотокаталізатора 0,6–1,2 г/л, значення рН розчину (3–10) на ефективність деградації тетрацикліну та константу розкладання тетрацикліну гідрохлориду. Продемонстровано, що розкладання ТЦ описується реакцією псевдо першого порядку з розрахованим значенням  $k=0,0028-0,02$  хв<sup>-1</sup>. Встановлено закономірність збільшення ефективності деструкції ТЦ при збільшенні тривалості опромінення, лужності розчину до рН=8–10 та зменшенні концентрації вихідного розчину до 10–20 мг/л.

**Ключові слова:** модифікація, фотокаталізатор, антибіотик, окиснення, тетрациклін.

**Постановка проблеми.** Категорія поллютантів «нові забруднювачі/«emerging pollutants»» – це виявлені забруднювачі або забруднюючі речовини, що викликають занепокоєння, спричинені діяльністю людини, яка становить загрозу навколишньому середовищу або здоров'ю людей, але щодо яких ще не застосовуються інші екологічні норми [1, 2]. Категорія «нові забруднювачі» в основному включають ліки, фармацевтичні препарати та засоби особистої гігієни. Стічні води виробництва антибіотиків містять високі концентрації залиш-

кових антибіотиків, а очищені стічні води в ряді аналітичних звітів визначені як важливе точкове джерело забруднення навколишнього середовища антибіотиками [1–4]. Зростання забруднення довкілля фізіологічно активними сполуками, що містяться у фармацевтичних препаратах/ліках, викликає значну занепокоєність через їх вплив на здоров'я людини та стан водних ресурсів, оскільки більшість з цих сполук є стійкими до біологічного розкладання та традиційних методів очищення/деградації у водному середовищі [1].

Серед широкого переліку фармацевтичних препаратів/ліків, у всьому світі різко в період 2020–2022 років зросло споживання антибіотиків [3, 4]. Відтак, серед різноманітних антибіотиків тетрациклін займає друге місце за поширеністю, оскільки використовується в медицині, ветеринарії, а також при профілактиці та контролі хвороб тварин і рослин [3, 4]. В даний час відоме застосування ряду методів в обробці стічних вод для видалення/деградації фармацевтичних препаратів/ліків [5, 6] (попереднє хлорування, флокуляція, коагуляція, флотажія, ультразвукова обробка, біологічна обробка, хімічне окислення, адсорбція, гамма-опромінення, мембранна фільтрація та озонування). Проте, слід зазначити, що за різними оцінками авторів [2–7] ефективність цих методів для видалення антибіотика ТЦ становить на рівні 30–50%. Тому розробка нових методів та удосконалення вже відомих традиційних способів видалення/деградації/окиснення категорії полутантів «нові забруднювачі/emerging pollutants» є актуальним та своєчасним завданням.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Гетерогенний фотокаталіз, як представник категорії передових окисних процесів, вже довів свою ефективність для розкладання широкого переліку забруднюючих речовин, в тому числі і антибіотиків [1–7]. Фотокаталітична активність діоксид титану  $TiO_2$  досліджена, як в ультрафіолетовій так УФ-видимій області до розкладання ряду антибіотиків та форматевтичних препаратів (тетрациклін, ібупрофен тощо) [5–7, 8]. Для покращення фотокаталітичної активності наразі використовують різні способи модифікації напівпровідників металами та неметалами [1, 3, 5–7]. Серед наноматеріалів наночастинки срібла ( $Ag$  НЧ) є найпоширенішими для модифікування діоксид титану, що зумовлено їх вираженим локалізованим поверхневим плазмонним резонансом. Аналіз літературних джерел [2, 4, 5–8] свідчить, що допування напівпровідника  $TiO_2$  наночастинками срібла є ефективною стратегією і дозволяє розширити його фотокаталітичну активність в діапазон видимого світла, зменшити ймовірність рекомбінації електрон-діркових пар за рахунок створення бар'єру Шотткі на межі розділу з  $TiO_2$ , що виступає пасткою для електронів, та, дотогож, покращити його антибактеріальні властивостей. Також наразі встановлено, що ефективність фотокаталізатора залежить при цьому від ряду факторів, що обумовлено способом модифікації «insute», способом формування наночастинок срібла/типом відновника/стабілізатора та їх розмірних характеристик. В попе-

редніх роботах представлено дослідження фото каталітичної деструкції тетрацикліну діоксид титаном, модифікованим наночастинками срібла плазмохімічним способом, при використанні різних типів стабілізаторів (карбоксиметил целюлоза, цитрат) і продемонстровано його ефективність в порівнянні з не модифікованим комерційним зразком. Наразі є потреба у визначенні впливу ряду параметрів фотокаталітичної деструкції (вихідної концентрації тетрацикліну, рН розчину, інтенсивності опромінення тощо).

**Постановка завдання.** Метою роботи було визначення фотокаталітичної деградації антибіотика тетрацикліну гідрохлориду при використанні поверхнево-модифікованого наночастинками срібла діоксид титану за різних технологічних умов.

#### **Виклад основного матеріалу.**

##### **Методика експериментальних досліджень**

Модифікування діоксид титану наночастинками срібла плазмохімічним способом, здійснювали відповідно до робіт [9, 10]. Для одержання розчинів ТЦ, наважки 10–100 мг/л розчиняли у дистильованій воді та розчиняли при перемішуванні протягом 10–30 хв. Концентрацію ТЦ вимірювали за допомогою спектрометра UV-Vis в діапазоні 200–800 нм. Ефективність деградації тетрацикліну гідрохлориду було розраховано відповідно до рівняння за значенням інтенсивності спектра при  $\lambda=357$  нм:  $(A_0/A_t)/A$ , де  $A_0$  – значення поглинання початкового розчину,  $A_t$  – значення поглинання розчину в визначений період часу.

**Результати досліджень.** В попередніх роботах авторів [9–11] продемонстровано відновлення іонів срібла з водного розчину нітрату срібла шляхом його опромінення розрядом плазми за присутності  $TiO_2$  та реагента-стабілізатора, як спосіб модифікування поверхні діоксиду титану наночастинками срібла. Результати досліджень із застосуванням сучасних фізико-хімічних методів аналізу (скануюча мікроскопія, рентгенофазовий (рис. 1 а), елементний аналіз (рис. 1 б) тощо) свідчать, що в результаті дії надвідного розряду на систему складу «водний розчин прекурсору ( $Ag^+$ )+СТАБІЛІЗАТОР НЧ)/ $TiO_2$ » є формування наноструктури діоксиду титану складу  $TiO_2/Ag_{НЧ}$ , що представлена імпергованими НЧ на поверхні комерційних зразків титан (IV) оксиду. Результати досліджень свідчать, що в одержаному композиті НЧ розташовані на поверхні модифікованого титан (IV) оксиду несучильною структурою. При цьому, розмір НЧ на поверхні титан (IV) оксиду становить  $d_{cp}=10-32$  нм (рис. 1 а) і є близьким до тих, що характерно відповідним плазмохімічно

одержаним системам Ag з різними типами стабілізаторів [Me<sup>+</sup>/СТАБ] [9–11]. Одержані композити зберігають оптичні властивості метала-модифікатора – мають типову смугу поглинання у видимому діапазоні при  $\lambda=420\text{--}424\text{ нм}$ , що відповідає смугі лінії поверхневого плазмонного резонансу НЧ срібла.

Оптичні енергії забороненої зони матеріалів були отримані за допомогою графіків  $(\alpha h\nu)^2$  як функції  $h\nu(\Delta E)$  і показані на рис. 2. Встановлено, що введення металу-допанту в кількості 1–2 мас.% забезпечує передумови підвищення фотокаталітичної активності – зменшення ширини забороненої зони композиту з 3,0–3,5 еВ (для рутилу/анатазу) до 2,6–2,7 еВ, і не залежить від типу стабілізатора та розміру утворюваних НЧ (рис. 2).

Молекула тетрацикліну гідрохлориду має два характерні максимуми в спектрі поглинання (при  $\lambda=276$  і  $\lambda=357\text{ нм}$ ) різної інтенсивності залежно від концентрації (рис. 1) у розчині і є чутливою до УФ-опромінення [1–7].

Порівняння результатів опромінення зразка тетрацикліну 100 мг/л при використанні не модифі-

кованого зразка фотокаталізатора ступінь деградації за 100 хв. процесу становить порядка 2%, в той час як використання модифікованого діоксид титану дозволяє збільшити цей показник до 35% (рис. 4 а, б). Вплив концентрації ТЦ на ефективність деградації оцінювали, використовуючи 1,2 г/л  $\text{TiO}_2\text{AgНЧ}$  та розчини ТЦ 10–100 мг/л при значенні рН 7.

Результат впливу вихідної концентрації антибіотика на ефективність деградації представлено на рис. 4 (а–б). Ефективність фотокаталітичної деградації ТЦ знижувалася зі збільшенням концентрації ТЦ.

Як видно з рис. 5, коли початкова концентрація тетрацикліну становила 10–40 мг/л, швидкість розпаду могла досягати 60–80,24% за 1 годину. Зі збільшенням початкової концентрації тетрацикліну до 100 мг/л швидкість розпаду зменшилась до 33% за 120 хв. Також на рис. 4, 5 представлено розраховані дані константи швидкості фотокаталітичного розкладання ТЦ. Реакція відповідає псевдопершому порядку і константа швидкості розкладання становить  $0,016\text{ хв}^{-1}$  при концентрації 10 мг/л, і яка, однак, зменшилась до  $0,0075\text{ хв}^{-1}$

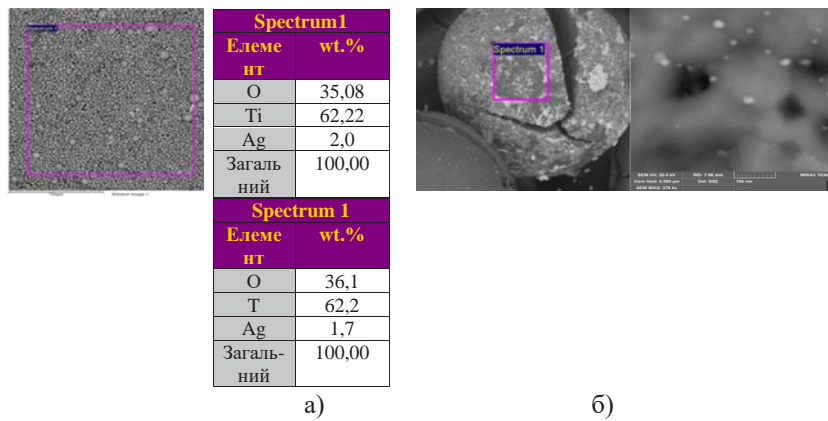


Рис. 1. Енергодисперсійна рентгенівська спектроскопія (а), зображення СЕМ зразка плазмохімічно модифікованого композиту складу  $\text{TiO}_2/\text{AgНЧ}$  (б)

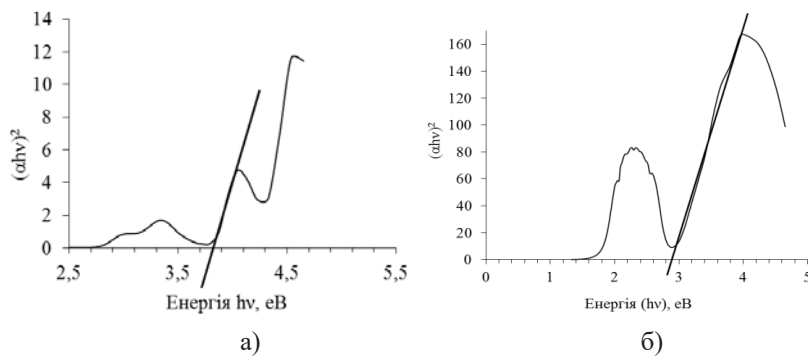


Рис. 2. Вигляд  $(\alpha h\nu)^2$  як функції  $h\nu(\Delta E)$  для метал-напівпровідникових наноструктур та значення ширини забороненої зони

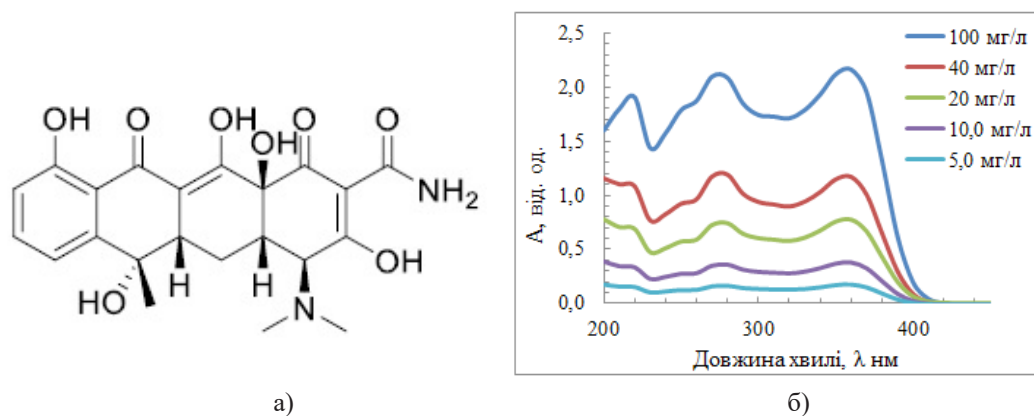
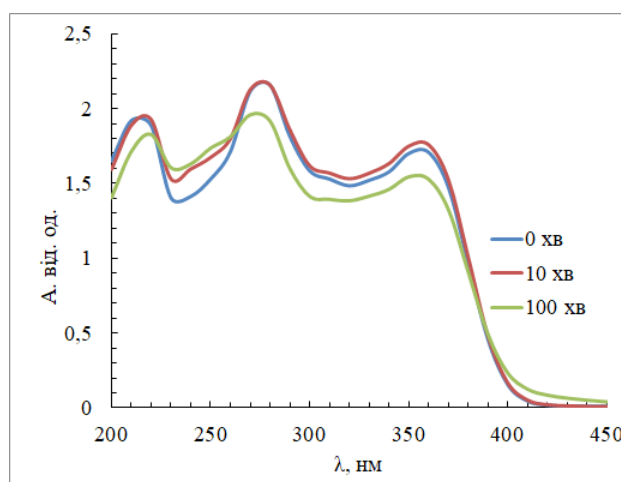
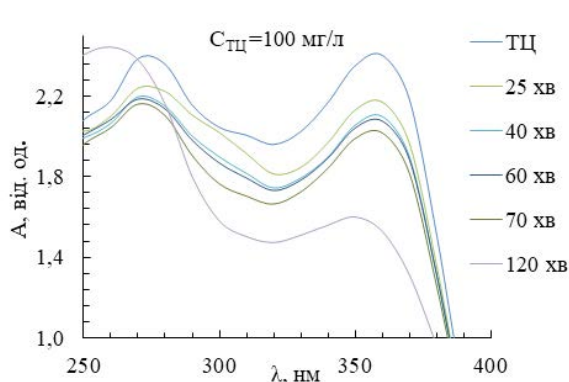


Рис. 3. Хімічна структура (а) та спектри тетрацикліну гідрохлориду залежно від концентрації в розчині (б)



а)



б)

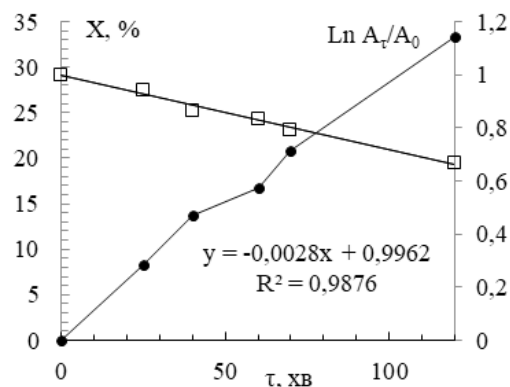


Рис. 4. Кінетика спектрів, ступінь деградації та залежності  $\text{Ln } A_{\tau}/A_0$  при фотокаталітичній деградації тетрацикліну гідрохлориду при застосуванні не модифікованого (а) та модифікованого зразків  $\text{TiO}_2/\text{Ag}$ цит (б):  $\text{УФ}=365 \text{ нм}$ ,  $100 \text{ мг/л}$  (в),  $m(\text{TiO}_2/\text{Agцит})=1,2 \text{ г/л}$

$0,0028 \text{ хв}^{-1}$  при  $40 \text{ мг/л}$  і  $100 \text{ мг/л}$  відповідно. Подібна закономірність описана і в ряді робіт, де автори причину такої закономірності пов'язують з тим, що при високих концентраціях забруднюючих речовин утворюється більше проміжних продуктів, що посилює адсорбційну конкуренцію між забруднюючою речовиною та продуктами її розпаду (про-

міжними продуктами) на поверхні каталізатора [8–9] та збільшенням довжини шляху фотонів, що входять до реакційної системи, тим самим зменшуючи кількість фотонів на поверхні каталізатора.

Крім того, оскільки іони тетрацикліну домінують в активному центрі фотокаталізатора, це призводить до зменшення кількості гідроксильних

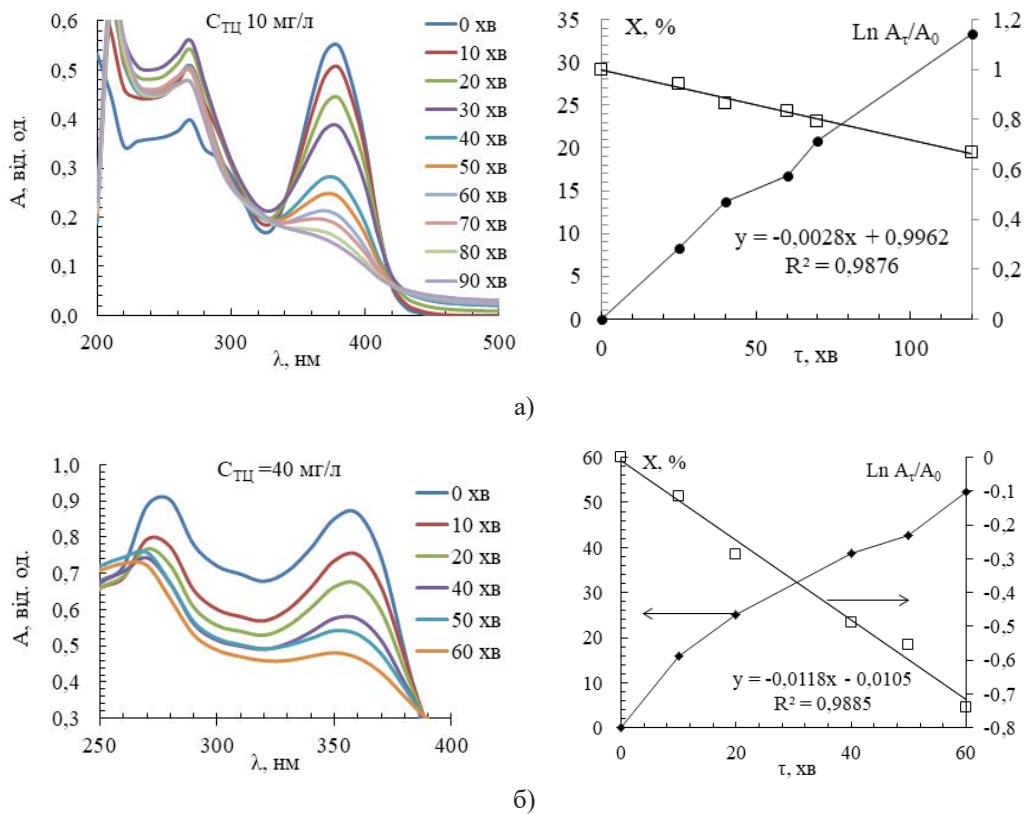


Рис. 5. Кінетика спектрів, ступінь деградації та залежності  $\ln A_t/A_0$  при фотокаталітичній деградації тетрацикліну гідро хлориду різної початкової концентрації: УФ=365 нм, 10 мг/л (а), 40 мг/л (б), 100 мг/л (в),  $m_{(TiO_2/Ag_{шир})}=1,2 \text{ г/л}$

радикалів, утворених на поверхні каталізатора, тим самим знижуючи фотокаталітичну активність. Досліджено вплив типу опромінення то реактора на фотокаталітичну деградацію тетрацикліну гідро хлориду (рис. 6).

Встановлено, що використання реактора опромінення проточного типу «Екософо» при УФ-опроміненні 274 нм дозволяє збільшити швидкість розкладання з  $0,016 \text{ хв}^{-1}$  до  $0,02 \text{ хв}^{-1}$ , що є цілком закономірним і узгоджується з рядом робіт [1, 4, 7].

Значення рН розчину є важливим фактором при оцінці фотокаталітичного розкладання тетрацикліну, оскільки рН впливає на властивості електричного заряду поверхні фотокаталізатора. Величина рН визначає стан іонізації поверхні фотокаталізатора, а потім впливає на адсорбцію та фотокаталітичну продуктивність будь-якого фотокаталізатора [1–5, 7–9].

Досліджено вплив рН розчину на константу розкладання тетрацикліну гідрохлориду (табл. 1). Ефективність фотокаталітичної деградації ТЦ в діапазоні рН 4, 7 і 10 оцінювали з використанням концентрації тетрацикліну 10 мг/л і представлені в табл. 1. Дослідження впливу рН на константу розкладання тетрацикліну гідрохлориду показує, що швидкість

розпаду значно змінюється залежно від кислотності середовища: найбільше значення константи відповідає рН=8. Ефективність фотокаталітичного розкладання ТЦ при різних значеннях рН дотримувалася порядку рН8 > рН7 > рН4. Висока швидкість фотолізу в лужному середовищі (рН=8–10) пояснюється взаємодією між аніоном тетрацикліну та гідроксильними радикалами. Ця взаємодія зумовлена високою електронною густиною в кільцевій структурі молекули, що підсилює утворення комплексів з гідроксильними радикалами. Крім того, при підвищеному рН змінюється енергетичний профіль молекулярних орбіталей, що збільшує здатність молекули тетрацикліну до поглинання фотонів. Це підсилене поглинання світлової енергії сприяє фотодисоціації молекули, що призводить до підвищення ефективності її розкладання.

Результати дослідження впливу концентрації фотокаталізатора  $TiO_2/Ag_{НЧ}$  на розкладання ТЦ свідчить, що, при збільшенні концентрації фотокаталізатора з 0,6 до 1,2 г/л, константа швидкості деградації ТЦ значно збільшується з 30,67% до 98% протягом 90 хвилин. Відповідно до даних, представлених в табл. 1, збільшення дози каталізатора з 0,6 до 1,2 г/л призвело до підвищення кон-

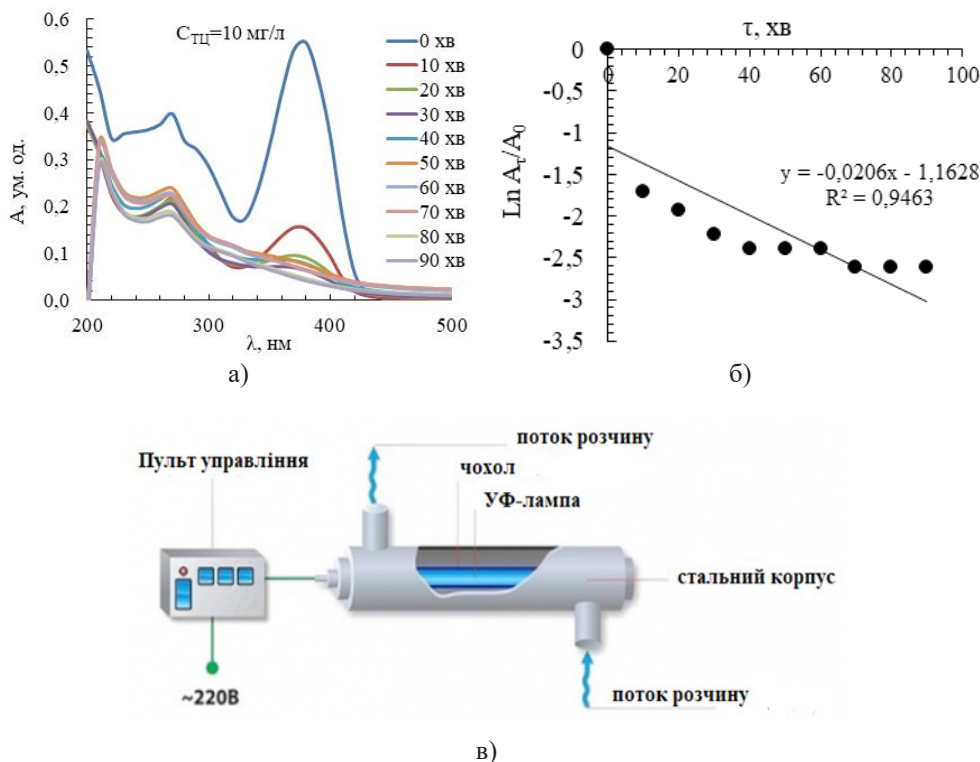


Рис. 6. Кінетика спектрів (а), ступінь деградації та залежності  $\ln A_t/A_0$  (б) при фотокаталітичній деградації тетрацикліну гідро хлориду різної початкової концентрації у реакторі проточного типу: УФ=274 нм, 10 мг/л (а), 40 мг/л (б), 100 мг/л (в)  $m_{(TiO_2/Ag_{нч})}=1,2$  мг/л

станти швидкості реакції ( $k$ ) з 0,008 до 0,016  $хв^{-1}$ . Збільшення кількості активних центрів на поверхні фотокаталізатора вважається основною причиною спостережуваного ефекту. Проте подальше підвищення концентрації фотокаталізатора понад 1,2 г/л не мало значного впливу на ефективність деградації. Тому, з огляду на економічні аспекти та досягнуту ефективність розкладання, оптимальною дозою для подальших фотокаталітичних експериментів було визначено 1,2 г/л  $TiO_2/Ag_{нч}$ .

Таблиця 1

### Вплив умов фотокаталітичного опромінення на швидкість розкладання тетрацикліну гідро хлориду

Умови фотодеструкції тетрацикліну $TiO_2/Ag_{нч}$	Навантаж. $TiO_2/Ag_{нч}$	Константа швидкості розкладання, $хв^{-1}$
pH=8, С ТЦ 10 мг/л, УФ=365 нм,	1,2	0,016
pH=8, С ТЦ 10 мг/л, УФ=247 нм		0,02
pH=4, С ТЦ 10 мг/л, УФ=247 нм		0,0009
pH=6, С ТЦ 10 мг/л, УФ=247 нм		0,0017
pH=8, С ТЦ 10 мг/л, УФ=247 нм		0,016
pH=8, С ТЦ 10 мг/л, УФ=247 нм	0,6	0,008

**Висновки.** У статті представлено характеристику зразків діоксиду титану, модифікованих нано-

частинками срібла ( $Ag_{нч}$ ), середній розмір яких складає 10–32 нм. НЧ розташовані на поверхні модифікованого титан (IV) оксиду у вигляді несучільної структури. Отримані композити зберігають оптичні властивості модифікатора – мають типову смугу поглинання у видимому діапазоні при  $\lambda=420-424$  нм, що відповідає поверхневому плазмонному резонансу срібла. Введення металу-допанту зменшує ширину забороненої зони з 3,0–3,5 еВ до 2,6–2,7 еВ, сприяючи підвищенню фотокаталітичної активності. Досліджено фотокаталітичну активність комерційного зразка діоксиду титану, модифікованого наночастинками срібла плазмохімічним способом, при УФ опроміненні. Виявлено, що зразки  $TiO_2/Ag_{нч}$  демонструють вищу ефективність фотодеграції тетрацикліну, ніж немодифікований  $TiO_2$ , завдяки ефекту плазмонного резонансу. Проаналізовано вплив таких параметрів, як концентрація тетрацикліну (5–100 мг/л), тривалість фотодеграції (10–120 хв.), тип опромінення ( $\lambda=274-344$  нм), доза фотокаталізатора, рН розчину (3–10). Встановлено, що ефективність деградації зростає зі збільшенням тривалості опромінення, підвищенням рН до 8–10 та зменшенням концентрації до 10–20 мг/л. Розкладання ТЦ відповідає псевдопершогопорядковій реакції зі швидкістю  $k=0,0028-0,02$   $хв^{-1}$ .

Список літератури:

1. Sawunyama L., Oyewo O., Onwudiwe D. C., Makgato S. S. Photocatalytic degradation of tetracycline using surface defective black TiO<sub>2</sub>-ZnO heterojunction photocatalyst under visible light. *Heliyon*. 2023. Vol. 9(11). e21423. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e21423>.
2. Chakhtouna H., Benzeid H., Zari, N., et al. Recent progress on Ag/TiO<sub>2</sub> photocatalysts: photocatalytic and bactericidal behaviors. *Environmental Science and Pollution Research*. 2021. Vol. 28. P. 44638–44666. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14996-y>.
3. Gang R., Xia Y., Xu L., Zhang L., Ju S., Wang Z., Koppala S. (2022). Size-controlled Ag-decorated TiO<sub>2</sub> plasmonic photocatalysts for tetracycline degradation under visible light. *Surfaces and Interfaces*. 31. Vol. 102018. <https://doi.org/10.1016/j.surfin.2022.102018>.
4. Antibiotics Market Growth Fueled by Increasing Demand, Forecasted USD 584 Billion by 2032 [Електронний ресурс] // PharmiWeb. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pharmiweb.com/press-release/2024-04-15/antibiotics-market-growth-fueled-by-increasing-demand-forecasted-usd-584-billion-by-2032> – Назва з екрану.
5. Wang X., Zhu G., Wang C., Niu Y. Effective degradation of tetracycline by organic-inorganic hybrid materials induced by triethylenediamine. *Environmental Research*. 2021. Vol. 198 (36). 111253. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111253>
6. Ma S., Qin Y., Sun K., Ahmed J., Tian W., Ma Z. Round-the-clock adsorption–degradation of tetracycline hydrochloride by Ag/Ni-TiO<sub>2</sub>. *Materials*. 2024. Vol. 17 (12). 2930. <https://doi.org/10.3390/ma17122930>.
7. Hunge Y. M., Yadav A. A., Kang S. W., Kim H. Photocatalytic degradation of tetracycline antibiotics using hydrothermally synthesized two-dimensional molybdenum disulfide/titanium dioxide composites. *Journal of Colloid and Interface Science*. 2022. Vol. 606(Pt 1). P. 454–463. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2021.07.151>.
8. Divakaran K., Baishnisha A., Balakumar V., Perumal K. N., Meenakshi C., Kannan, R. S. Photocatalytic degradation of tetracycline under visible light using TiO<sub>2</sub>@sulfur-doped carbon nitride nanocomposite synthesized via in-situ method. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 2021. Vol. 9 (4). 105560.
9. Ortega-Granados J. A., Thangarasu P. Photo-deposition of Ag/AuNPs on TiO<sub>2</sub> accelerating the oxidation of tetracycline under visible light. *Materials Letters*. 2022. Vol. 321. 132455. <https://doi.org/10.1016/j.matlet.2022.132455>.
10. Skiba M., Vorobyova V. Evaluation of antibacterial, antioxidant, and photocatalytic activities of silver-decorated TiO<sub>2</sub>: comparison of green and classic capping agents. *Applied Nanoscience*. 2023. Vol. 13. P. 5185–5198. <https://doi.org/10.1007/s13204-022-02748-4>.
11. Skiba, M., Vorobyova, V., Pasenko, O. Surface modification of titanium dioxide with silver nanoparticles for application in photocatalysis. *Applied Nanoscience*. 2021. Vol. 4. P. 1175–1182. <https://doi.org/10.1007/s13204-021-01739-1>.

**Skyba M.I., Skyba Yu.M., Zaluzhnyi D.S., Vorobiova V.I. EFFECT OF TITANIUM DIOXIDE SURFACE MODIFICATION WITH NANOSILVER ON PHOTOCATALYTIC PROPERTIES: DEGRADATION OF TETRACYCLINE HYDROCHLORIDE**

*Pharmaceutical compounds belong to the category of "emerging pollutants" by polluters of water resources due to their widespread use for medical purposes, which leads to the release of these compounds in high concentrations into pharmaceutical and hospital wastewater. The article presents the characteristics of titanium dioxin samples modified with nanosilver: Ag NPs with an average size of dcp=10–32 nm are located on the surface of the modified titanium (IV) oxide with a discontinuous structure. The resulting composites retain the optical properties of the modifier metal – they have a typical absorption band in the visible range at λ=420–424 nm, which corresponds to the surface plasmon resonance band of silver NPs. It was established that the introduction of a dopant metal provides the prerequisites for increasing the photocatalytic activity – reducing the band gap of the composite from 3.0–3.5 eV to 2.6–2.7 eV. The photocatalytic activity during UV irradiation of a commercial sample of titanium dioxin, the surface of which was modified with silver nanoparticles by a plasma–chemical method, was investigated. It was demonstrated that the TiO<sub>2</sub>/AgNh samples are characterized by a higher efficiency of photodegradation to tetracycline compared to the unmodified TiO<sub>2</sub> sample due to the effect of surface plasmon resonance of silver nanoparticles. The influence of a number of parameters of the photocatalytic process of tetracycline degradation was established: the concentration of the antibiotic tetracycline hydrochloride, 5–100 mg/l, the duration of photodegradation τ=10–120 min., the type of UV–irradiation (λ=274–365 nm), the concentration of the photocatalyst 0.6–1.2 g/l, the pH value of the solution (3–10) on the efficiency of tetracycline degradation and the decomposition constant of tetracycline hydrochloride. It was demonstrated that the decomposition of TC is described by a pseudo first–order reaction with a calculated value of k=0.0028–0.02 min<sup>-1</sup>. The regularity of the increase in the efficiency of the destruction of TC with an increase in the duration of irradiation, the alkalinity of the solution to pH=8–10 and a decrease in the concentration of the original solution to 10–20 mg/l was established.*

**Key words:** modification, photocatalyst, antibiotic, oxidation, tetracycline.