

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РАЗЛОЖЕНИЯ МЕТИЛЕНОВОГО ГОЛУБОГО ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВИДИМОГО СВЕТА И УФ ОБЛУЧЕНИЯ

Ракишева Сания Ренатовна

saniya.rakisheva58@gmail.com

Студент Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева, г. Нур-Султан,
Казахстан

Научные руководители - Ж.Е.Джакупова, А.А.Машенцева

Абстракт: Разработка высокоэффективных каталитических систем для разложения такого класса загрязнителей как органические красители является весьма актуальной задачей в свете стремительного развития перерабатывающей промышленности. В последнее десятилетие большинство из научных исследований, призванных решить данную проблему, ориентировано на разработку наноматериалов в качестве фотокатализаторов.

В данной работе нами изучена возможность применения композитных трековых мембран на основе полиэтилентерефталата и химически осажденных тубулярных структур серебра для разложения токсичного феноксиазинового катионного красителя метиленового голубого.

Изучено влияние следующих факторов на каталитическую активность композитных образцов: концентрация красителя и тип излучения. Эффективность катализаторов оценивали по изменению степени разложения красителя и константы скорости реакции. Свойства катализаторов были изучены в интервале температур 35 ± 4 °С.

Ключевые слова: трековые мембраны, химический темплатный синтез, композитный нанокатализатор, микротрубки серебра, метиленовый голубой

Введение: Промышленно используемые синтетические красители и их производные благодаря высокой реакционной способности, чрезвычайной токсичности (особенно группы диазо-, прямых и основных водорастворимых красителей) представляют собой одну из крупнейших групп опасных канцерогенных органических соединений и согласно отчету ВОЗ являются одной из основных причин загрязнения воды во всем мире [1–3]. Из всего множества идентифицированных токсичных загрязнителей воды, порядка 72 химических соединений являются отходами производств, использующих красители, и при этом 30 из них не поддаются обработке [4]. Помимо токсического воздействия, присутствие красителей снижает проникновение света, что приводит к снижению фотосинтетической активности и делает кислород недоступным для биодegradации микроорганизмов в воде [5], а использование ряда ароматических соединений и бензида при производстве красителей делает их чрезвычайно опасными для здоровья человека [1,6].

Целью данного исследования является оценка каталитической КТМ с химически осажденными микротрубками серебра в реакции разложения красителя метиленового голубого (МГ) под воздействием видимого света и УФ излучения. Наноразмерные формы серебра зарекомендовали себя в качестве эффективных катализаторов различных реакций [17–19], в том числе и в реакциях фотокаталитического разложения различных органических загрязнителей [20,21].

Экспериментальная часть

Материалы: серебро азотнокислое, хлорид олова (II), пиридин, метиленовый голубой, натрий калий виннокислый производства Sigma имели чистоту ч.д.а. и использовались без дополнительной очистки. Во всех экспериментах использовалась деионизированная вода (18,2 МОм/см, «Аквилон – Д301» Аквилон, Россия).

Методы: Полимерный темплат был изготовлен из полиэтилентерефталата толщиной 12,0 мкм и плотностью пор 4×10^7 пор/см² (криптон, энергия 1,75 МэВ/нуклон), размерность пор после химического травления в 2.2 М растворе NaOH не превышала 445 ± 15 нм.

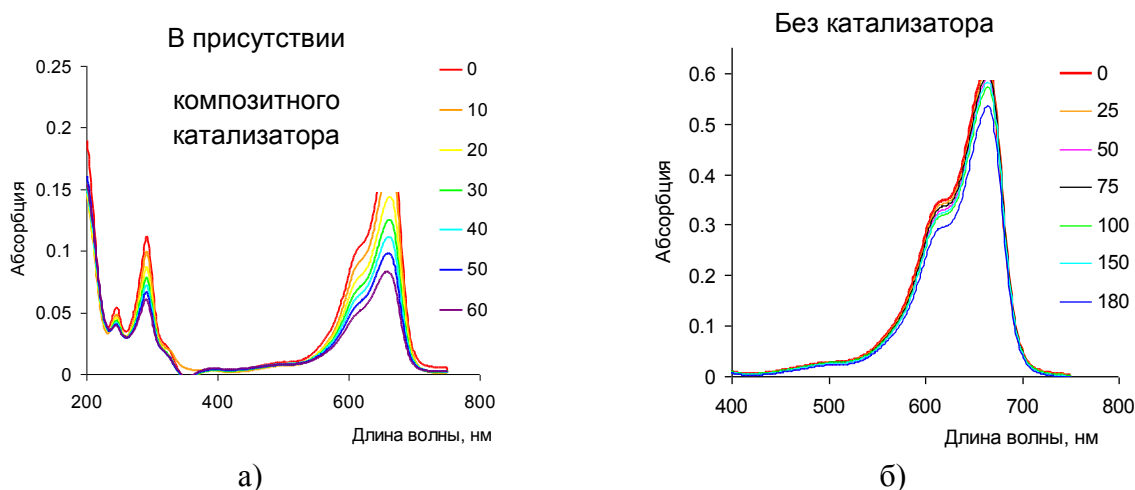
Осаждение серебра выполняли по методике, описанной в работе [18]. После стандартной процедуры сенсбилизации в солянокислом растворе SnCl₂ образец помещали в раствор осаждения (17 mM AgNO₃, 120 mM натрий калий виннокислый, 50 mM пиридин), осаждение проводили в течение 5 ч при температуре 2 ± 1 °С.

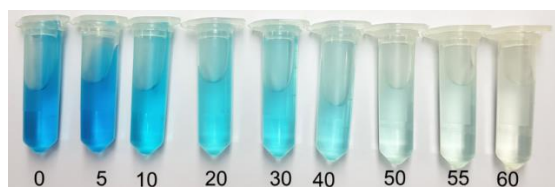
При исследовании фотокаталитической активности композитов под воздействием видимого света: композитную мембрану размером 2×2 см помещали в 100 мл раствора красителя заданной концентрации, после чего интенсивно перемешивали в темноте в течение 60 мин для достижения адсорбционного равновесия в системе «катализатор-краситель». При изучении активности композитов под влиянием УФ источника выполнялись те же условия. В качестве источника видимого света использовали линейную галогенную лампу мощностью 500 Вт с УФ-отсекающим фильтром (Econur, Vito elektrik). В качестве источника УФ облучения применяли лампу с мощностью 300 Вт (ULTRA – VITALUX UV-A). Расстояние от источника света до рабочего раствора в обоих случаях составляло 15 см, освещенность при проведении эксперимента при видимом свете составляла 7500 лм, а под УФ излучением 6403 лм (Smart sensor AS803, КНР). Аликвоту реакционной смеси объемом 2 мл отбирали каждые 10 мин и измеряли на спектрофотометре Specord-250 (Jena Analytic, Германия) в интервале длин волн 200-800 нм. Степень разложения красителя (D%) определяли по нижеприведенной формуле (1) [22]:

$$D = \frac{c_0 - c}{c_0} \times 100\% = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\%, \quad (1)$$

где A и C-значения оптической плотности и концентрация раствора метиленового голубого при длине волны 664 нм в различные интервалы времени.

Результаты и обсуждения: реакция разложения МГ является одной из наиболее популярных тест-реакций для скрининга свойств наноразмерных фотокатализаторов. Реакция протекает по механизму Ленгмюра-Хиншельвуда и имеет псевдо-первый порядок, что позволяет вычислять константу скорости по изменению концентрации красителя [23]. Типичный спектр реакции разложения красителя метиленового голубого и изображение исследуемых проб, взятых в различный интервал времени представлены на рисунке 1.





в)

Рисунок 1 - Изменение оптической плотности реакции разложения красителя МГ (0,5 мг/л) в присутствии композитной ТМ (а) и без добавления катализатора (б), изображения алиquot реакционной смеси МГ (0,1 мг/л), взятых в различные интервалы времени от начала реакции (в)

Как видно из данного спектра оптической плотности, после 60 мин экспозиции реакционной смеси интенсивность характеристического пика МГ при 664 нм значительно понижается.

Влияние начальной концентрации красителя:

При исследовании влияния исходной концентрации красителя на эффективность его разложения диапазон концентрации МГ варьировали от 0,1 до 5,0 мг/л, количество загружаемого катализатора во всех экспериментах составляло 2,4 мг. На рисунке 2а представлены данные изменения степени разложения красителя в зависимости от количества концентрации МГ в течение 60 мин экспозиции образца под галогенной лампой; на рисунке 2б изображены данные изменения степени конверсии от времени после УФ облучения. Как видно, изменение величины D носит концентрационный характер и лишь при начальной концентрации красителя равной 0,1 и 0,5 мг/л удается достичь практически полного разложения МГ.

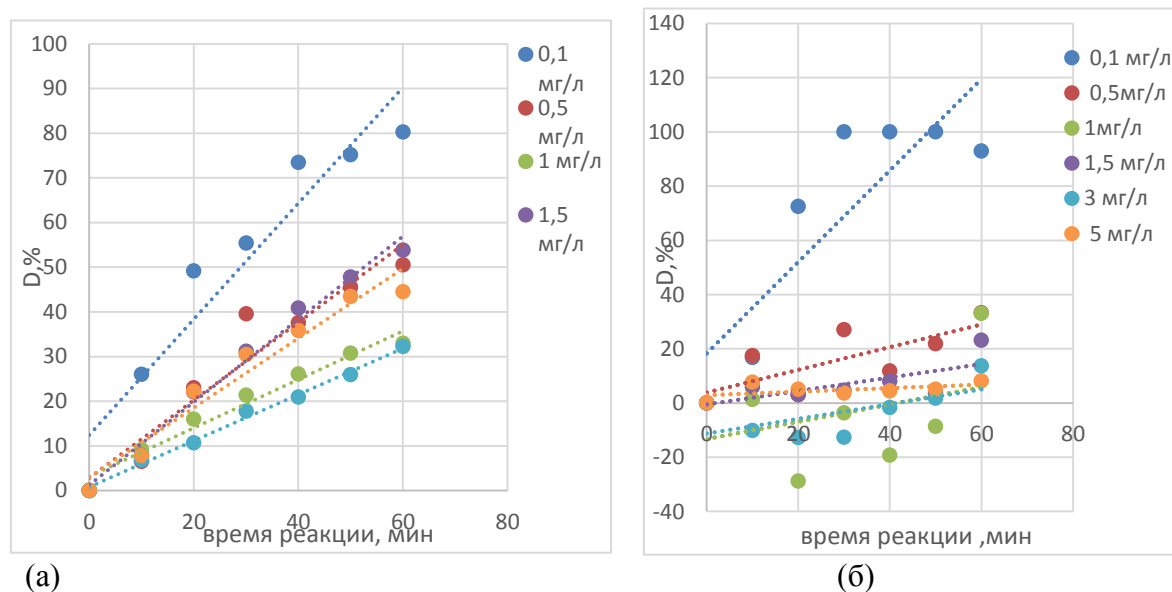


Рисунок 2 - Изменение степени разложения МГ в диапазоне концентраций 0,1-5,0 мг/л под видимым светом (а), изменение степени конверсии МГ в диапазоне концентрация 0,1-5 мг/л под УФ излучением (б)

В таблице 1 приведены сравнительные данные изменения скорости реакции при разных типах источника света в зависимости от концентрации.

Таблица 1 – Изменение скорости реакции в зависимости от концентрации и типа источника света

Концентрация раствора МГ, мг/л	0,1	0,5	1	1,5	3	5
Скорость реакции при видимом свете, $\times 10^{-2}$, мин ⁻¹	0,0275	0,0121	0,0067	0,0133	0,0062	0,0105
Скорость реакции при УФ облучении, $\times 10^{-2}$, мин ⁻¹	0,0185	0,0016	0,0080	0,0060	0,0027	0,0007

Заключение: Полученные в данном исследовании результаты указывают на перспективность использования композитных трековых мембран на основе микротрубок серебра в качестве фотоактивных катализаторов разложения красителя метиленового голубого. Исходя из полученных результатов можно прийти к выводу, что при одном интервале температур более высокое значение изменения степени конверсии показал эксперимент при излучении видимым светом. При этом стоит отметить, что изначальные и конечные значения оптической плотности при экспозиции катализатора при УФ облучении имеют низкие показатели. Такая тенденция вызвана условием облучения (мощность и тип ламп) и природой красителя. На основании полученных данных также можно отметить, что увеличение концентрации красителя вызывает снижение эффективности его разложения, что обусловлено двумя причинами: во-первых, концентрированный раствор приобретает более интенсивный цвет, что препятствует проникновению излучения на поверхность катализатора. Во-вторых, так как другие экспериментальные условия такие же, то отношение числа гидроксильных радикалов $\bullet\text{OH}$ к числу молекул красителя уменьшается с увеличением концентрации, следовательно, скорость реакции уменьшается с увеличением исходной концентрации красителя.

Список использованных источников

1. Ajmal A., Majeed I., Malik R. N. et al // RSC Adv. 2014. V.4. P. 37003.
2. Kant R. // Nat Sci. 2012. V.4. P. 22.
3. Chung K.T., Fulk G.E., Egan M. // Appl Environ Microbiol. 1978. V.35. P. 558.
4. Hassaan M.A., El Nemr A. // Am J Environ Sci Eng. 2017. Vol. 1. P. 64.
5. Prado A.G.S., Bolzon L.B., Pedroso C.P., Moura A.O., Costa L.L. // Appl Catal B Environ. 2008. Vol. 82. P. 219.
6. Lazar M., Varghese S., Nair S. // Catalysts. 2012. Vol. 2. P. 572.
7. Chong M.N., Jin B., Chow C.W.K., Saint C. // Water Res. 2010. Vol. 44. P. 2997.
8. Gaya U.I., Abdullah A.H. // J Photochem Photobiol C Photochem Rev. 2008. Vol. 9. P. 1.
9. Lu J., Zhang T., Ma J., Chen Z. // J Hazard Mater. 2009. Vol. 162. P. 140.
10. Deng Y., Zhao R. // Curr Pollut Reports. 2015. Vol. 1. P. 167.
11. Miklos D. B., Remy C., Jekel M. et al // Water Res. 2018. Vol. 139. P. 118.
12. Byrne C., Subramanian G., Pillai S.C. // J Environ Chem Eng. 2018. Vol. 6. P. 3531.
13. Carbajo J., Bahamonde A., Faraldos M. // Mol Catal. 2017. Vol. 434. P. 167.
14. Ruan W., Hu J., Qi J., Hou Y., Zhou C., Wei X. // Adv Mater Lett. 2019. Vol. 10. P. 9.
16. Zheng X., Shen Z.-P., Shi L., Cheng R., Yuan D.-H. // Catalysts. 2017. Vol. 7. P. 224.
17. Artoshina O. V., Rossouw A., Semina V.K. et al // Pet Chem. 2015. Vol. 55. P.759.
18. Kutuzau M., Shumskaya A., Kaniukov E. et al // Nucl Instruments Methods Phys Res Sect B Beam Interact with Mater Atoms. 2019. Vol. 460. P. 212.
19. Boettcher T., Schaefer S., Antoni M. et al // Langmuir. 2019. Vol. 35. P.4246.

20. Yeszhanov A.B., Mashentseva A.A., Korolkov I.V. et al // Chem Pap. 2018. Vol. 72. P. 3189.
21. Mashentseva A.A., Shlimas D.I., Kozlovskiy A.L. et al // Catalysts. 2019. Vol. 9. P. 737.
22. Borgekov D., Mashentseva A., Kislitsin S., Kozlovskiy A., Russakova A., Zdorovets M. // Acta Phys. Pol A. 2015. V. 128. P. 871.
23. Машенцева А.А., Здоровец М.В. // Мем. и мем. техн. 2017. Т.7. С. 337 [Mashentseva A. A., Zdorovets M.V. // Pet Chem. 2017. Vol. 57. P. 954].

ӘОЖ 371.315:54

КОЛЛОИДТЫҚ ХИМИЯДАН ЖАҢА БУЫН ОҚУ – ӘДІСТЕМЕЛІК КЕШЕНІН ЖАСАУ

Сайдуганиева Мадина Одилқизи

dilnura0891@mail.ru

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия Ұлттық универсиеті
химия педагогтерін даярлау мамандығының 1 курс магистранты

Нұр-Сұлтан, Қазақстан

Ғылыми жетекшісі – Г.К.Тажкенова

Қазіргі кезеңде ЖОО-дағы білім берудің жаңа тұжырымды идеялары мен даму жолдарына сай оқытуды саралау, бағдарлы оқыту, білім мазмұнын кіріктіру, мектеп өмірін ізгілендіру идеяларын іске асыру мәселелері қарқынды жүргізілуде [1].

Қазақстанда Ж.А. Караев бастаған топ оқулық және оқу-әдістемелік кешеннің құрамы мен оқу бағдарламаларын әзірлеуге және сараптауға қойылатын дидактикалық талаптарды [2], А.Қ.Құсайынов пен Ұ.А.Асыллов оқулықтанудың өзекті мәселелерін [3], А.Е.Әбілқасымова Қазақстандағы жаңа буын оқулықтары қандай болу керек, қазіргі жағдайы және олардың сапасын кешенді бағалау жөнінде [4], К.А.Аймағамбетова бастауыш сыныптарда дүниетануды оқытудың ғылыми-әдістемелік негіздерін [5], Ж.Ә.Шоқыбаев химиядан жоғары мектепке арналған оқу құралдарының дидактикалық негіздерін [6], ал И.Н.Нұғыманов химия оқу құралдарындағы химиялық тілдің маңызын [7] анықтаған.

Оқулық мәселелерін педагогикалық және психологиялық тұрғыдан жан-жақты зерттеуге бағытталған осы еңбектердің барлығы да оқу-әдістемелік кешен әзірлеудің зор жауапкершілікті талап ететін маңызды іс екендігін көрсетеді.

Осы тұрғыдан жаңа білім беру бағдарламаларының пайда болуы мен республикадағы оқулық жазу үрдісіне қатысты маңызды мәселелерді анықтау қажеттігі туындады. Осылайша, білім сапасын арттыру және студенттердің өмірлік дағдысын қалыптастыруға қойылатын талаптар мен оқу-әдістемелік кешеннің мазмұны және оның оқу процесінде тиімді қолданылуы арасында қайшылық туындады.

Міне, осы және басқа да жағдайлар коллоидтық химия пәні оқу-әдістемелік кешенінің мазмұнын жетілдіруді, жаңартуды, яғни әдістемелік тұрғыдан қайта қарауды талап етеді. Осы қайшылықты шешу қажеттілігі біздің зерттеу жұмысымыздың өзектілігін анықтайды.

Зерттеудің мақсаты – коллоидтық химия курсы бойынша жаңа буын оқу-әдістемелік кешенінің мазмұнын анықтау және оны қолданудың әдістемесін жасау.

Зерттеу міндеттері:

- коллоидтық химия курсы бойынша жаңа буын оқу-әдістемелік кешенінің мазмұнын анықтап, жүйелеудің ұстанымдары мен критерийлерін саралау;
- бакалавр студенттеріне коллоидтық химия сабақтарын жаңа буын оқу-әдістемелік кешенмен оқытудың әдістемесін жасау;
- бакалавр студенттеріне коллоидтық химияны жаңа буын оқу-әдістемелік кешенінің оқу процесіндегі тиімділігін педагогикалық эксперимент арқылы тексеру.