

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023
Астана**

УДК 001+37
ББК 72+74
G99

«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII Международная научная конференция студентов и молодых ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-601-337-871-8

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001+37
ББК 72+74

ISBN 978-601-337-871-8

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1. Tiwari, P., Srivastava, A.K., Khatak, B.Q., Verma, S., Upadhyay, A., Sinha, A.K., Ganguli, T., Lodha, G.S., Deb, S.K., Structural modification of poly methyl methacrylate due to electron irradiation. Measurement 51, 2014, p. 1-8.
2. Ismayil, Ravindrachary, V., Bhajantri, R.F., Praveena, S.D., Poojary, B., Dutta, D., Pujari, P.K., Optical and microstructural studies on electron irradiated PMMA, A positron annihilation study, Polymer Degradation and Stability, 95, 2010, p. 1083-1091.
3. Hossain, U.H., Lima, V., Baake, O., Severin, D., Bender, M., Ensinger, W., Online and post irradiation analysis of swift heavy ion induced modification of PMMA, Nucl. Inst. and Meth. in Phys. Res B. 326, 2014, p. 135-139.
4. ASTM. ASTM D638-16 International — Pesquisa no site, Annual book of ASTM Standards, 2016, p. 8.
5. Shanti R, et al. Degradation of ultra-high molecular weight poly (methyl methacrylate-co-butyl acrylate-co-acrylic acid) under ultra violet irradiation, RSC Adv, 2017, p. 112.
6. IUPAC, Compendium of Chemical Terminology, 2nd ed. (the -Gold Book); Compiled by A. D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, 1997.
7. N. F. Mott and E. A. Davis, _Electronic Process in Non Crystalline Materials_; Clarendon Press, Oxford, 1979.
8. M. A. Doverspike and M. S. Conradi, J. Apply. Phys., 65, 1989, p. 541.
9. I. N. Bhatti and M. Banejee, IOSR Journal of Applied Physics, 4(4), 2013, p. 2278.
10. C. Rameshkumar, S. Sarojini, K. Naresh and R. Subalakshmi, Preparation and Characterization of Pristine PMMA and PVDF Thin Film Using Solution Casting Process for Optoelectronic Devices, J. Surface Sci. Technol. Vol 33(1–2), June 2017, pp. 12–18.

УДК 544.64:544.032.4

ИССЛЕДОВАНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БИОГЕННЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ

Алимханова А.Н., Жумабаев А.М., Сейтжапар Н.Г., Қалкен А.Т.

aselalimhanova645@gmail.com

Физико-технический факультет

ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Қазақстан

Научный руководитель – Машенцева А.А

Введение

Нехватка чистой и безопасной питьевой воды является одной из серьезных проблем в развивающихся странах. Токсичные химические вещества широко используются в промышленности, и побочным эффектом является то, что значительное количество органических загрязнителей смывается вместе со сточными водами производств, попадая затем в поверхностные водоемы и разрушая, таким образом, безопасность экосистем [1–3].

К распространённым типам органических загрязнителей относятся эндокринные разрушители, пестициды, органические красители, тяжелые металлы, нитроароматические соединения, отходы фармакологической промышленности [2]. Среди разнообразия технологий очистки окружающей среды от различных классов загрязнителей гетерогенный фотокатализ является одним из наиболее популярных методов [4,5].

Наночастицы (НЧ) серебра (Ag) и меди (Cu) представляют большой интерес из-за их химической каталитической способности, стабильности, низкой токсичности для человека. Из-за их большой площади поверхности НЧ Ag и Cu проявляют отличные противомикробные свойства, что приводит к их широкому применению в качестве противомикробных агентов в различных областях, особенно при очистке воды за счет повышения эффективности фильтрующих материалов [6,7]. Как правило, НЧ металлов необходимо сорбировать в пористые материалы, чтобы предотвратить агломерацию и добиться высокой эффективности разложения органических загрязнителей. Эти пористые носители, представляют собой искусственные материалы, такие как полиэтилентерефталат [8], поликарбонат, керамические мембраны и т.д. Однако более безопасной подложкой является природная пористая структура возобновляемого и разлагаемого биогенного композитного материала. Он может обеспечить недорогой долговременный носитель для фотокатализаторов [9]. Кроме того, поверхность биогенного композита содержит много реакционноспособных групп, таких как гидроксильные группы, которые могут хорошо закреплять активные вещества. Самое главное, фотокатализаторы на поверхности природного материала одновременно улучшают адсорбцию и фотодеградацию, они способны разлагать органические загрязнители на нетоксичные молекулы под световым облучением, сохраняя хорошую адсорбционную способность и стабильность [10].

В данной работе нами были изучены особенности синтеза биогенных нанокомпозитов на основе отходов переработки деревообрабатывающей промышленности, а именно коры березы повислой (*Betula pendula* Roth.) и березовой чаги (*Inonotus obliquus*) и наночастиц серебра и оксида меди (CuO). Также представлялось интересным изучить влияние степени загрузки наночастиц на эффективность биогенных композитов в реакции фотокаталитического удаления красителя метиленового голубого.

Экспериментальная часть

Сбор сырья

Сбор растительного сырья выполнялся с середины марта до середины июня 2022 г. Район сбора сырья – Мещанский лес Северо-Казахстанской области, удаленность от трассы более 1 км. После сбора растительное сырье тщательно сушилось в течение недели в сухом, прохладном и проветриваемом помещении при постоянном переворачивании во избежание порчи и загнивания растительных объектов.

Синтез биогенных композитов

Для получения природных нанокомпозитов подготавливались образцы: кора березы повислой и чаги трутовика скошенного массой 250 мг. Сорбция проводилась в прекурсорах насыщенных растворов AgNO_3 , $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ в концентрациях 10 М и 4 М соответственно. Образцы растительного сырья вместе с прекурсорами помещали в стеклянные виалы объемом 25 мл, встряхивались (100 об/мин, контроль ИКА KS 3000, (ИКА, Königswinter, Германия) при температуре 30°C в диапазоне от 6 до 96 часов.

Для восстановления НЧ Ag и CuO после их эффективной сорбции в насыщенных растворах прекурсоров использовали растворы гидразин гидрата (для НЧ серебра), и аскорбиновая кислота (для НЧ оксида меди). Восстановление проводили при комнатной температуре в течение 30 мин, после чего образцы промывали деионизированной водой, и высушивали в течение 2-х часов при температуре 100°C до полного высыхания. Готовые образцы композитов хранили в герметичной посуде. Массу иммобилизованных НЧ определяли гравиметрически на весах AND VM-252G. В результате были получены биогенные нанокомпозиты: на основе коры березы повислой - $\text{Ag}@B$ и $\text{CuO}@B$, на основе чаги $\text{Ag}@Ch$ и $\text{CuO}@Ch$. В дальнейшем в работе нами используются указанные обозначения образцов.

Исследование каталитических свойств

Фотокаталитическую активность биогенных нанокомпозитов изучали с помощью разложения органического красителя – метиленового голубого (МГ). Катализаторы помещали

в 50 мл раствора красителя концентрацией 5,0 мг/л, после чего интенсивно перемешивали в темноте в течение 15 мин для достижения адсорбционного равновесия в системе «катализатор-краситель». Аликвоту реакционной смеси объемом 1,0 мл отбирали каждые 20 мин и измеряли на спектрофотометре Specord-250 (Jena Analytic, Германия) в интервале длин волн 350-800 нм. Степень разложения (D%) определяли по формуле (1):

$$D = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\% = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\%, \quad (1)$$

где

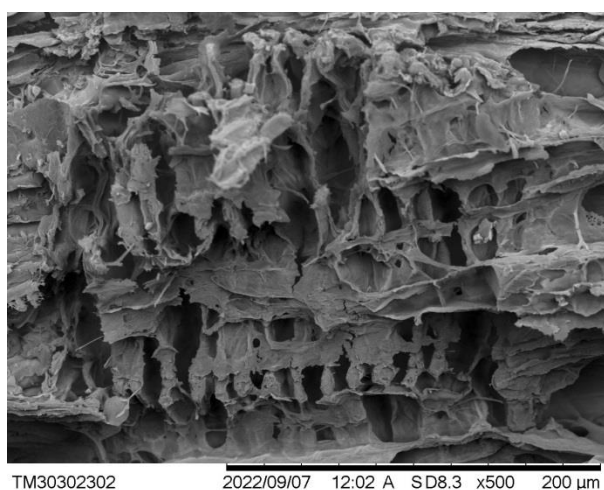
A_0 и A_t – значения оптической плотности раствора МГ в начальный момент времени и момент времени t ;

C_0 и C_t – значение концентрации раствора МГ в начальный момент времени и момент времени t при длине волны 664 нм.

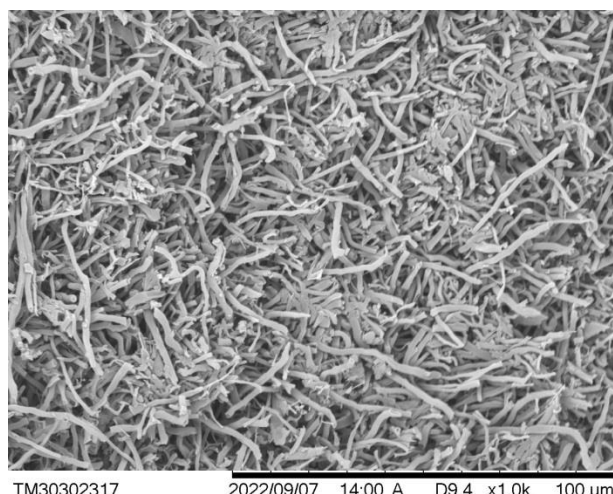
Результаты и обсуждение

Исследование поверхности растительного сырья методом растровой электронной микроскопии (рисунок 1) показало, что и кора и чага являются достаточно пористыми и имеют соответственно высокую удельную поверхность, что является одним из наиболее благоприятных факторов, обеспечивающих эффективность иммобилизации активной фазы.

На рисунке 2 представлены экспериментальные данные по изменению степени загрузки наночастиц в зависимости от времени нахождения растительного сырья в насыщенных растворах соответствующих прекурсоров. Необходимо отметить, что все исследования проводились в пяти параллелях и результаты представлены с учетом стандартного отклонения.



а)



б)

Рисунок 1 – Электронные микрофотографии растительного сырья на основе березы повислой: кора березы повислой (*Betula pendula* Roth.) (а) и березовой чаги (*Inonotus obliquus*) (б)

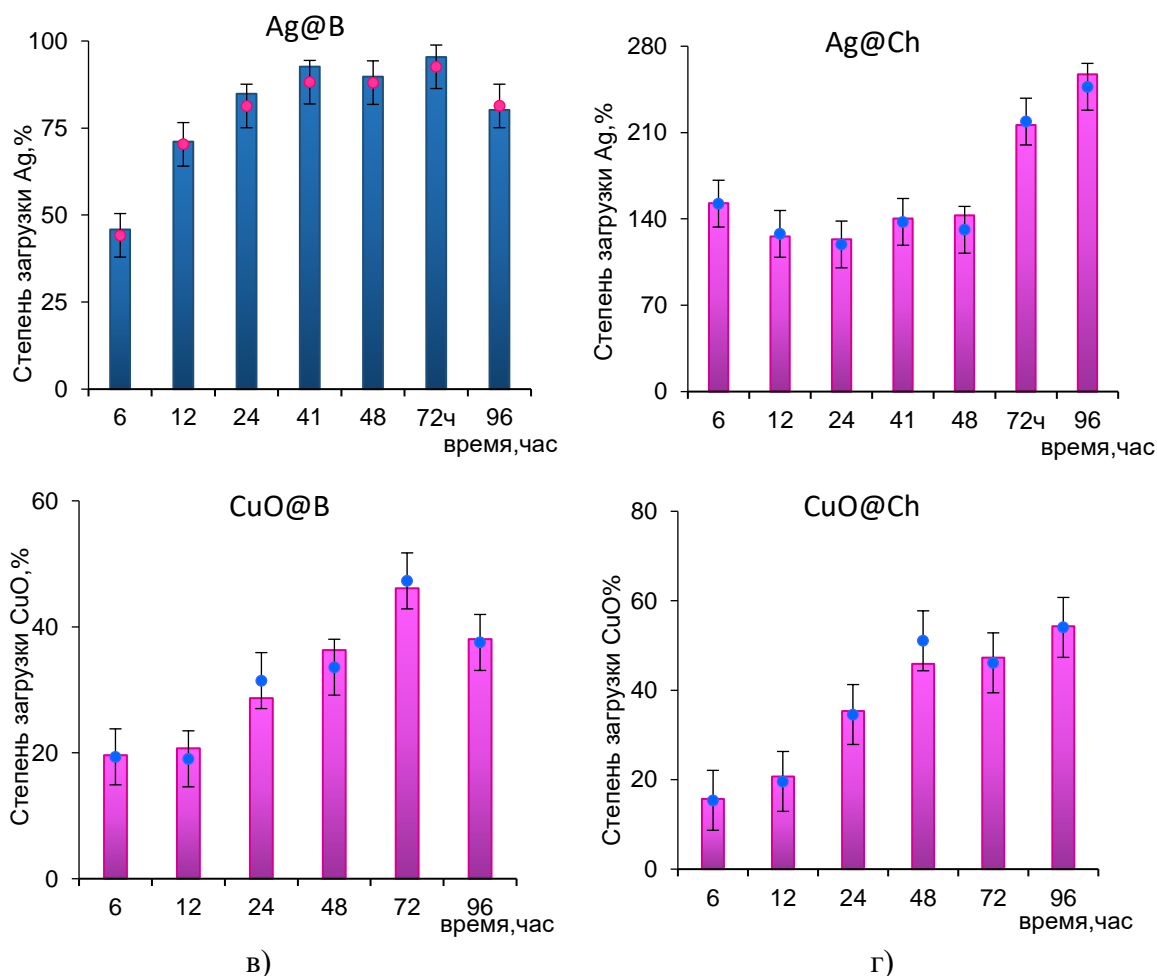


Рисунок 2 – Влияние степени загрузки НЧ в зависимости от времени сорбирования соответствующих ионов

Для всех исследуемых образцов значение степени загрузки НЧ имеет линейный характер и прямопропорционально увеличивается с увеличением времени нахождения растительного сырья в растворе солей прекурсоров. Для образцов композитов на основе коры березы повислой наибольшее значение степени загрузки НЧ и серебра и оксида меди было установлено при 72-часовой сорбции. А для пористых образцов чаги наилучшие результаты по иммобилизации исследуемых наночастиц было зафиксировано при 96 ч сорбции.

Исследование каталитических свойств синтезированных композитов исследовали на примере реакции разложения красителя МГ. Модельная реакция разложения МГ является одной из самых популярных тест-реакции для изучения свойств фотокатализаторов и достаточно наглядно демонстрирует их эффективность. На рисунке 3 представлены спектры оптической плотности разложения МГ в присутствии исследуемых биогенных композитов. Как видно из динамики уменьшения оптической плотности все полученные образцы обладают высокой каталитической активностью и достаточно легко обесцвечивают голубой раствор красителя МГ. Как ароматическое гетероциклическое соединение краситель метиленовый голубой в водных растворах имеет максимум поглощения при длине волны 664 нм (рис. 3).

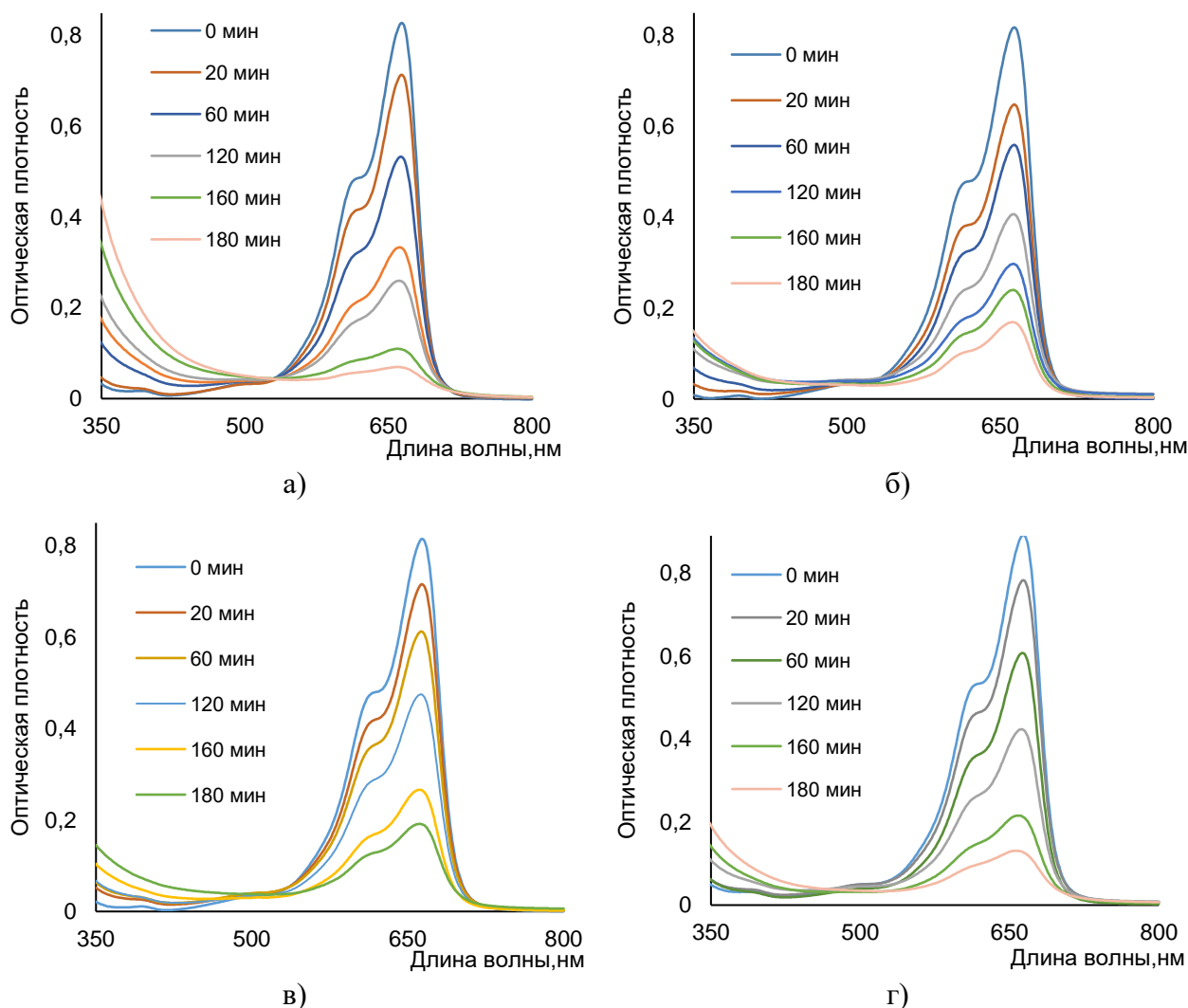


Рисунок 3 – Изменение оптической плотности реакции разложения красителя МГ (концентрация МГ – 5,0 мг/л, рН=6,5) в присутствии: Ag@B (а); Ag@Ch (б); CuO@B (в); CuO@Ch (г).

На рисунке 4 представлены данные по изменению величины D в зависимости от времени сорбирования наночастиц в матрице растительного сырья. Как показывает практика, не всегда образцы с максимальной массой иммобилизированных наночастиц демонстрируют более высокую эффективность как катализаторы. Предполагаем, что это обусловлено тем, что при значительной степени загрузки наночастиц не все НЧ связываются с поверхностью биогенной подложки (B, Ch) и при попадании образца в раствор красителя «лишние» НЧ просто вымываются в раствор. Как видно из представленных на рисунке 4 данных, для образцов на основе НЧ серебра и CuO@Ch наиболее эффективным является режим сорбирования 48 часов. В случае образцов Cu@Ch более высокие значения степени разложения МГ были установлены для образцов с 6-ти часовым периодом сорбции.

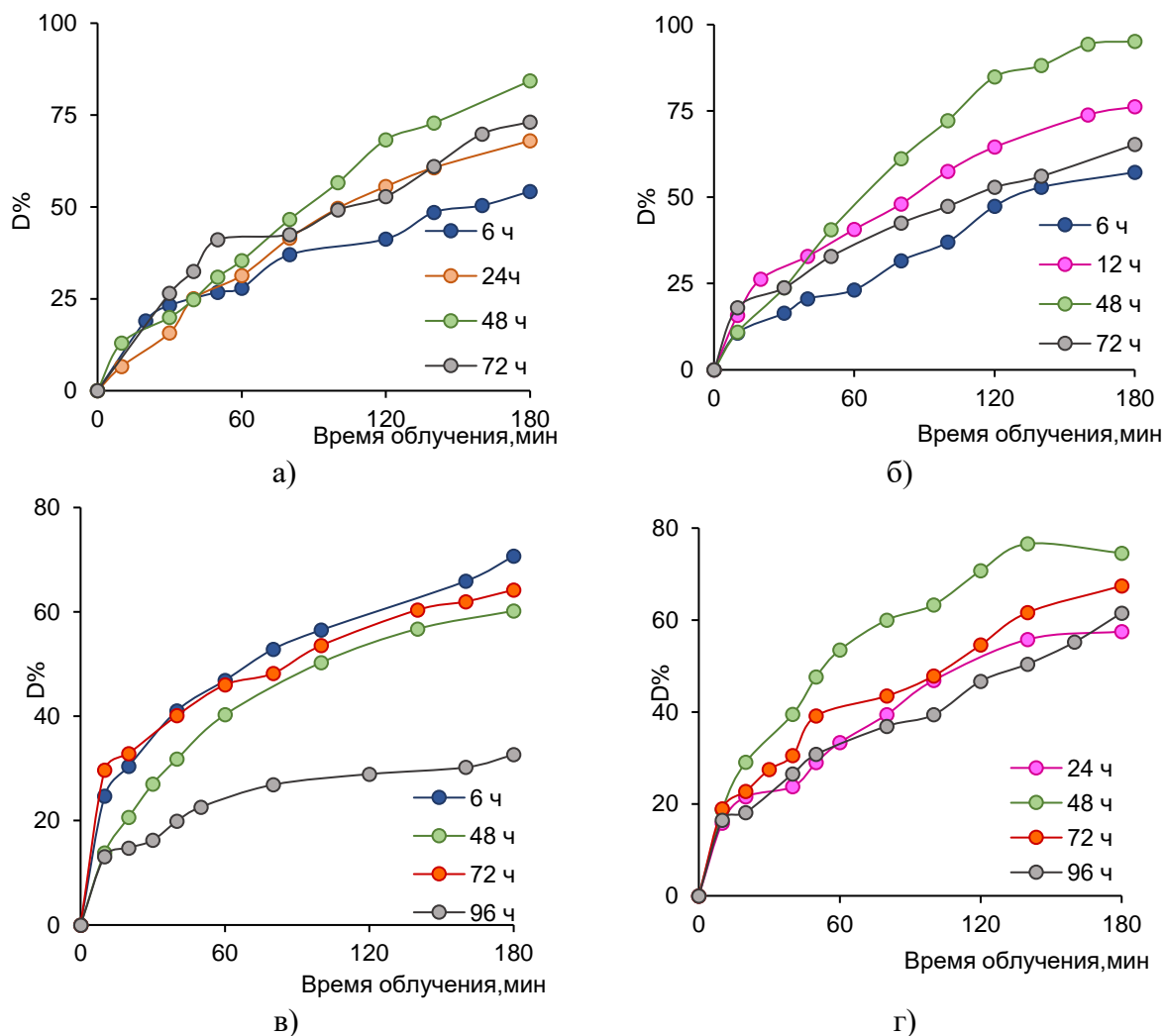
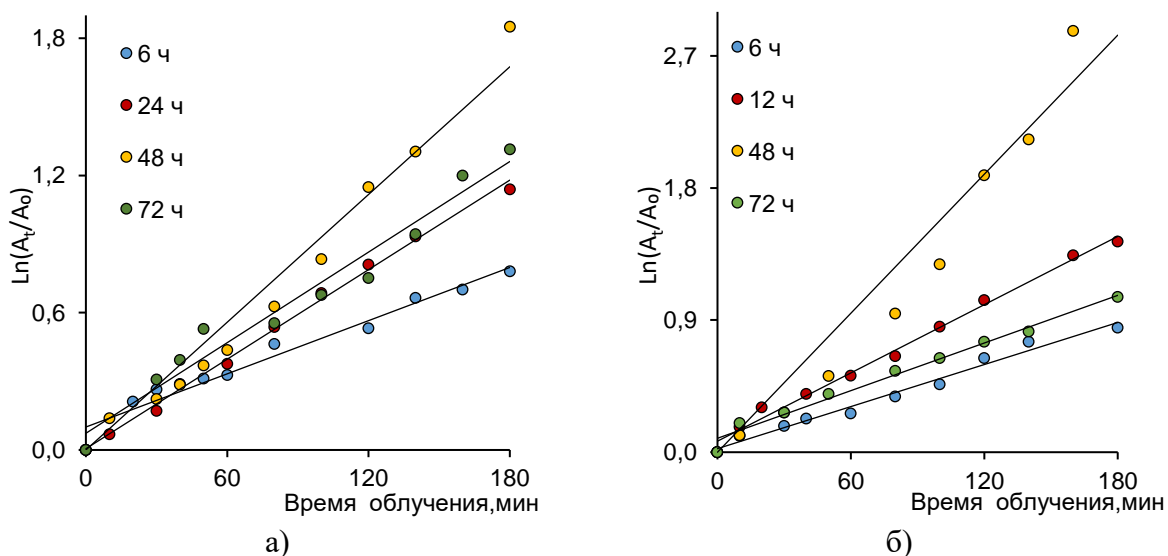


Рисунок 4 – Изменение степени разложения в зависимости от времени: Ag@B (а); Ag@Ch (б); C (в); CuO@Ch (г).

Реакция разложения МГ протекает по механизму Ленгмюра-Хиншельвуда и имеет псевдо-первый порядок, что позволяет вычислять константу скорости по изменению концентрации красителя [8]. На рисунке 5 представлены кинетические кривые зависимости $\ln(A_t/A_0) = f(t)$ исходя из которых были рассчитаны значения констант скоростей (Таблица 1).



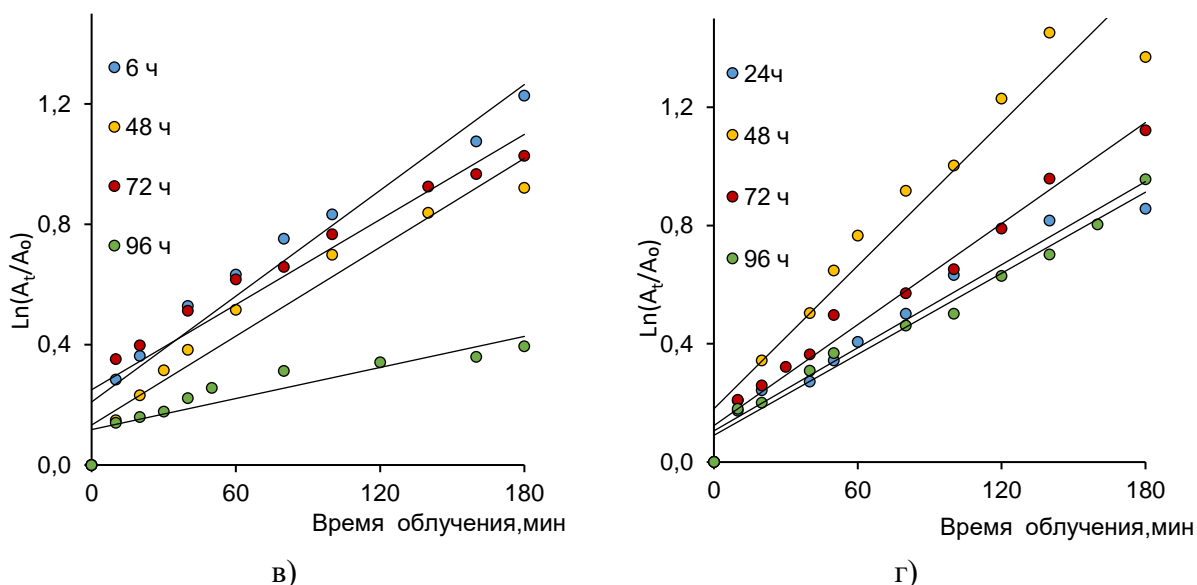


Рисунок 5 – Зависимость $\ln(A_0/A_t) = f(t)$ для биогенных композитов, полученных при различном времени сорбции: Ag@B (а); Ag@Ch (б); CuO@B (в); CuO@Ch (г).

Таблица 1 – Кинетические параметры реакции разложения МГ в присутствии биогенных композитов

Образец	Время сорбции, час	k, мин ⁻¹	D, %	R ²
Ag@B	48	0,010	84	0,9801
Ag@Ch	48	0,017	95	0,9724
CuO@B	6	0,005	71	0,9412
CuO@Ch	48	0,008	75	0,9327

Заключение

В настоящей работе было проведено изучение каталитических свойств НЧ Ag и CuO, синтезированных на биологических подложках *Betula pendula* Roth и *Inonotus obliquus*. Рассмотрено влияние биогенных композитов Ag@Bark, Ag@Chaga, Cu@Bark и Cu@Chaga на скорость разложения органического красителя МГ.

Полученные данные показывают о сравнительном преимуществе использования подложек, основанных на природных материалах на примере вегетативных органов *Betula pendula* Roth и грибов *Inonotus obliquus*, поскольку получившиеся на их основе композиты показали достаточно эффективные свойства как катализаторов.

Работа выполнена в рамках проекта ГФ АР09057856, финансируемого МОН РК.

Список использованной литературы

1. Byrne C., Subramanian G., Pillai S.C. Recent advances in photocatalysis for environmental applications // J. Environ. Chem. Eng. 2018. Vol. 6, № 3. P. 3531–3555.
2. Ghangrekar M.M., Chatterjee P. Water Pollutants Classification and Its Effects on Environment. 2018. P. 11–26.
3. QU J. Research progress of novel adsorption processes in water purification: A review // J. Environ. Sci. Elsevier, 2008. Vol. 20, № 1. P. 1–13.
4. Chong M.N. et al. Recent developments in photocatalytic water treatment technology: a review. // Water Res. Elsevier Ltd, 2010. Vol. 44, № 10. P. 2997–3027.

5. Di Paola A. et al. A survey of photocatalytic materials for environmental remediation // Journal of Hazardous Materials. 2012. Vol. 211–212.
6. Che W. et al. Wood-Based Mesoporous Filter Decorated with Silver Nanoparticles for Water Purification // ACS Sustain. Chem. Eng. 2019. Vol. 7, № 5.
7. Dulta K. et al. Multifunctional CuO nanoparticles with enhanced photocatalytic dye degradation and antibacterial activity // Sustain. Environ. Res. 2022. Vol. 32, № 1.
8. Mashentseva A.A. et al. Application of Silver-Loaded Composite Track-Etched Membranes for Photocatalytic Decomposition of Methylene Blue under Visible Light // Membranes (Basel). 2021. Vol. 11, № 1. P. 60.
9. Lv Z. et al. Synthesis of Cu-Doped TiO₂ on Wood Substrate with Highly Efficient Photocatalytic Performance and Outstanding Recyclability for Formaldehyde Degradation // Molecules. 2023. Vol. 28, № 3. P. 972.
10. Liu X. et al. Sustainable wood-based nanotechnologies for photocatalytic degradation of organic contaminants in aquatic environment // Front. Environ. Sci. Eng. 2021. Vol. 15, № 4.

УДК 544.64:544.032.4

ПРИМЕНЕНИЕ Ag@PDMAEMA-g-PET ГИБРИДНЫХ ТРЕКОВЫХ МЕМБРАН ДЛЯ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ КРАСИТЕЛЕЙ

Парманбек Н., Алимханова А.Н., Жаксылықова Ә.М.
 parmanbek.nursanat@gmail.com
 Факультет естественных наук
 ЕНУ им. Л.Н. Гумилева, Астана, Қазақстан
 Научный руководитель – Машенцева А.А

Нанопористые трековые мембраны (ТМ) являются многообещающими материалами в качестве адсорбентов для удаления токсичных загрязнителей [1,2], но контроль диаметра и плотности пор в дополнение к точной функционализации наноканалов имеет решающее значение для контроля площади поверхности и эффективности ТМ. В нашей предыдущей работе сообщалось о синтезе функционализированных ПЭТФ ТМ в качестве сорбентов высокой емкости для удаления трехвалентного мышьяка As(III), который более подвижен и примерно в 60 раз более токсичен, чем As(V) [3]. Наноканалы ПЭТФ ТМ были функционализированы с помощью иницируемой УФ-излучением с обратимой передачи цепи по механизму присоединения-фрагментации (РАФТ), опосредованной прививкой 2-(диметиламино)этилметакрилата (DMAEMA), что позволило точно контролировать степень прививки и длину трансплантатов в наноканалах. Затем НЧ Ag загружали на PDMAEMA-g-PET, чтобы получить гибридный катализатор для очистки сточных вод.

С учетом выработанных в работе [3] рекомендаций были наработаны образцы Ag@PDMAEMA-g-PET ТМ размером 2×2 см в количестве 50 шт для проведения испытаний их каталитической активности.

Образцы гибридных Ag@PDMAEMA-g-PET композитов были исследованы в качестве фотокатализаторов реакции разложения МГ. Детали эксперимента по проведению тестирования катализаторов приведены в работе [4].

Первоначально было определено значение рН раствора красителя, при котором катализаторы Ag@PDMAEMA-g-PET обеспечивают максимальное разложение МГ (рисунок 1а). Оптимальным был принят уровень рН равный 6.5 (собственный уровень рН красителя), т.е. для удаления данного красителя не потребуется добавления каких-либо специальных реагентов для наиболее эффективного его удаления.

Нами были получены образцы модифицированных КТМ с временем допирования НЧ серебра от 30 мин до 5 ч. На рисунке 1б представлены данные изменения величины D в зависимости от времени допирования образцов PDMAEMA-g-PET наночастицами серебра.