

## ДЕГРАДАЦИЯ МЕТИЛЕНОВОГО ЗЕЛЕНОВОГО В ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ

А.Ю. Петрова, В.Р. Артюшин

Научный руководитель: профессор, д.ф.-м.н. О.Н. Чайковская

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: [petrovaayu@gmail.com](mailto:petrovaayu@gmail.com)

## DEGRADATION OF METHYLENE GREEN IN PHOTOCATALYTIC REACTOR

A. Yu. Petrova, V. R. Artjyshin

Supervisor: Prof., Dr. O. N. Tchaikovskaya

National Research Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin Ave., 36, 634050

E-mail: [petrovaayu@gmail.com](mailto:petrovaayu@gmail.com)

***Abstract.** Degradation of methylene green in photocatalytic reactor is studied. An array of data on the photochemical properties of methylene green when exposed to UV radiation in photoreactors was obtained. Based on the analysis of the results obtained, conclusions can be drawn about the relationship between the structure of pollutants, their initial concentration, oxidizer concentration, etc., with the efficiency of utilization, and schemes for photochemical processes was constructed. The conditions for the degradation of molecules in photoreactors were optimized. Kinetic models for predicting photodegradation of molecules was constructed.*

**Введение.** Решение проблемы очистки воды до сих пор остается одной из важнейших задач физики, химии и экологии [1, 2]. В связи с глобальными проблемами загрязнения и нехватки воды разработка новых эффективных концепций очистки воды является стратегической, фундаментальной задачей. При формировании эффективных каталитических и бактерицидных систем в качестве носителя активных компонентов перспективно использовать полипропиленовые микроволокнистые материалы (ПММ) [3-7]. Создание на основе ПММ фильтрующих материалов для очистки воды от различных видов загрязнителей возможно модифицированием их поверхности наноразмерными частицами [8].

**Материалы и методы исследования.** Поверхность образцов ПММ, содержащая наноструктурные катализаторы, до и после УФ-облучения исследована по ИК-спектрам, которые получены по стандартной методике на спектрометре *Nicolet-380*. Облучение производилось КгСl эксиплекской лампой с длиной волны излучения 222 нм. В качестве образцов использовались:

1. Исходный сухой ПММ;
2. ПММ в водном растворе метиленового зеленого (МЗ) (при концентрации  $C=10^{-6}$  М);
3. ПММ в водном растворе МЗ после облучения КгСl эксиплекской лампой;
4. ПММ в воде;
5. ПММ в воде после облучения КгСl эксиплекской лампой;
6. ПММ в водном растворе МЗ ( $C=10^{-5}$  М);
7. ПММ в водном растворе МЗ ( $C=10^{-5}$  М) после облучения КгСl эксиплекской лампой.

Облучение образцов производилось по следующей методике: в химический стеклянный стакан помещали навески ПММ массой 0.025 г. Затем заливали: дистиллированной водой 20 мл (для образцов 4 и

5); раствором МЗ при концентрации  $C=10^{-6}$  М (для образцов 2 и 3); раствором МЗ при концентрации  $C=10^{-5}$  М (для образцов 6 и 7). Далее полученные смеси облучали КrCl лампой (длина волны излучения 222 нм) при комнатной температуре до 60 минут. Расстояние от ламп до облучаемого раствора составляло 9,5 см. Во время облучения регистрировались спектры поглощения и флуоресценции с помощью спектрофотометра SM2203 (фирма «SOLAR», Беларусь). После этого растворы помещали на 5 суток в темное место, после чего ПММ вынимали из растворов и высушивали 40 минут в термическом шкафу при 70 °С. Затем регистрировали ИК спектры поверхности высушенных образцов ПММ. После этого эти образцы ПММ помещали в гексан и регистрировали спектры поглощения и флуоресценции.

**Результаты.** Данные ИК спектров изученных образцов было выявлено присутствие алифатических гидрокарбонатов в полосах:  $2970\text{ см}^{-1}$ - $2840\text{ см}^{-1}$ ,  $1480\text{ см}^{-1}$ - $1420\text{ см}^{-1}$ ,  $1400\text{ см}^{-1}$ - $1350\text{ см}^{-1}$ ,  $750\text{ см}^{-1}$ - $700\text{ см}^{-1}$  (рис. 1) для всех образцов, кроме образца 5.

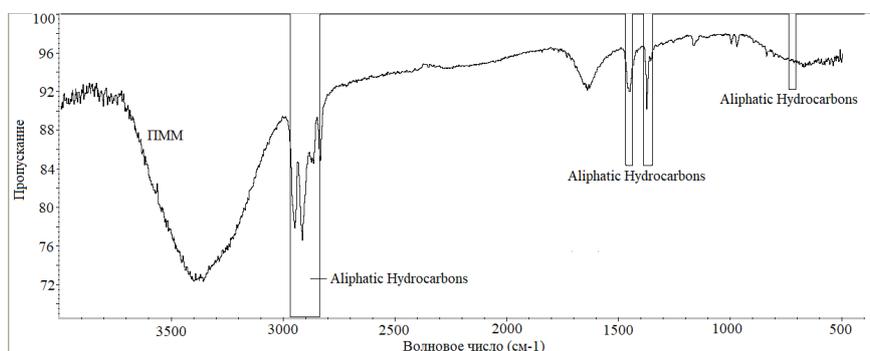


Рис. 1. Присутствие алифатических гидрокарбонатов в ИК-спектре ПММ

Наибольшая оптическая плотность наблюдается после четырех и восьми минут облучения (рис. 2). Это характерно для всех трех пиков: 310, 420 и 630 нм. При дальнейшем облучении (16 минут и более) оптическая плотность резко падает, после чего опять начинает увеличиваться. Это указывает на фотодegradацию МЗ и образование фотопродуктов, которые поглощают в той же области, что и исходная молекула. При увеличении концентрации МЗ в растворе до  $C=10^{-5}$  М наибольшая оптическая

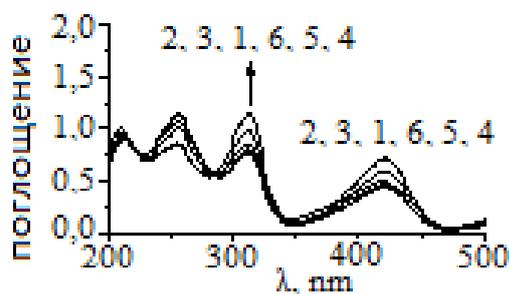


Рис. 2. Спектры поглощения МЗ ( $C=10^{-6}$  М) с ПММ до (1) и после 4 (2), 8 (3), 16 (4), 32 (5) и 64 (6) минут облучения КrCl эксилампой

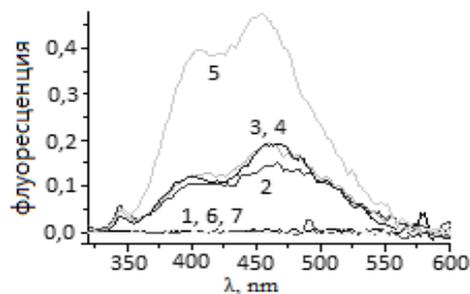


Рис. 3. Спектры флуоресценции МЗ ( $C=10^{-6}$  М) с ПММ до (1) и после 2 (2), 4 (3), 8 (4), 16 (5), 32 (6) и 64 (7) минут облучения КrCl эксилампой на длине волны возбуждения 310 нм

плотность наблюдается после облучения в течении 60 мин (рис. 4, 5). Это характерно для всех трех пиков: 310, 420 и 630 нм. Активное образование фотопродуктов зафиксировано в спектрах

флуоресценции после 16 минут облучения (рис. 3, кривые 2-5). При увеличении концентрации МЗ в водном растворе образование фотопродуктов увеличивается (рис. 5). В спектрах флуоресценции образцов ПММ (№ 6 и 7) в гексане зафиксирована интенсивная флуоресценция в области 350 нм. Это полоса принадлежит флуоресценции фотопродукта, который адсорбировался на поверхности ПММ. В течении облучения раствора МЗ КrCl эксилампой. Данный фотопродукт не был зафиксирован в водном растворе.

**Заключение.** На основе анализа полученных результатов можно сделать вывод, что полипропиленовый микроволоконистый материал с модифицированной наночастицами поверхностью активно участвует в фотодеградаци метиленового зеленого в воде. Результаты были получены в рамках выполнения проекта научного фонда Д.И. Менделеева Томского государственного университета.

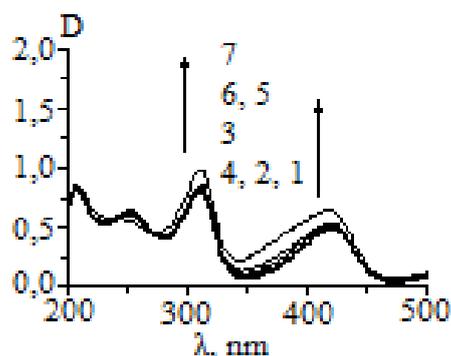


Рис. 4. Спектры поглощения МЗ ( $C=10^{-5} M$ ) в присутствии ПММ до (1) и после 2 (2), 4 (3), 8 (4), 16 (5), 32 (6) и 64 (7) минут облучения КrCl

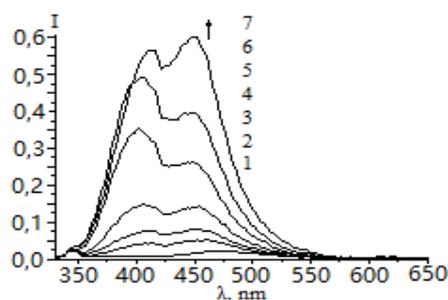


Рис. 5. Спектры флуоресценции МЗ ( $C=10^{-5} M$ ) в присутствии ПММ до (1) и после 2 (2), 4 (3), 8 (4), 16 (5), 32 (6) и 64 (7) минут облучения КrCl эксилампой с длиной, длина волны возбуждения – 310 нм

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кемпбел Дж. Современная общая химия. – М.: Наука, 1975. – 549 с.
2. Демков А.И. Применение синтетических материалов для глубокой очистки сточных вод фильтрованием. – Х.: Факт, 2004. – 306 с.
3. Чайковская О.Н., Соколова И.В., Соколова Т.В., Юдина Н.В., Мальцева Е.В., Иванов А.А. Влияние гуминовых кислот на фототрансформацию метилфенолов в воде // Ж. прикладной спектроскопии. – 2008. – Т. 75. – № 4. – С. 578–582.
4. Bunn C.W. and Howells E.R. Chain configuration in crystalline vinyl polymers // Journal of Polymer Science Part A. – 1955. – Т.51. – P. 307–336.
5. Natta G., Corradini P., Ganis P. Prediction of the conformation of the chain in the crystalline state of tactic polymers // Journal of Polymer Science Part A. – 1962. – Т.58. – P. 1191–1199.
6. Пинчук Л.С. Многофункциональные фильтры на основе полимеров // Технологическое оборудование и материалы. – 1998. – № 3. – С. 115–120.
7. Конкин А.А., Зверев М.П. Полиолефиновые волокна. – М.: Химия, 1966. – 240 с.
8. Лукашевич О.Д., Малиновская Т.Д., Филичев С.А. Очистка природных и сточных вод и наноэффекты: ретроспективный анализ и перспективы // Вода: технология и экология. – 2008. – № 3. – С. 3–11.