

**ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСТРУКЦИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ НА  
МОДИФИЦИРОВАННОМ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОМ ВОЛОКНЕ**

Н.А.Волкова, М.В. Жданова, И.В.Васенина

Научные руководители: доцент, к.х.н., Л.Б.Наумова, профессор, д.ф.-м.н., И.А.Курзина

Национальный исследовательский Томский государственный университет,

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

e-mail: [natalivolkova-95@mail.ru](mailto:natalivolkova-95@mail.ru)

**OXIDATIVE DESTRUCTION OF ORGANIC POLLUTANTS ON MODIFIED POLYPROPYLENE  
FIBER**

N.A.Volkova, M.V. Zhdanova, I.V.Vasenina

Scientific supervisor: PhD A/Professor, L.B.Naumova, Professor, I.A.Kursina

National Research Tomsk State University,

634050, Lenina av., 36, Tomsk. Russia

e-mail: [natalivolkova-95@mail.ru](mailto:natalivolkova-95@mail.ru)

***Abstract.** The paper shows the prospects of using composites based on polypropylene fiber with embedded particles of metal  $Fe^0$  and  $Al^0$ . Samples were used for oxidative destruction of organic compounds under conditions of the Fenton-like system and visible radiation.*

**Введение.** В настоящее время весьма своевременным и актуальным является использование дешевых и доступных сорбентов для очистки стоков различных производств от органических загрязнителей и нефтепродуктов. К таким сорбентам можно отнести глины, торф, цеолиты, ПП волокно. Гидрофобное полипропиленовое волокно является дешевым материалом, так как получено из отходов производства полипропилена и их производных, а также из вторичного сырья (пластиковые бутылки, банки, пакеты, одноразовые шприцы). Полипропиленовое (ПП) волокно хорошо зарекомендовало себя как сорбент нефти, бензина, масел, мазута. В настоящее время существует ряд методов, позволяющих разрушать растворимые органические вещества до  $CO_2$  и  $H_2O$ . К ним относятся: озонирование, воздействие УФ-облучения, использование системы Раффа – Фентона ( $Fe^{2,3+} + H_2O_2 + УФО$ ), в ходе воздействия которой происходит непрерывное фотовосстановление солей  $Fe^{3+}$  до  $Fe^{2+}$  и генерация  $OH\cdot$  – радикалов, а также Фентон-подобная система, в которой источником радикалов выступает композит, содержащий металл с нулевым зарядом, например,  $Fe^0$ ,  $Al^0$  и др. [1-3]. Целью данной работы является изучение возможности использования композитов на основе дешевого полипропиленового волокна в целях очистки производственных стоков от органических загрязнителей в условиях Фентон-подобной системы и видимого излучения.

**Материалы и методы исследования.** Объектам исследования служило ПП волокно (ватоподобная масса), полученное в ТГАСУ из бытовых отходов полипропиленовых производств согласно ТУ 2282-001-9396305-99. Согласно литературным данным ПП волокно является аморфным, гидрофобным материалом. Последнее обусловлено отсутствием в молекулах ПП волокна полярных групп. С целью активации поверхности ПП волокна в работе проводили модифицирование материала с

использованием методов ионной имплантации (ИИ) на оборудовании MEVVA5.RU в институте сильноточной электроники СО РАН г. Томска и СВЧ - облучения. Метод ИИ заключается в введении атомов металлов с нулевым зарядом в объём ПП волокна путем бомбардировки его поверхности пучком ускоренных ионов (условия активации ваты с обеих сторон: Уиск = 5 кВ,  $f= 0,5-2$  Гц). Имплантируемые атомы внедряются в материал мишени на глубину от 0,01 до 1 мкм, формируя в ней особое структурно - фазовое состояние. В качестве модифицирующих/ имплантируемых атомов были выбраны Fe и Al. Активация поверхности ПП волокна СВЧ облучением осуществляется за счёт закрепления частиц металла по всему объёму волокна с последующей его обработкой в СВЧ - облучателе. Все условия модифицирования тщательно подбирались во избежание плавления ПП волокна.

Степень извлечения органических загрязнителей с участием ПП волокна изучали в статических условиях при постоянном перемешивании раствора с ПП волокном на магнитной мешалке в обычных условиях, а также в условиях Фентон - подобной системы (УФ излучатель: ртутно-кварцевая лампа мощностью 250 Вт;  $\lambda=320-400$  нм) и видимого излучения (ВИ). В случае ВИ излучателем служила ртутно - кварцевая лампа мощностью 250 Вт;  $\lambda=700$  нм. В качестве органических загрязнителей были выбраны: Бриллиантовый зеленый –синтетический краситель трифенилметанового ряда; Родамин С – представитель группы диаминопроизводных ксантеновых красителей; Эозин – представитель группы диоксипроизводных ксантеновых красителей. Навеска ПП волокна составила 0,05 г; концентрация красителя 10 мг/л; объем раствора 20,0 мл; время контакта от 2 до 24 часов соответственно. При условии внешних воздействий время облучения пробы при прочих равных условиях составило 20 минут. При этом полагали, что в условиях Фентон - подобной системы ( $M^0 + H_2O_2 + УФО$ ) и видимого излучения ( $M^0 + H_2O_2 + ВИ$ ), образовавшиеся радикалы  $HO\cdot$  способны окислять органические загрязнители (органические красители) [3]. Контроль, за содержанием красителей в исходных и равновесных растворах осуществляли спектрофотометрически (прибор Spekol 11) при соответствующих длинах волн. Концентрация  $H_2O_2$  в объеме 20 мл раствора составляла  $1 \cdot 10^{-3}$  М. Степень извлечения (R, %) рассчитывали по формуле:  $R = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \cdot 100\%$ , где  $C_0$  исходная концентрация красителя;  $C_i$  - его равновесная концентрация. Для выявления механизма возможного взаимодействия исследуемых органических загрязнителей с активными центрами на поверхности ПП волокна использовали метод ИК спектроскопии. Анализ образцов композитов методом инфракрасной спектроскопии (ИКС) был проведен на ИК спектрометре Technologies Cary 660 FTIR приставка НПВО Zn/Se-кристалл. Спектральный диапазон 400 – 4000  $cm^{-1}$  (спектры не приведены).

**Результаты.** Исследования по извлечению красителей Бриллиантового зеленого, Родамина С и Эозина из водных сред в обычных условиях показали, что органические загрязнители слабо сорбируются на полипропиленовых композитах в течение 20 минут не зависимо от способа их получения. Степень поглощения красителей в среднем не превышает 12-20%. Причем, увеличение времени контакта композита с органическими загрязнителями от 2-ч до 24 часов не приводит к существенному улучшению сорбции. В табл.1,2 приведены результаты по деколоризации красителей с использованием композитов на основе ПП волокна в условиях Фентон-подобной системы и ВИ.

Таблица 1

Степень деколоризации (R,%) красителей с участием композитов в условиях Фентон-подобной системы. Погрешность определения 3-5%

Образец	Степень деколоризации красителей, R, %		
	Родамин С	Бриллиантовый зеленый	Эозин
ППВ ИИ (Al <sup>0</sup> )	75	81	78
ПП ИИ (Fe <sup>0</sup> )	80	85	83
ПП СВЧ (Fe <sup>0</sup> )	91	82	80
ПП СВЧ (Al <sup>0</sup> )	87	94	88

Таблица 2

Степень деколоризации (R,%) красителей с участием композитов в условиях ВИ. Погрешность определения 3-5%

Образец	Степень деколоризации красителей, R, %		
	Родамин С	Бриллиантовый зеленый	Эозин
ППВ ИИ (Al <sup>0</sup> )	77	85	79
ПП ИИ (Fe <sup>0</sup> )	82	80	78
ПП СВЧ (Fe <sup>0</sup> )	95	83	88
ПП СВЧ (Al <sup>0</sup> )	88	89	87

**Заключение.** Показано, что полученные композиционные материалы на основе ПП волокон с внедренными частицами металлов Fe и Al с нулевым зарядом проявляют высокую фотокаталитическую активность к исследуемым красителям независимо от условий модифицирования и природы металл-модификатора и могут быть рекомендованы для очистки водных стоков от органических загрязнителей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dükkančí, M. Ultrasonic degradation of oxalic acid in aqueous solutions / M. Dükkančí, G. Gündüz // Ultrason. Sonochem. –2006. – Vol. 13. – № 6. – P. 517–522.
2. Wadley, S. Fenton processes. Advanced Oxidation Processes for Water and Wastewater Treatment Edited by Simon Parsons / S. Wadley, D. Waite T. – IWA Publishing, 2004. – P. 111–135.
3. Alok D.Bokare, Wonyong Choi. Review of iron-free Fenton-like systems for activating H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in advanced oxidation processes. Journal of Hazardous Materials. 275 (2014).121-135.