

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИПРОПИЛЕНОВОГО ВОЛОКНА ДЛЯ
ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ ОТ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ
ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ**

Н.А.Волкова, Д.М.Китаева, И.В.Пухова

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

**USING OF POLYPROPYLENE FIBERS FOR CLEANING OF INDUSTRIAL WASTE WATER FROM
THE FAT-SOLUBLE ORGANIC POLLUTANTS**

N.A.Volkova, D.M.Kitaeva, I.V.Pukhova

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

***Abstract.** The paper shows the perspective of using methods of ion implantation and microwave irradiation for modifying polypropylene fiber by iron (II), lanthanum (II) and iron metal ions. It was shown that this method is very useful in order to obtain a material with a high photocatalytic activity for extracting liposoluble dyes from non-aqueous media under UV and visible light.*

Введение. Использование дешевых и доступных сорбентов для очистки стоков различных производств от неорганических, органических, радиоактивных загрязнителей и нефтепродуктов является в настоящее время весьма актуальным. Для этих целей успешно используются цеолиты, торфы, глины, опилки и др. 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 [1]. Жирорастворимые красители широко используют для целей окрашивания жиров, восков, кремов для обуви, каучука, пластмассовых изделий, спиртовых лаков, органического стекла, волокон и нитей текстильного назначения. Однако попадание их в сточные воды вызывает серьезную экологическую проблему. Целью данной работы является изучение возможности использования дешевого полипропиленового волокна в целях очистки производственных стоков от синтетических жирорастворимых красителей.

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 и СВЧ - облучения. Метод ИИ заключается в введении атомов примесей в объём ПП волокна путем бомбардировки его поверхности пучком ускоренных ионов (условия активации ваты с обеих сторон: La^{2+} , Fe^{2+} , $U_{\text{уск}} = 5$ кВ, $f = 0,5\text{--}2$ Гц). Имплантируемые ионы внедряются в материал мишени на глубину от 0,01 до 1 мкм, формируя в ней особое структурно - фазовое состояние. Модифицирование методом ИИ позволяет придать поверхности ПП волокна свойства гидрофильности. Активация поверхности ПП волокна СВЧ облучением осуществляется за счёт закрепления наночастиц металла, в данном случае железа, по всему объёму волокна с последующей его обработкой в СВЧ - облучателе. Все условия модифицирования тщательно подбирались во избежание плавления ПП волокна. В качестве жирорастворимых красителей были выбраны азокрасители – Синий Судан(1,4 – бис (изопропиламино) антрахинон), Красный Судан (1, - [4-(фенилазо) фенилазо] – 2 - нафтол) и Желтый Судан (1-[фенилазо]-2-нафтол). Синтетические жирорастворимые красители хорошо растворимы в неполярных и малополярных органических растворителях, но не растворимы в воде. В качестве неводных сред были выбраны следующие комбинации: этиловый спирт: вода (1:10); ДМФ: изоамиловый спирт (3:2); изоамиловый спирт: этиловый спирт (3:2). В подобранных неводных средах наблюдали хорошее растворение жирорастворимых красителей. Степень извлечения жирорастворимых красителей 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 системы Раффа - Фентона (УФ излучатель: ртутно-кварцевая лампа мощностью 250 Вт; $\lambda=320\text{--}400$ нм) и видимого излучения (ВИ). В качестве видимого излучателя служила ртутно - кварцевая лампа мощностью 250 Вт; $\lambda=700$ нм). Навеска ПП волокна составила 0,05 г; концентрация красителя 10 мг/л; объём 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 системы Раффа-Фентона ($\text{M}^{n+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{УФО}$) и видимого излучения ($\text{M}^{n+} + \text{H}_2\text{O}_2 + \text{ВИ}$), образовавшиеся радикалы $\text{HO}\cdot$ и $\text{HO}_2\cdot$ способны окислять органические загрязнители. Контроль за содержанием красителей в исходных и равновесных растворах осуществляли спектрофотометрически (прибор Spekol 11) при соответствующих длинах волн ($\lambda = 480$ нм для жирорастворимого Желтого; $\lambda = 500$ нм для жирорастворимого Красного и $\lambda = 580$ нм для Синего соответственно). Концентрация H_2O_2 в 20 мл раствора составляла $1\cdot 10^{-3}$ М. Степень извлечения (R, %) рассчитывали по формуле: $R = \frac{C_0 - C_1}{C_0} \cdot 100\%$, где C_0 - исходная концентрация красителя; C_1 - его равновесная концентрация.

Результаты. Исследования по извлечению красителей из неводных сред в обычных условиях в зависимости от времени контакта с ПП волокном показали, что увеличение времени от 2-х до 24 часов не влияет на степень их извлечения. Красители Желтый, Красный и Синий практически не извлекаются из сред ДМФ: изоамиловый спирт (1:3); изоамиловый спирт: этиловый спирт (3:2). В среде же этилового спирта с водой (1:10) красители Красный и Синий извлекаются практически полностью за 2 часа; краситель Желтый из указанных сред в этих условиях не извлекается (табл.1). Различия в адсорбционной способности красителей в данных средах связаны, вероятно, с особенностями их межмолекулярных взаимодействий с волокном, и механизм этого взаимодействия пока не выяснен. Модифицированные образцы ПП волокна были впервые апробированы в качестве катализаторов для деградации исследуемых жирорастворимых красителей в неводных средах в условиях УФО и ВИ (табл.2). Погрешность определения красителей составила 3–8%.

Таблица 1

Степень извлечения жирорастворимых красителей (R,%) из неводных сред исходным ПП волокном

| Среда | Степень извлечения красителей, R, % | | |
|---|-------------------------------------|-------|--------|
| | красный | синий | желтый |
| ДМФ: C ₅ H ₁₁ ОН (3:2) | 2,1 | 9,4 | 2,4 |
| C ₅ H ₁₁ ОН: C ₂ H ₅ ОН (3:2) | 8,1 | 9,7 | 5,6 |
| C ₂ H ₅ ОН: H ₂ O (1:10) | 76 | 86 | - |

Таблица 2

Степень извлечения красителей с использованием модифицированных ПП волокон методом ИИ (активация Fe²⁺) в условиях УФО (Mⁿ⁺ + H₂O₂ + УФО) и видимого излучения (Mⁿ⁺ + H₂O₂ + ВИ)

| Среда | Степень извлечения красителей, R, % | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------|----|--------|----|
| | красный | | синий | | желтый | |
| | УФО | ВИ | УФО | ВИ | УФО | ВИ |
| ДМФ: C ₅ H ₁₁ ОН (3:2) | 70 | 73 | 65 | 70 | 62 | 69 |
| C ₅ H ₁₁ ОН: C ₂ H ₅ ОН (3:2) | 69 | 74 | 80 | 80 | 70 | 72 |
| C ₂ H ₅ ОН: H ₂ O (1:10) | 92 | 96 | 89 | 94 | 68 | 70 |

Таблица 3

Степень извлечения жирорастворимых красителей с использованием модифицированных ПП волокон методом СВЧ (активация Fe⁰) в условиях (Mⁿ⁺+H₂O₂+УФО) и видимого излучения (Mⁿ⁺+H₂O₂+ВУ)

| Среда | Степень извлечения красителей, R, % | | | | | |
|---|-------------------------------------|----|-------|-----|--------|----|
| | красный | | синий | | желтый | |
| | УФО | ВИ | УФО | ВИ | УФО | ВИ |
| ДМФ: C ₅ H ₁₁ ОН (3:2) | 75 | 77 | 90 | 96 | 64 | 66 |
| C ₅ H ₁₁ ОН: C ₂ H ₅ ОН (3:2) | 70 | 74 | 92 | 95 | 68 | 73 |
| C ₂ H ₅ ОН+ H ₂ O (1:10) | 96 | 98 | 100 | 100 | 78 | 79 |

Из табл. 2,3 видно, что модифицированные ПП волокна проявляют высокую каталитическую активность при извлечении/окислительной деструкции жирорастворимых красителей в неводных средах в условиях УФ и видимого излучения. Аналогичные результаты были получены на модифицированном методом ИИ ПП волокне (активация La²⁺).

Заключение. По результатам работы можно заключить, что модифицирование ПП волокон с использованием методов ионной имплантации и СВЧ облучения, является перспективным и дает возможность получить дешевые фотоактивные катализаторы для извлечения/деградации жирорастворимых красителей из промышленных стоков в условиях УФ и видимого излучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Привалова Н.М., Двадненко М.В. и др. Очистка нефтесодержащих сточных вод с помощью природных и искусственных сорбентов// Научный журнал КубГАУ.– 2015. – № 113(09). – С. 1–10.