

УДК 667+628.543

**ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА УФ-ОБЛУЧЕНИЯ  
В ПОДГОТОВКЕ И ОЧИСТКЕ ВОД  
КРАСИЛЬНО-ОТДЕЛОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**THE APPLICATION OF THE METHOD OF UF-RADIATION  
IN THE PREPARATION AND WATER TREATMENT  
OF DYEING AND FINISHING PRODUCTION**

*М.В. ПЫРКОВА, И.И. МЕНЬШОВА, Е.В. ПАНКРАТОВА*  
*M.V. PYRKOVA, I.I. MENSHOVA, E.V. PANKRATOVA*

(Российский государственный университет им. А.Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство))  
(Russian State University named after A.N. Kosygin (Technologies. Design. Art))  
E-mail: k\_htvm@mail.msta.ac.ru

*В статье предлагается метод УФ-облучения – как комплексный подход в подготовке и очистке технологической воды в условиях красильно-отделочного производства. Установлено, что подготовленная под действием УФ-облучения технологическая вода обеспечивает соответственно высокие значения показателей белизны и качество окрасок текстильных материалов. Показано: УФ-облучение может быть использовано как метод безреагентной очистки стоков, содержащих красители.*

*The article suggests the method of UF-radiation as a complex approach in preparation and purification of sewage water and its successive return in the technological process of dyeing and finishing production. It has been stated that process water subjected to UF-radiation ensures correspondingly high estimates of brightness*

*indicator and the quality of dyed fabrics. It has been shown that UF- radiation can be used as a method of reagentless purification of sewage water containing dyes.*

**Ключевые слова:** УФ-излучение, технологическая вода, водоподготовка, очистка сточных вод, водорастворимые красители, красильно-отделочное производство, белизна ткани.

**Keywords:** UF-radiation, process water, purification of sewage water, water-soluble dyes, dyeing and finishing of textiles , white cloth.

Для красильно-отделочных производств технологическая вода должна соответствовать ГОСТ Р 51232–98 [1]. Соблюдение требований к качеству воды, поступающей на технологические нужды отделочного производства, является необходимым условием для получения высококачественной продукции.

Технологические процессы отбеливания и крашения проводили на воде из реки Москва в районе Коломенское, воде из магистрального водопровода г. Москвы, технологической воде красильно-отделочного предприятия и дистиллированной воде. Подготовку речной и водопроводной воды осуществляли с помощью ультрафиолетового излучения (УФ-лампа ДРТ400). В работе исследовали влияние времени обработки и высоты обрабатываемого слоя жид-

кости УФ-излучением на качество водоподготовки. В качестве эталона была выбрана дистиллированная и технологическая вода. Скорость фотодеструкции органических загрязнений определяли по показателям: по содержанию железа, по изменению ХПК (химическое потребление кислорода), цветности и изменению водородных ионов в водной среде. Исследования показали, что максимальная концентрация загрязняющих веществ, разрушающихся под действием УФ-излучения, с образованием активных форм кислорода, находится не на поверхности воды, а в ее толще. Время УФ-облучения оказывает влияние на содержание водородных ионов (рН) в водной среде (табл.1 – анализ речной воды после фотоокисления в сравнении с технологической водой).

Т а б л и ц а 1

Показатели мг/л	Характеристика воды			
	до фото-окисления	после фотоокисления		технологическая вода
		h = 3 см, t = 10 мин	h = 1 см, t = 1 мин	
		речная	водопроводная	
рН	7,90	7,40	7,30	7,5
Взвешенные вещества	8,80	8,16	8,10	8,7
ХПК	33,60	4,80	4,70	24,3
БПК <sub>5</sub>	3,50	3,00	3,00	2,3/3,45
Ион -аммония	2,96	1,50	1,30	2
Нитрат-ион	7,80	2,40	2,20	10
Фосфат-ион	0,92	0,21	0,18	3,5
Железо общее	0,31	0,09	0,19	0,32
Марганец	0,11	0,01	0,03	0,10
Нефтепродукты	0,27	0,25	0,10	0,28

Обработка исследуемой воды при помощи УФ-излучения позволяет эффективно удалять ионы железа, сульфат-ионы, нитрат- и нитрит-ионы, анионы аммония, снизить более чем в 4 раза содержание фосфат-

ионов, уменьшить количество тяжелых металлов свинца, меди, цинка [2]. После УФ-обработки содержание марганца снижается в десятки раз, в 3 раза – железа. Таким образом, можно сделать вывод о том, что исполь-

зование УФ-облучения позволяет эффективно обеззараживать природную воду [3], [4] и одновременно удалять из нее значительное количество загрязнений, при этом не наблюдается повышение концентрации остальных исследованных веществ.

Подготовка речной воды с использованием УФ-излучения позволяет использовать ее в технологических процессах отделочного производства. В работе исследовали влияние уровня водоподготовки на процессы беления хлопчатобумажных и

льняных тканей. Качество подготовки текстильных материалов оценивали по следующим показателям: капиллярность, степень белизны и разрывная нагрузка (табл. 2 – качественные показатели отбеленных целлюлозных материалов). Из данных таблицы видно, что речная вода, подготовленная УФ-облучением и используемая при белении хлопчатобумажных и льняных тканей, обеспечивает высокие значения качественных показателей процесса подготовки тканей из целлюлозных волокон.

Т а б л и ц а 2

Характеристика воды	Качественные показатели отбеленной ткани		
	капиллярность, мм	белизна по Стефансону, %	разрывная нагрузка, Н
	льняной ткани		
Речная	68	60	103
УФ-облучение $h=3\text{см}$ , $t=5\text{мин}$	77	71	112
Водопроводная	74	72	120
	хлопчатобумажной ткани		
Речная	80	65	99
УФ-облучение $h=3\text{см}$ , $t=5\text{мин}$	92	75	108
Водопроводная	89	72	110

В работе исследовали влияние уровня водоподготовки на процесс крашения шерстяных тканей кислотными красителями. Определение цветовых характеристик окрасок проводили на приборе спектрофотометр MINOLTA CM 3600 d с программным обеспечением фирмы Orintex. Результаты исследований показали что, подготовленная под действием УФ-облучения речная вода при крашении шерстяной ткани кислотными красителями обеспечивает качество окраски, соответствующее окраскам, полученным в технологической воде. Насыщенность и интенсивность полученных окрасок практически не отличаются и составили  $C_{\text{УФ-обл.вода}} = 71,06 \text{ К/С}_{\text{УФ-обл.вода}} = 36,6$  и  $C_{\text{тех.вода}} = 70,20 \text{ К/С}_{\text{тех.вода}} = 35,26$  соответственно. При этом в сточные воды попадает одинаковое количество красителя.

Как известно, ультрафиолетовое облучение является безреагентным методом фотодеструкции красителей, которая приводит к изменением свойств красителей, прежде всего спектральных. Поэтому представляет интерес исследовать эффективность очистки сточных вод, содержащих

водорастворимые красители, методом ультрафиолетового облучения. Разрушение красителей под воздействием УФ-облучения происходит до образования нетоксичных органических соединений [4].

В работе исследовали модельные растворы прямых и кислотных красителей концентраций от 10 до 100 мг/л. Облучение ультрафиолетом модельных растворов красителей осуществляли от 1 до 100 мин, при толщине поглощающего слоя  $h=2,5 \text{ см}$ , расстояние до УФ-лампы 14 см. Используя метод прямой фотометрии, с построением калибровочного графика, определили концентрации исследуемых красителей в модельных растворах после УФ-облучения. Динамика изменения концентрации красителей при УФ-облучении представлена в табл. 3 (изменения концентрации красителей при УФ-облучении) и на рис. 1 (кинетические кривые концентрации красителей при УФ-облучении ( $h=2,5 \text{ см}$ ): 1 – краситель кислотный фиолетовый 4К, 2 – краситель кислотный красный 2С, 3 – краситель прямой желтый светопроочный 5К, 4 – краситель прямой красный 2С).

Время УФ-обл., мин, h=2,5 см	Концентрация красителя в модельном растворе, мг/л									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Краситель кислотный фиолетовый 43										
1	8,6	18,0	27,8	36,4	46,4	58,0	67,2	80,0	90,0	100,0
5	7,8	18,0	26,7	32,8	42,3	54,5	65,4	80,0	90,0	100,0
10	6,9	16,0	25,0	30,7	36,4	48,8	61,4	78,0	90,0	100,0
20	4,2	8,6	21,8	27,9	29,7	36,7	54,8	74,3	87,6	100,0
50	2,0	3,9	16,0	26,7	27,9	31,2	36,4	72,0	83,4	95,0
100	0,0	0,8	5,4	21,4	24,3	25,6	29,1	69,3	81,1	93,0
Краситель кислотный красный 2С										
1	8,1	18,0	27,3	38,7	50,0	60,0	70,0	80,0	90,0	100,0
5	5,8	14,8	25,6	37,5	47,0	58,5	70,0	80,0	90,0	100,0
10	4,0	13,1	22,3	35,0	43,0	57,5	65,0	75,0	85,0	90,0
20	1,8	8,1	17,0	30,0	37,5	52,5	57,5	70,0	80,0	85,5
50	0,0	2,7	7,8	18,0	27,8	42,0	50,0	60,0	70,0	80,0
100	0,0	0,7	2,0	6,6	13,1	27,8	35,0	52,5	60,0	75,0
Краситель прямой желтый светопрочный 5К										
1	10,0	19,2	27,5	38,4	47,5	57,5	67,5	78,0	90,0	100,0
5	4,3	15,9	25,1	36,5	42,5	52,0	65,0	75,0	90,0	100,0
10	3,2	14,8	22,0	34,0	42,5	50,0	62,5	72,0	90,0	100,0
20	1,0	10,8	17,6	26,7	39,0	34,1	60,0	69,3	85,0	90,0
50	0,0	3,2	10,0	20,0	36,5	32,3	53,2	65,0	75,0	85,0
100	0,0	1,0	4,2	13,7	25,1	28,3	36,1	60,0	70,0	80,0
Краситель прямой красный 2С										
1	6,3	16,7	28,1	35,8	46,3	57,4	68,7	80,0	90,0	100,0
5	4,7	11,3	19,3	28,1	32,4	50,1	65,6	78,2	84,3	96,3
10	3,2	5,1	15,8	20,5	30,1	46,3	50,9	73,2	77,0	90,0
20	0,0	2,9	5,1	16,4	27,8	36,2	39,4	67,5	67,5	80,0
50	0,0	0,3	2,1	9,4	13,8	30,9	20,0	54,8	60,0	65,0
100	0,0	0,0	0,0	0,7	4,3	4,9	9,1	35,1	45,7	55,3

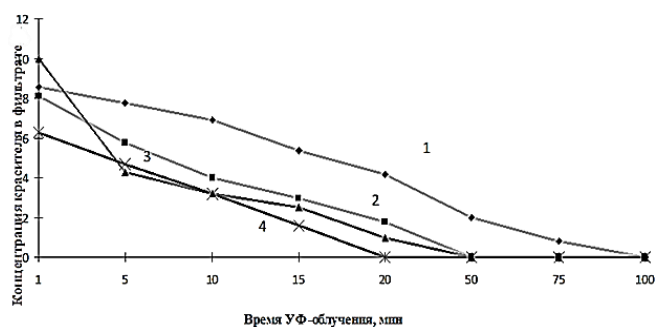


Рис. 1

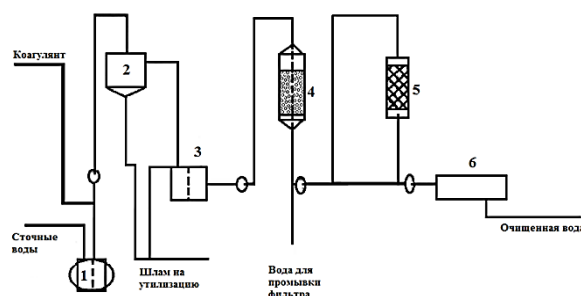


Рис. 2

УФ-излучение обесцвечивает водорастворимые красители, оказывая влияние на степень их деструкции [5], [6]. Таким образом, использование на красильно-отделочных предприятиях установок с УФ-излучением очень актуально, так как позволяет обеспечить эффективную водоподготовку технологической воды и очистку сточных вод с последующим использованием оборотной очищенной воды в технологических

процессах красильно-отделочного производства [7], [8], как показано на предлагаемой схеме локальной очистки сточных вод цеха крашения полушерстяных материалов (рис. 2 – технологическая схема локальной очистки сточных вод цеха крашения полушерстяных материалов). Сточная вода проходит блок механической очистки 1, далее освобождается от мелкодисперсных взвешенных частиц коагуляцией 2, проходит

доочистку на флотационной камере 3 и адсорбере 4,5 и обесцвечивается на УФ-установке 6 [3].

## ВЫВОДЫ

Показано, что использование на красильно-отделочных предприятиях установок с УФ-излучением очень актуально, так как позволяет обеспечить эффективную водоподготовку технологической воды и очистку сточных вод с последующим использованием оборотной очищенной воды в технологических процессах красильно-отделочного производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крысанова В.А., Сафонов В.В., Меньшова И.И. Полифункциональные активные красители в реконструкции цветовой гаммы текстильных материалов // Дизайн и технологии. – 2015, №46 (88). С.41...43.
2. Булава Д.Д., Пыrkova М.В. Исследование влияния УФ-излучения на качество водоподготовки // Тез. докл. Всероссийск. научн.-технич. конф.: Современные технологии и оборудование текстильной промышленности (Текстиль-2006) – М., 2006, 28-29 ноября. С.162.
3. Садова С.Ф., Кривцова Г.Е., Коновалова М.В. Экологические проблемы отделочного производства / Под ред. проф. С.Ф. Садовой. – М.: РИО МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2002.
4. Киселёв А.М. Экологические аспекты процессов отделки текстильных материалов // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2002, т. XLVI, №1.
5. Филипова Н.И., Матафонова Г.Г., Батоев В.Б. Обесцвечивание растворов азокрасителя ультрафиолетовым излучением ХеВг-эксилампы // Вестник МИТХТ. Химия и технология органических веществ. – 2009. Т.4, №5. С.56...59.
6. Соснина Н.А., Штарева А.В. Фотолитическая деструкция как способ очистки сточных вод от органических соединений // Вестник ТОГУ, Строительство и архитектура. – 2011, №3(22). С.75...84.
7. Никитин Е.И., Меньшова И.И. УФ-облучение как способ извлечения красителей из сточных вод красильно-отделочного производства // Тез. докл. 66-й межвуз. научн.-технич. конф. молодых ученых и студентов: Студенты и молодые ученые КГТУ – производству. – Кострома: КГТУ, 2014. С.121.

8. Никитин Е.И., Меньшова И.И. Метод фотоочистки сточных вод красильно-отделочного производства // Тез. докл. 66-й межвуз. научн.-технич. конф. молодых ученых и студентов: Студенты и молодые ученые КГТУ – производству. – Кострома: КГТУ, 2014. С.133...134.

## REFERENCES

1. Krysanova V.A., Safonov V.V., Menshova I.I. Polifunkcionalnye aktivnye krasiteli v rekonstrukcii cvetovoj gammy tekstilnyh materialov // Dizajn i tehnologii. – 2015, №46 (88). S.41...43.
2. Bulava D.D., Pyrkova M.V. Issledovanie vliyaniya UF-izlucheniya na kachestvo vodopodgotovki // Tez. dokl. Vserossiysk. nauchn.-tehnic. konf.: Sovremennyye tehnologii i oborudovanie tekstilnoj promyshlennosti (Tekstil-2006) – M., 2006, 28-29 noyabrya. S.162.
3. Sadova S.F., Krivcova G.E., Konovalova M.V. Ekologicheskie problemy otdelochnogo proizvodstva / Pod red. prof. S.F. Sadovoj. – M.: RIO MGTU im. A.N. Kosygina, 2002.
4. Kiselyov A.M. Ekologicheskie aspekty processov otdelki tekstilnyh materialov // Rossijskij himicheskij zhurnal (Zh. Ros. him. ob-va im. D.I. Mendeleeva). – 2002, t. XLVI, №1.
5. Fillipova N.I., Matafonova G.G., Batoev V.B. Obesvechivanie rastvorov azokrasitelya ultrafioletovym izlucheniem HeVr-eksilampy // Vestnik MITHT. Himiya i tehnologiya organicheskikh veshestv. – 2009. T.4, №5. S.56...59.
6. Sosnina N.A., Shtareva A.V. Fotoliticheskaya destrukciya kak sposob ochistki stochnyh vod ot organicheskikh soedinenij // Vestnik TOGU, Stroitelstvo i arhitektura. – 2011, №3(22). S.75...84.
7. Nikitin E.I., Menshova I.I. UF-obluchenie kak sposob izvlecheniya krasitelej iz stochnyh vod krasilno-otdelochnogo proizvodstva // Tez. dokl. 66-j mezhvuz. nauchn.-tehnic. konf. molodyh uchenyh i studentov: Studenty i molodye uchenye KGTU – proizvodstvu. – Kostroma: KGTU, 2014. S.121.
8. Nikitin E.I., Menshova I.I. Metod fotoochistki stochnyh vod krasilno-otdelochnogo proizvodstva // Tez. dokl. 66-j mezhvuz. nauchn.-tehnic. konf. molodyh uchenyh i studentov: Studenty i molodye uchenye KGTU – proizvodstvu. – Kostroma: KGTU, 2014. S.133...134.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 10.12.16.