

Значение адгезии вычисляли с точностью до 0,01 как среднее арифметическое не менее чем трех определений (образцов), расхождение между которыми не превышало 10 %.

Результаты проведенных исследований приведены в таблице 5.

Таблица 5. Технические показатели разметочной эмали

Наименование показателя	Величина показателя
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 с соплом 4 мм при t=20°C, с	100
Массовая доля нелетучих веществ, масс. %	77
Время высыхания до степени 2, мин	6
Время высыхания до степени 3, мин	8
Коэффициент диффузного отражения (белизна), %	88,0
Укрывистость высушенной пленки, г/м ²	165
Эластичность пленки при изгибе через 48 часов, Ø стержня, мм	12
Твердость пленки эмали по прибору ТМЛ, маятник А (по Кёнигу) через 48 часов, усл. ед.	0,25
Адгезия, Н/см, не менее:	
- к асфальтобетону	6,9
- к цементобетону	9,8
Водопоглощение плёнки (на стекле) при толщине сухого слоя 370-380 мкм через 24 часа, %	0,27-0,3

Важнейшими лабораторными показателями эмали, определяющими прогнозируемую долговечность ЛКП, полученного на её основе, являются твёрдость, эластичность, адгезия и водопоглощение. Исследованное ЛКП обладает разумным балансом «твёрдость – эластичность», высокой адгезией к асфальтобетону и цементобетону. Низкое водопоглощение данного ЛКП свидетельствует о его высокой сплошности, низкой пористости и даёт возможность предположить, что при натуральных испытаниях такой разметочный материал будет обладать высокой долговечностью.

Заключение. Белизна разметочных ЛКП является важным нормируемым показателем. В результате проведенных исследований определено, что сульфатные марки диоксида титана рутильной модификации, независимо от способа поверхностной обработки, не позволяют получить лакокрасочное покрытие требуемой белизны. Нормативному показателю соответствуют эмали с показателем белизны, равным 87 и 88%, изготовленные с использованием диоксида титана рутильной формы, полученного хлоридным способом с поверхностной обработкой соединениями алюминия и циркония.

Отличительной особенностью разметочного ЛКП, полученного на основе эмали с белизной 88%, является низкое водопоглощение в сочетании с высокими физико-механическими показателями. Следовательно, предварительные лабораторные испытания сырья, применяемого для производства эмалей, являются важнейшим этапом разработки рецептур современных лакокрасочных материалов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Скороходова, О.Н. Неорганические пигменты и их применение в лакокрасочных материалах / О.Н. Скороходова, Е.Е. Казакова. – М.: Пэйнт-Медиа, 2005. – 168 с.
2. Брок, Т. Европейское руководство по лакокрасочным материалам и покрытиям / Т. Брок, М. Гротеклаус, П. Мишке / Пер. с англ. под ред. Л.Н. Машляковского. – М.: Пэйнт-Медиа, 2004. – 548 с.
3. Материалы для горизонтальной разметки автомобильных дорог. Технические условия. СТБ 1520-2008. – Минск: Госстандарт, 2008. – 20 с.
4. Стойе, Д. Краски, покрытия и растворители / Д. Стойе, В. Фрейтаг; пер. с англ. под ред. Э.Ф. Ицко. – СПб.: Профессия, 2007. – 528 с.
5. Зотова, Н.С. Применение акриловых смол при производстве лакокрасочных материалов / Н.С. Зотова // Лакокрасочная промышленность. – 2008. – №9. – С. 20–21.
6. Карякина, М.И. Испытание лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 1988. – 272 с.

Материал поступил в редакцию 05.02.15

TUR E.A., GOLUB N.M., BASOV S.V. Research of influence of technical characteristics of dioxide of the titan on the whiteness of enamels for the horizontal marking of highways

The major eco-friendly inorganic pigment used in paint and varnish industry is dioxide of the titan. Authors investigated various brands of dioxide of the titan (chloride and sulphatic) for the purpose of definition of possibility of their use as pigments for production of white enamels for a horizontal marking of highways. On the basis of various brands of dioxide of the titan on a laboratory dissolver paint for road marking with use as film-forming copolymer of methylmethacrylate and n-butylakrilate were made. As a result of the conducted researches it is defined that sulphatic brands of dioxide of the titan of rutily version, irrespective of a mode of a surface treatment, don't allow to receive a paint and varnish covering of the demanded whiteness. To a standard indicator there correspond the enamels made with use of dioxide of the titan of a rutily form received by a chloride mode with a surface treatment joints of aluminum and zirconium.

Distinctive feature of the paint for road marking covering received on the basis of enamel with a whiteness of 88% is low water absorption and high physicomechanical rates. Thus, only chloride brands of dioxide of the titan with an indicator of a whiteness of 97,6-97,7% and an index of yellowness of 0,5-0,7% can be used for production the paint for road marking of the enamels conforming to requirements of standard documentation of Republic of Belarus. Preliminary laboratory researches of the raw materials applied to production of enamels are the most important development stage of compoundings of modern paints and varnishes.

УДК 628.316

Белов С.Г., Наумчик Г.О.

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОАО «СВИТАНАК» С ЦЕЛЮ ИХ ДОВЕДЕНИЯ ДО НОРМАТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Введение. Основными загрязняющими веществами сточных вод текстильных предприятий являются красители, текстильно-вспомогательные вещества, остатки волокон тканей, ПАВы, загрязнения переходящие в воду из обрабатываемых текстильных материалов, неорганические и органические кислоты, соли, основания. Значительную часть данных загрязнителей характеризуют такие

интегральные показатели, как ХПК и интенсивность окраски.

Для ОАО «Свитанак» показатель ХПК сточных вод, допустимый к сбросу, установлен на уровне 750 мг О₂/л, поскольку водоотведение осуществляется в городскую водоотводящую сеть. При исследовании проб сточной воды, полученных с ОАО «Свитанак» 5.03.2015 года, авторами в лабораторных условиях было установлено, что

Белов Сергей Григорьевич, к.т.н., доцент кафедры водоснабжения, водоотведения, охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Наумчик Григорий Остапович, ассистент кафедры водоснабжения, водоотведения, охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

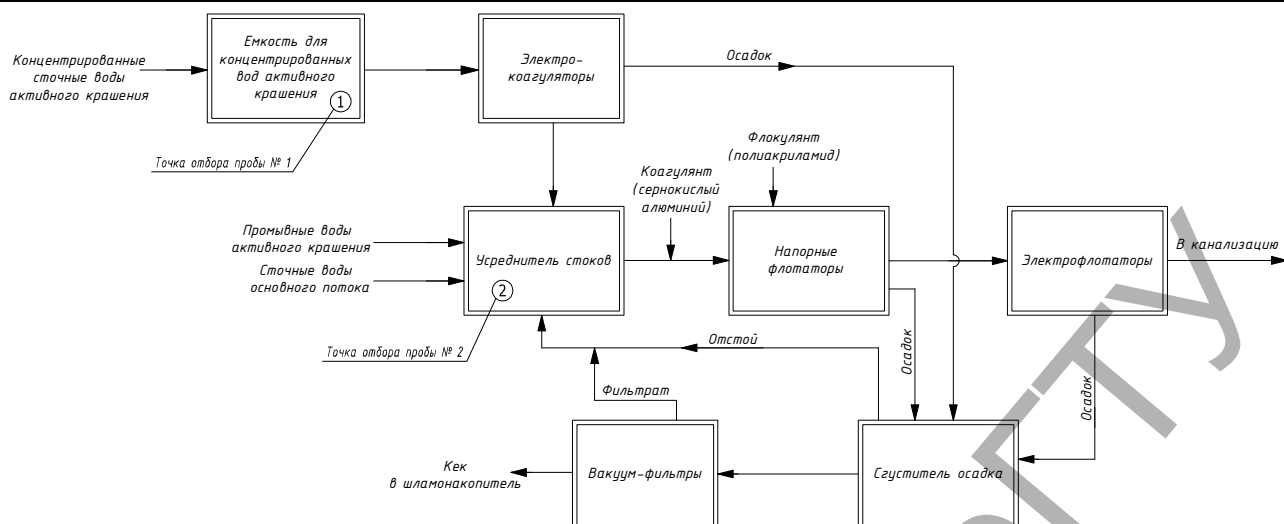


Рис. 1. Упрощенная технологическая схема очистки производственных сточных вод ОАО «Свитанак»

проба производственной сточной воды № 1 из емкости для сбора вод активного крашения имеет значение ХПК 2300 мг O₂/л, а проба производственной сточной воды № 2 из усреднителя, после которого вода направляется на дальнейшую очистку, имеет значение ХПК 856 мг O₂/л. В то же время, при определении интенсивности окраски данных проб сточной воды было установлено, что окраска по степени разбавления пробы № 1 составляет 1:1200, а окраска пробы № 2 сточной воды составляет 1:300. Точки отбора проб производственной сточной воды указаны на технологической схеме.

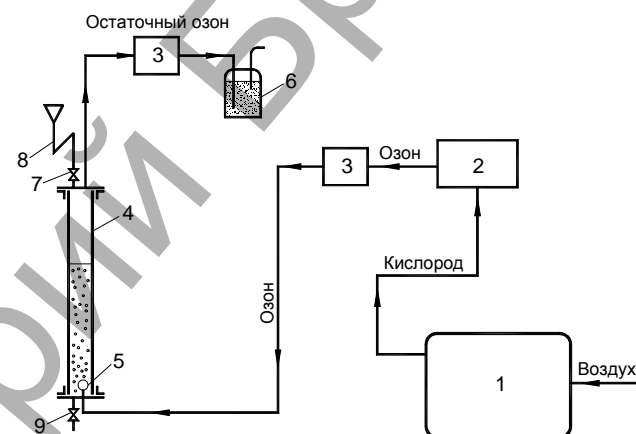
Как показывают результаты выполненных анализов проб сточной воды, значение ХПК пробы воды из усреднителя превышает допустимую к сбросу концентрацию незначительно, однако интенсивность окраски сточных вод в усреднителе является высокой. Как известно, интенсивность окраски сточных вод по степени разбавления, допустимая к сбросу как в городскую канализацию, так и в водоемы, не должна превышать 1:20. По результатам анализа пробы № 2 из усреднителя интенсивность ее окраски составляет 1:300, т.е. превышает допустимое значение в 15 раз.

Наиболее эффективным методом снижения окраски сточных вод, обусловленной органическими красителями, является их озонирование. Авторами был выполнен ряд исследований по эффективности применения озона для очистки сточных вод предприятий легкой промышленности. Эти исследования проводились как на модельных растворах, так и на реальных производственных сточных водах [1, 2, 3]. Поэтому для снижения интенсивности окраски сточных вод, выпускаемых в городскую водоотводящую сеть предприятием ОАО «Свитанак», исследовалась эффективность применения озона.

Методическая часть. Исследования выполнялись на установке, представленной на рисунке 2.

Установка состояла из озонатора, который генерировал озон из кислорода, вырабатываемого концентратором кислорода. Образующаяся озono-кислородная смесь из озонатора подавалась в барботажную колонку, где с помощью мелкопузырчатого аэратора смешивалась с обрабатываемой водой. Концентрация озона в озono-кислородной смеси контролировалась двумя озонόμεрами, установленными до и после барботажной колонки.

Последовательность выполнения экспериментов была следующей. Включался озонатор, с помощью регулятора устанавливалась заданная концентрация озона в озono-кислородной смеси. После выравнивания показаний обоих озонόμεров в барботажную колонку вводилась проба сточной воды объемом 1 литр, и начинался отсчет времени эксперимента. С интервалом 1 минута записывались показания озонόμεра на выходе из барботажной колонки. По истечении заданного времени эксперимента прекращалась подача озono-кислородной смеси в колонку, далее проба воды сливалась из колонки с помощью сливного крана. Затем определялась окраска по степени разбавления озонированной пробы воды.



1 – концентратор кислорода Atmung oxy 6000; 2 – озонатор PLATON 10/2; 3 – озонмер Медозон 254/5; 4 – контактная колонка, 5 – пористый диспергатор озono-кислородной смеси; 6 – деструктор остаточного озона; 7 – кран для заливки пробы воды для озонирования; 8 – гидравлический затвор; 9 – сливной кран для отбора обработанной воды

Рис. 2. Схема установки для озонирования сточных вод ОАО «Свитанак»

Традиционно окраска по степени разбавления определяется по следующей методике. В бесцветные стеклянные цилиндры высотой 20 сантиметров с прозрачным дном наливается соответственно дистиллированная вода и исследуемая сточная жидкость. Если глазом видны отличия, то необходимо разбавить сточную воду и сравнить с дистиллированной водой. Разбавлять и сравнивать необходимо до тех пор, пока не исчезнут визуальные отличия в цветности. Кратность разбавления, при которой исчезает отличие в цветности в обоих цилиндрах, называется окраской по степени разбавления.

Определение ХПК выполнялось арбитражным методом, описанным в [4]. Снятие спектров поглощения производилось сканирующим спектрофотометром СФ-2000 в кварцевых кюветках, имеющих длину оптического пути 50 мм.

Экспериментальная часть.

В данной работе объектами исследования являлись пробы производственной сточной воды, полученной с предприятия ОАО «Свитанак» 12 марта 2015 года. Пробы были отобраны из двух точек технологической схемы очистки. Проба № 1 была отобрана из емкости для сбора вод активного крашения, она имела окраску по степени разбавления 1:1200, а проба № 2 была отобрана из усреднителя стоков и имела окраску по степени разбавления 1:300. Озонирова-

ние проб выполнялось по методике, приведенной выше. Исследовалась зависимость окраски по степени разбавления сточной воды от применяемой дозы озона.

На рисунке 3 приведен график зависимости интенсивности окраски от дозы озона для пробы № 1.

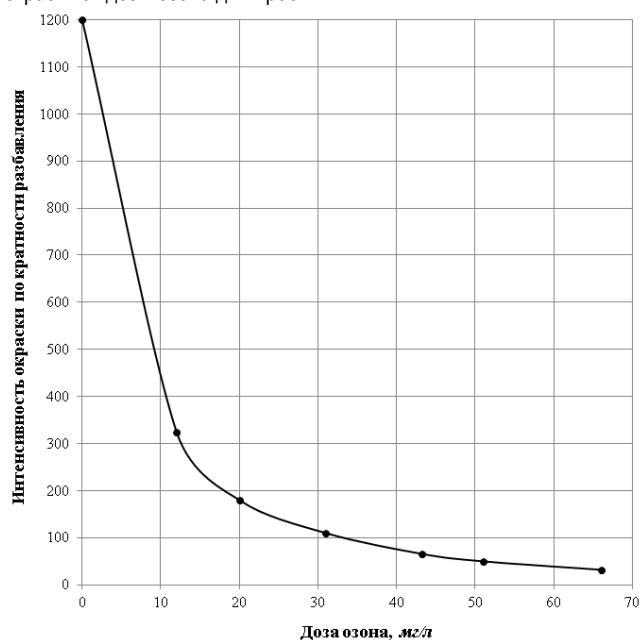


Рис. 3. Интенсивность окраски по кратности разбавления пробы № 1 в зависимости от дозы озона

Как показывают данные, представленные на рисунке 3, даже минимальная доза озона, использованная в данном исследовании (12 мг/л) снижала окраску сточных вод более чем в 3 раза – с 1:1200 до 1:320. Это говорит о высокой эффективности озона как реагента для обесцвечивания производственных сточных вод, окраска которых обусловлена органическими красителями. При увеличении дозы озона наблюдалось дальнейшее снижение интенсивности окраски сточной воды, однако эффект снижения окраски по мере увеличения дозы озона уменьшался. Это объясняется тем, что в первую очередь озон взаимодействует с двойными связями органических молекул красителя, которые как раз и обуславливают высокую интенсивность окраски. После разрушения двойных связей хромофорных групп молекул образуются продукты неполной деструкции красителей, которые часто также имеют окраску, однако не такую интенсивную, как исходные красители. Для разрушения данных продуктов неполной деструкции красителей требуются большие дозы озона и более длительное время реакции, поскольку взаимодействие озона с данными веществами протекает по радикальному механизму. В данной серии экспериментов с пробой сточной воды № 1 максимальная доза озона равнялась 66 мг/л, при этом окраска по степени разбавления сточной воды после озонирования составила 1:32. Хотя данное значение превышает ПДК для выпуска сточной воды как в водоемы, так и в городскую водоотводящую сеть, но с учетом последующего разбавления слабоокрашенными сточными водами дальнейшее обесцвечивание можно не производить, поскольку согласно технологической схеме обработанный активный сток в дальнейшем поступает в усреднитель стоков, где разбавляется приблизительно в 10 раз.

Во второй серии экспериментов исследовалась эффективность применения озона для снижения окраски основного потока сточных вод из усреднителя стоков (проба №2). В данный усреднитель поступают стоки как от активного крашения (проба №1) в количестве около 200 м³/сут, так и от прямого крашения, промывок и других обработок текстильных материалов в количестве до 2000 м³/сут. После усреднителя усредненный сток подвергается дальнейшей очистке и затем выпускается в городскую канализацию. Поэтому исследования возможности доведения окраски усредненного стока

до нормативных показателей с помощью озонирования являлось более актуальным.

На рисунке 4 приведены результаты экспериментов по снижению окраски усредненного стока с помощью озонирования.

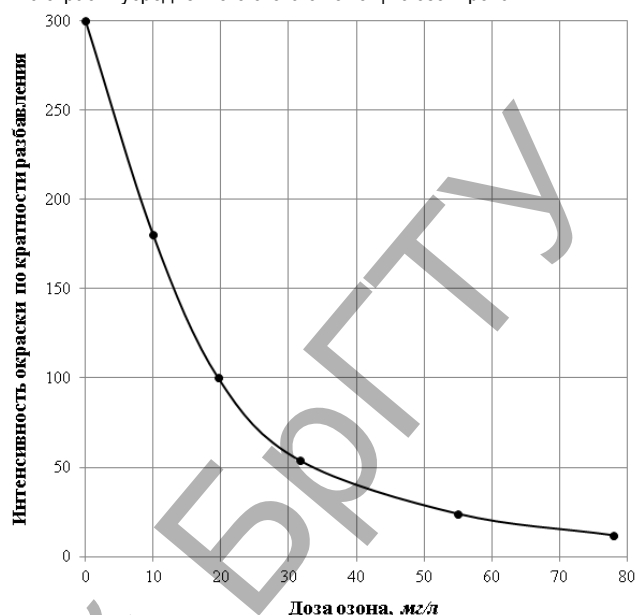


Рис. 4. Интенсивность окраски по кратности разбавления пробы № 2 из усреднителя стоков в зависимости от дозы озона

Хотя начальная окраска пробы № 2 была значительно ниже (1:300), чем пробы № 1 (1:1200), удельная доза озона для снижения окраски до ПДК была сравнительно высокой. Как видно из графика, представленного на рисунке 4, интенсивность окраски сточной воды из усреднителя снижалась до значения 1:20 при дозе озона 60 мг/л, т.е. при данной дозе озона происходило снижение интенсивности окраски в 15 раз. При обработке пробы № 1 аналогичной удельной дозой озона (60 мг/л) происходило снижение интенсивности окраски в 30 раз. Таким образом, при обработке пробы № 1 озон снижал окраску приблизительно в 2 раза эффективнее, чем при обработке пробы № 2. Это подтверждает предположение, сделанное выше о том, что для обесцвечивания продуктов неполной деструкции красителя требуются более высокие дозы озона, чем для разрушения исходных красителей. Как видно из технологической схемы, в усреднитель поступают как необработанные сточные воды после прямого крашения, так и подвергшиеся электродеструкции сточные воды после активного крашения (см. рисунок 1). Также на увеличение дозы озона влияет наличие в сточных водах основного потока значительного количества легкоокисляемых органических веществ, попадающих в сточные воды при таких технологических операциях, как заключительная отделка текстильных материалов, отварка, отбелка и т.д.

На рисунках 5 и 6 представлены спектры поглощения пробы № 1 и пробы № 2 соответственно в диапазоне от 200 до 750 нм. На каждом рисунке представлен как спектр исходной воды (необработанной озон), так и спектры, соответствующие дозам озона, по которым были построены графики на рисунках 3 и 4. Поскольку спектрофотометр имеет наибольшую точность при оптических плотностях, близких к 1, исследованные пробы сточной воды разбавлялись в необходимое количество раз.

Представленные на рисунке 5 спектры поглощения показывают высокую эффективность озонирования для обесцвечивания окрашенных сточных вод. Спектр 1, соответствующий необработанной сточной воде, имел высокую оптическую плотность как в видимой, так и в ультрафиолетовой области. Характерные пики поглощения в видимой области наблюдались на длинах волн 620 и 670 нм, их оптическая плотность была порядка 0,8...0,9. При введении даже минимальной дозы озона в данной серии экспериментов (12 мг/л) эффект снижения уровня поглощения во всем видимом диапазоне был очень существенным (спектр 2). При следующей исследованной

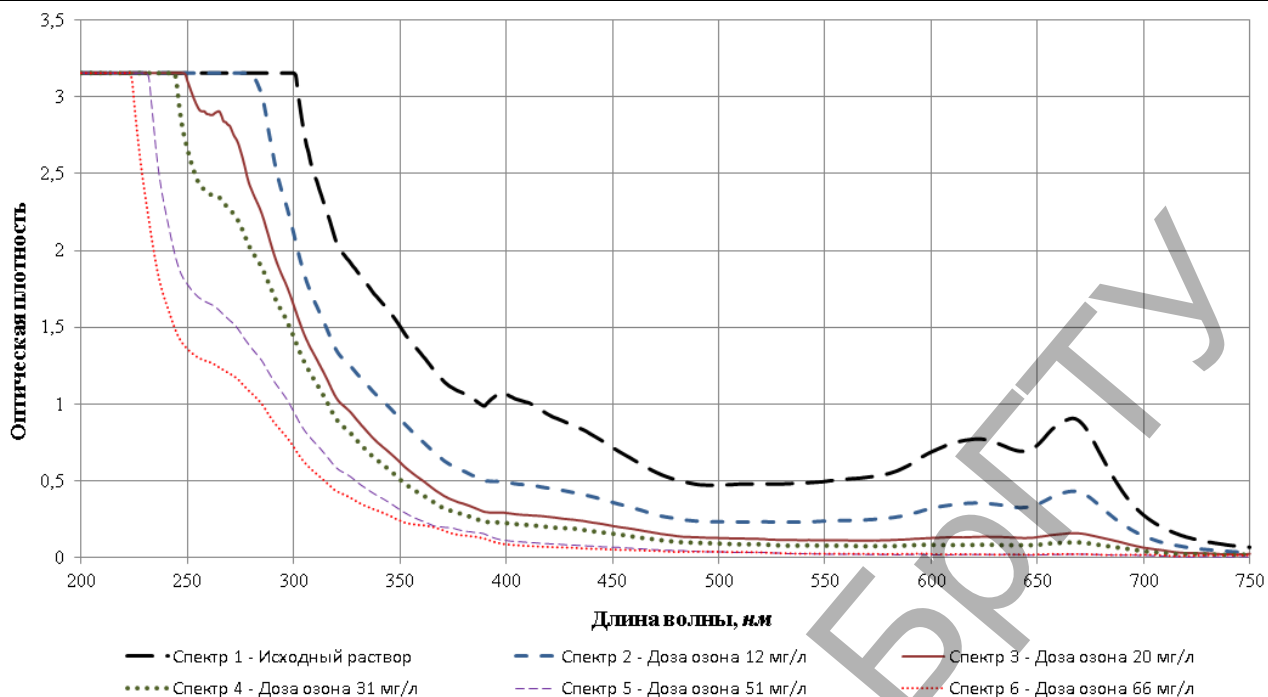


Рис. 5. Спектры поглощения активного стока (проба № 1), обработанного различными дозами озона (разбавление в 10 раз)

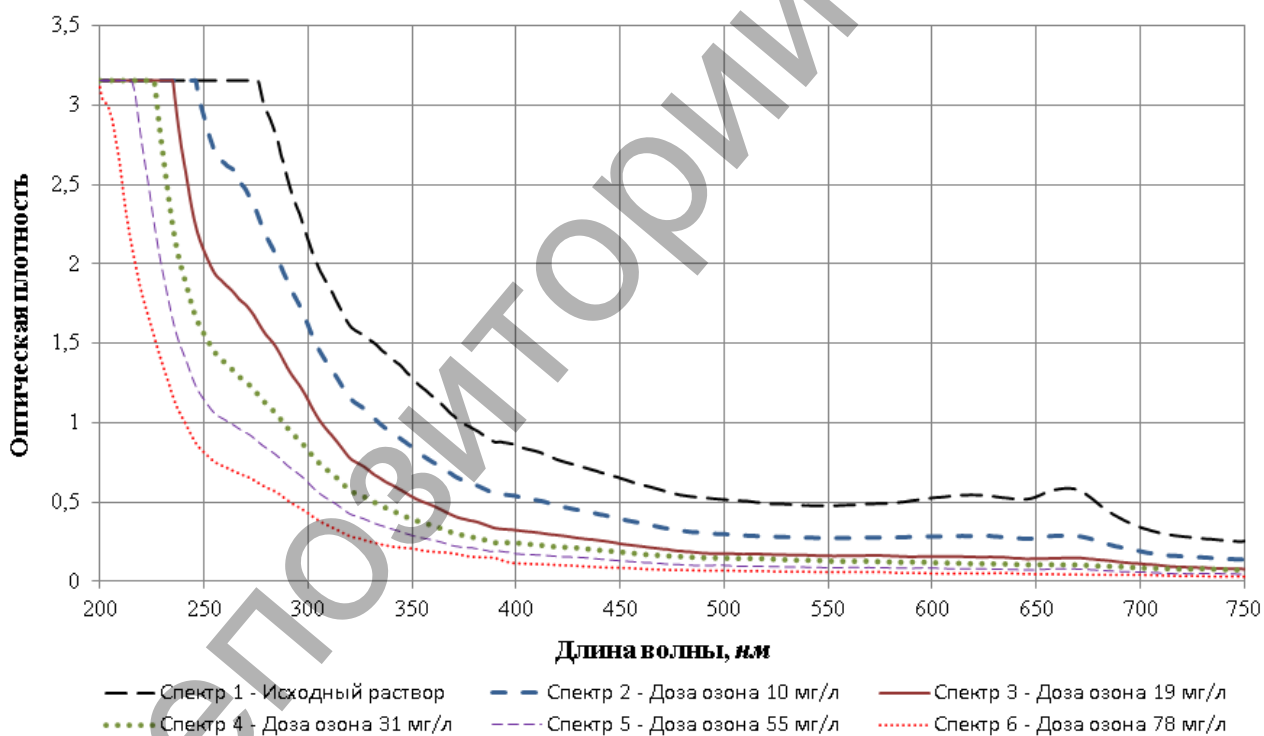


Рис. 6. Спектры поглощения стока из усреднителя (проба № 2), обработанного различными дозами озона (разбавление в 5 раз)

дозе озона, составляющей 20 мг/л (спектр 3), красители, присутствующие в исходном стоке, были полностью разрушены, что доказывается исчезновением характерных пиков поглощения на длинах волн 620 и 670 нм. При дальнейшем увеличении дозы озона происходило разрушение окрашенных продуктов деструкции исходных красителей, при этом снижение интенсивности поглощения в видимой области с увеличением дозы озона было не таким значительным. Немного другая картина при обработке пробы № 1 озоном наблюдалась в ультрафиолетовой области спектра. Поглощение в данной области также с увеличением дозы озона снижалось, однако

не так существенно, как в видимой области. Это объясняется тем, что в ультрафиолетовой области спектра в той или иной степени поглощают практически все органические вещества. Поэтому при разрушении красителей поглощение в видимой области спектра снижалось до очень низких значений, а в ультрафиолетовой — пропорционально введенной дозе озона.

Спектр 1 на рисунке 6 соответствует необработанному озоном образцу сточной воды из усреднителя. При изучении данного спектра также обнаруживаются два максимума поглощения на длинах волн 620 и 670 нм, аналогично пробе № 1. Это объясняется тем, что в

усреднитель попадают промывные воды после активного крашения, которые не обрабатываются. При озонировании данного стока снижение поглощения в видимом диапазоне с увеличением дозы озона аналогично предыдущей серии экспериментов с пробой № 1. По мере увеличения дозы озона поглощение в видимом диапазоне уменьшалось до низких значений, однако поглощение в ультрафиолетовом диапазоне спектра оставалось значительным. Это говорит о том, что сточная вода, несмотря на незначительную окраску после озонирования, содержала много органических загрязнений, для удаления которых при необходимости надо использовать другие методы очистки.

Другим важнейшим показателем загрязнения сточных вод, который можно снижать с помощью озонирования, является химическое поглощение кислорода (ХПК). Авторами были выполнены исследования механизма взаимодействия озона с органическими веществами [5, 6]. Существует два различных механизма взаимодействия озона с органическими веществами — присоединение по двойным связям и взаимодействие по радикальному механизму. В первом случае молекула озона полностью входит в состав вновь образующихся продуктов окисления, а при взаимодействии по радикальному механизму только один атом кислорода из трех, образующих молекулу озона, входит в состав продуктов окисления, два других выделяются в виде молекулы кислорода. При протекании реакции озонирования по механизму присоединения снижение ХПК будет прямо пропорционально введенной дозе озона, а при протекании реакции по радикальному механизму — пропорционально одной трети введенной дозы озона. Как было показано в работе [6] в большинстве случаев происходит одновременное протекание реакций как по радикальному механизму, так и по механизму присоединения.

На рисунке 7 представлена зависимость ХПК от дозы озона при озонировании для стока из усреднителя (проба № 2). Данная зависимость была получена путем определения ХПК озонированных проб, полученных при выполнении экспериментов по снижению окраски стока из усреднителя. ХПК определялось арбитражным методом, подробно описанным в [4].

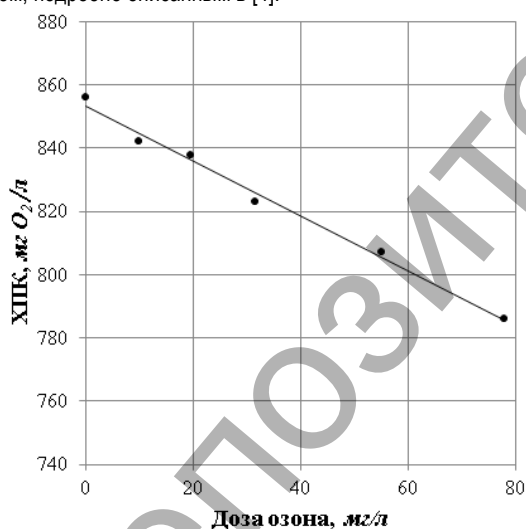


Рис. 7. ХПК озонированного стока из усреднителя (проба № 2), обработанного различными дозами озона

Как показывает график, представленный на рисунке 7, снижение ХПК происходило пропорционально дозе озона. Величина снижения ХПК практически равнялась дозе озона, что свидетельствует о протекании реакции по механизму присоединения. Это объясняется тем, что при обработке стока, содержащего органические красители, озон в первую очередь взаимодействует с двойными связями молекул красителя именно по механизму присоединения. Несмотря на очень высокую эффективность использования озона при обработке данного стока, значительное снижение ХПК методом озонирования нерационально, поскольку требуется очень большой удельный расход озона. К примеру, для снижения ХПК стока из усреднителя от исходного значения 856 мг O₂/л до значения 750 мг O₂/л, разрешен-

ного к сбросу в городскую водоотводящую сеть, потребуется доза озона 106 мг O₂/л. С учетом расхода стока из усреднителя 2000 м³/сут, требуемая мощность озонатора даже при 100%-м использовании озона для снижения ХПК составит около 9 кг/ч. Такое озонаторное оборудование имеет высокую стоимость. Поэтому, более эффективно снизить ХПК другими методами очистки, а озонирование использовать только для снижения интенсивности окраски сточных вод до нормативных показателей.

Заключение. Как показывают выполненные экспериментальные исследования, озонирование как активного стока, так и основного стока из усреднителя позволяет эффективно снизить интенсивность окраски сточных вод до нормативных показателей. Приведенные выше спектры поглощения обработанных озоном проб воды доказывают, что озон селективно разрушает молекулы красителя, и только после полного разрушения молекул, содержащих кратные связи, он начинает взаимодействовать с органическими веществами как неселективный окислитель. В связи с этим появляется возможность совершенствования технологической схемы очистки сточных вод ОАО «Свитанак».

Двухступенчатая схема очистки, представленная на рисунке 1, была создана с целью необходимости снижения окраски сточных вод, которая неэффективно снижается электрохимическими методами очистки. Поэтому сток, содержащий активные красители, собирается и обрабатывается отдельно электрохимическим методом, а обработанный сток, который остается все еще довольно сильно окрашенным, подается в общий усреднитель, после которого общий сток также обрабатывается различными методами очистки, в том числе и электрохимическими. Однако известно, что электрохимические методы очистки являются очень дорогостоящими и рекомендуются к использованию при сравнительно небольших расходах сточных вод (не более 100...200 м³/сут). Недостатками электрохимических методов очистки являются: высокий расход электроэнергии, образование большого количества осадка, необходимость периодической замены дорогостоящих электродов, повышенные требования к технике безопасности из-за выделения в процессе электролиза взрывоопасных газов, возможность поражения электрическим током. Поэтому в настоящее время существующую схему очистки сточных вод ОАО «Свитанак» можно считать технологически неоправданной и экономически неэффективной.

С учетом основных требований, предъявляемых к очищенной сточной воде ОАО «Свитанак» (ХПК – 750 мг O₂/л; взвешенные вещества – 500 мг/л; нефтепродукты – 25 мг/л; СПАВ – 10 мг/л; интенсивность окраски по степени разбавления не более 1:20) и применения озонирования в качестве одного из методов очистки сточных вод можно предложить более простую и экономически эффективную технологическую схему очистки без использования электрохимических методов. Данная схема представлена на рисунке 8.

В схеме, представленной на рисунке 8, основными технологическими процессами очистки являются коагулирование совместно с флокулированием и озонирование. Для выделения образующихся нерастворимых загрязнений используются процессы отстаивания, флотации и фильтрации. Все используемые технологические процессы в представленной выше схеме более надежны и предсказуемы по сравнению с электрохимическими методами очистки. Технологическая схема, представленная на рисунке 8, по сравнению со схемой, представленной на рисунке 1, позволила бы повысить стабильность очистки сточных вод до требуемых показателей, упростить эксплуатацию очистных сооружений, значительно уменьшить количество образующегося осадка, снизить эксплуатационные затраты, практически полностью обесцветить выпускаемые сточные воды.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Житенев, Б.Н. Спектрометрические исследования влияния дозы озона на степень деструкции красителей в водных растворах / Б.Н. Житенев, С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2012. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 26–32.

- Житенев, Б.Н. Применение озона для снижения окраски сточных вод текстильных предприятий легкой промышленности / Б.Н. Житенев, С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2010. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 90–97.
- Житенев, Б.Н. Применение озона для снижения окраски сточных вод предприятий легкой промышленности на примере ОАО «Брестский чулочный комбинат» / Б.Н. Житенев, С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Проблемы водоснабжения, водоотведения и энергосбережения в западном регионе Республике Беларусь: материалы Международной науч.-технич. конф., посвящ. 65-летию победы в Великой Отечественной войне, Брест, 22–23 апреля 2010 г. / БрГТУ; редкол.: С.В. Басов [и др.]. – Брест, 2010. – С. 284–289.
- Лурье, Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1984. – 447 с.
- Белов, С.Г. Исследование деструкции формальдегида в водных растворах с помощью озона / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2014. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 54–58.
- Белов, С.Г. Исследование эффективности применения озона для очистки сточных вод от органических загрязнений различных классов / С.Г. Белов, Г.О. Наумчик // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2014. – № 2: Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология. – С. 72–78.

Материал поступил в редакцию 01.06.15

BELOV S.G., NAUMCHIK G.O. Application of ozonation for processing of the sewage jsc “Svitanak” for the purpose to reach normative indices

The article deals with the research of the possibility of application of ozonation to solve the problem of lowering intensity of colouring of the sewage of the venture JSC “Svitanak” down to normative indices. The technological system of purification existing at the moment, which is based on electrochemical methods is very complicated and doesn’t allow to lower considerably intensity of sewage colouring. Thus the authors have done some research in the branch of decolourizing of the real sewage, got from JSC “Svitanak”, using the ozonation method. The research has shown that ozone allows to lower the sewage colouring effectively at different stages of its application in a technological scheme of purification. According to achieved results a new technological scheme of purification of Svitanak’s sewages has been proposed with the usage of ozonation. In case it is realized we’ll get the opportunity to simplify the technological process of purification of the sewage, to lower exploitation costs, to reduce quantity of sewage sludge, to lower the intensity of sewage colouring to normative indices.

УДК 628.316

Белов С.Г., Наумчик Г.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ХИНОНОВ В ПРОЦЕССЕ ОЗОНИРОВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Введение. Сточные воды текстильных предприятий часто содержат фенолы, которые могут попадать в сточные воды в процессе отделки тканей в составе отделочных препаратов. Также фенолы могут образовываться при неполной деструкции красителей, содержащих в своих молекулах фенольные остатки. Содержание фенолов в сточных водах текстильных предприятий может колебаться в пределах от 0 до 100 мг/л.

Фенолы в водных растворах легко разрушаются озоном [1]. В работе [2] приводятся данные по очистке сточных вод, содержащих фенолы, методом озонирования. Рекомендуется применять дозу 1...1,5 моль озона на 1 моль фенола, при этом процесс окисления фенолов происходит не до полного исчерпания окисляющихся продуктов, а только до разрушения ароматического ядра.

Механизм и кинетика реакции озона с фенолом изучены слабо, а опубликованные результаты противоречат друг другу. Например в работе [3] приводятся данные, что при окислении фенолов озон атакует С–Н связь в α-положении к гидроксилу и образуется новая оксигруппа, хотя в работе [4] принимается, что озон на начальной стадии окисления отрывает водород от гидроксигруппы, при этом образуется хинон. Т.е. при неполном окислении фенолов существует высокая вероятность образования хинонов, которые являются более

токсичными соединениями для окружающей водной среды, чем исходные фенолы [2].

Существует высокая вероятность образования хинонов при озонировании сточных вод, содержащих некоторые виды красителей. Например, в статье [5] приводится вероятное уравнение реакции взаимодействия красителя, содержащего фенольные группы при невысокой удельной дозе озона по отношению к разрушаемому красителю (схема 1).

В данном уравнении реакции молекула исходного красителя в первую очередь атакуется озоном по двойной азосвязи (—N=N—). В результате ее разрыва при указанном в уравнении реакции стехиометрическом соотношении образуется сульфокислота нитрозоафтохинона и хлорнитрофенол. Оба данных соединения являются более токсичными, чем исходный краситель.

Поскольку до настоящего времени механизм взаимодействия озона с фенолами и органическими веществами, содержащими фенольные группы, достаточно подробно не исследован, т.е. дополнено неизвестно, образуются ли хиноны при озонировании фенольных соединений, является актуальным провести экспериментальные исследования по озонированию растворов фенолов и красителей, содержащих фенольные группы. Результаты данных ис-

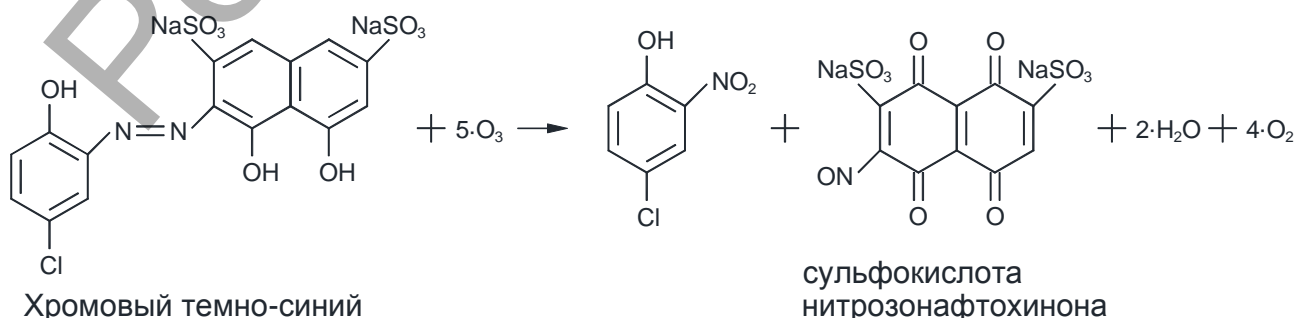


Схема 1