

УДК 687.02

**МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ОТ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ**

**METHODS OF WASTEWATER TREATMENT
OF TEXTILE INDUSTRY FROM ORGANIC COMPOUNDS**

*А.А. АБДУОВА, Г.М. ИЗТЛЕУОВ, А.Ж. ДАЙРАБАЕВА, Б.У. БАЙБАТЫРОВА,
Г.Д. КЕНЖАЛИЕВА, Р.А. КОНАШЕВА*

*A.A. ABDUOVA, G.M. IZTLEUOV, A.ZH. DAIRABAEVA, B.U. BAIBATYROVA,
G.D. KENZHALIYEVA, R.A. KONASHEVA*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)

(M.Auezov South-Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: aisulu.abduova@mail.ru

Известно, что предприятия текстильной промышленности потребляют технологическую воду в больших количествах (150...350 м³/т готовой продукции). Основная масса воды приходится на долю красильно-отделочных производств (ОП), сточные воды которых содержат значительные количества органических и минеральных примесей, до 30...35% потребляемого

в технологических процессах количества красителей, синтетические поверхностно-активные вещества (ПАВ), шлихтующие и другие препараты. По целому ряду показателей сточные воды этих производств не удовлетворяют требованиям приема стоков в городскую систему канализации.

Основной вклад в нагрузку на стоки дает незафиксированная часть красителей, среди которых выделяются два основных класса: азо- и антрахиноновые, отличающиеся высокой токсичностью и стойкостью к биоразложению. В большинстве стран не разрешается сбрасывать окрашенные сточные воды в муниципальную канализационную сеть или напрямую в водоемы. Поэтому удаление окраски (обесцвечивание) сточных вод является одной из важных проблем красильно-отделочных производств перед сбросом стоков в городские очистные сооружения.

It is known that textile enterprises consume process water in large quantities (150-350 m³/t of finished products). The bulk of the water falls on the share of dyeing and finishing industries (OP), wastewater which contain significant amounts of organic and mineral impurities, up to 30-35 % of the amount of dyes consumed in technological processes, synthetic surfactants (surfactants), dressing and other preparations. On a number of indicators of the waste water of these industries do not meet the requirements of the receiving wastewater to the city sewer system.

The main contribution to the load on the effluent gives unfixed part of the dyes, among which there are two main classes: azo-and anthraquinone, characterized by high toxicity and resistance to biodegradation. In most countries, it is not permitted to discharge colored wastewater into the municipal sewer system or directly into water bodies. Therefore, the removal of color (discoloration) of wastewater is one of the important problems of dyeing and finishing industries before discharge of wastewater to urban treatment facilities.

Ключевые слова: текстильная промышленность, отделочное производство, сточные воды, технологическая вода, очистка.

Keywords: textile industry, finishing production, waste water, process water, cleaning.

Методы, направленные на решение проблем очистки сточных вод от органических соединений (процессы флотации, адсорбции, электролиза), требуют совершенствования ввиду недостаточной их эффективности, больших затрат энергии и реагентов, не обеспечивая при этом требуемый уровень очистки стоков.

Более перспективными являются окислительные методы очистки сточных вод с использованием экологически чистых окислителей (пероксида водорода, озона) и различных активаторов (солей двухвалентного железа, УФ-облучения). Однако в этом случае также требуются дополнительные затраты энергии, возникают вторичные загрязнения стоков.

В связи с вышеизложенным становится понятным, что разработка недорогого высокоэффективного метода очистки стоков красильно-отделочных производств, содержащих в своем составе токсичные органические ингредиенты, могла бы привести не только к сокращению сброса вредных веществ в канализационную сеть, уменьшению энергетических затрат, но и к организации производства с частичным или полным возвратом воды на технологические нужды, то есть к организации системы оборотного водопользования.

В этом плане наиболее перспективным представляется метод каталитической деструкции органических соединений (красителей и фенолов), входящих в состав стоков

ОП, с применением для ускорения процесса катализаторов волокнистой структуры. Важным преимуществом таких катализаторов, по сравнению с гранулированными, является развитая внешняя поверхность, что облегчает доступ реагирующих веществ к активным центрам катализатора во время реакции. Это приводит к резкому снижению внутридиффузионных сопротивлений и переводу катализируемых процессов во внешне диффузионную область. Перспективность применения катализаторов волокнистой структуры состоит еще и в том, что использование текстильной техники и технологии позволяет изготавливать из синтетических комплексных мономеров различные конструктивные изделия, удобные для размещения катализатора в аппарате. Текстильные материалы можно изготавливать в виде тканых сеток, трикотажных объемных полотен, нетканых материалов, удобных для создания тех или иных геометрических конструкций. Их применение дает возможность значительно снизить материалоемкость, разнообразить геометрию каталитических пакетов, упростить монтаж и эксплуатацию контактных устройств. Большое разнообразие пространственного размещения катализатора в аппарате и вариантов текстильных структур позволяет управлять гидравлическими сопротивлениями и интенсивностью режимов контакта фаз в аппарате. Следует отметить, что фенолы, в большинстве случаев, как и красители, являются биологически трудно разлагаемыми веществами, а определенные соединения (хлорированные фенолы) особо пагубно влияют на микроорганизмы, входящие в состав активного ила. Поэтому актуальной является проблема снятия нагрузки по фенолам перед подачей стоков на биообработку.

В связи с вышесказанным на практике схема очистки сточных вод ОП, как правило, включает в себя не один, а набор физических, химических и биологических методов. Несмотря на то, что адсорбционные процессы нашли широкое применение в технологии обработки стоков, следует отметить и ряд их существенных недостатков: относительно высокая себестоимость

для обезвреживания отдельных поллютантов, обусловленная, в частности, проблемой регенерации сорбентов; процессы, в большинстве случаев, достаточно медленны и скорость определяется внутридиффузионными сопротивлениями; являясь катализаторами, АУ повышают реакционную способность многих соединений, из-за чего возможны побочные реакции, приводящие к образованию токсичных продуктов и др.

Используются также процессы электролиза в основном для разрушения биологически токсичной органики (красителей, фенолсодержащих соединений) до более простых веществ. Однако они достаточно дороги, поскольку требуют высоких затрат электроэнергии.

Среди предложенных методов очистки стоков в последнее время большое внимание уделяется окислительным методам. В большинстве случаев в качестве окислителя используется экологически чистый пероксид водорода. Для повышения окислительной способности он, как правило, применяется в сочетании с различными активаторами: солями двухвалентного Fe (реактив Фентона), УФ-облучением, пероксидазой. Окислителями также могут являться озон и гипохлорит натрия. Эти методы могут быть достаточно эффективными для деструкции различных классов красителей и фенолсодержащих соединений. В то же время использование реактива Фентона приводит к образованию твердых отходов и к необходимости их утилизации. Стоимость обработки стоков от фенола составляет в среднем 5 \$/л. Это достаточно дорого, особенно по сравнению с биологической очисткой.

Использование УФ-облучения также требует дополнительных затрат энергии. Процессы озонирования и окисления $NaOCl$ оказываются достаточно вредными с экологической точки зрения для обработки сточных вод от красителей и фенолов вследствие образования токсичных продуктов: хлорорганических соединений, ароматических аминов и др., являющихся еще более "опасными" соединениями по сравнению с исходными поллютантами.

Применение биологической очистки сточных вод обусловлено ее относительно

низкой себестоимостью. До 1982 г. использовалась, главным образом, лишь аэробная обработка сточных вод, при которой в воду поступает кислород или воздух, потребляемый микроорганизмами, обезвреживающими органические загрязнения. В последнее время в качестве источника кислорода для микроорганизмов стали применять также сульфаты, нитраты, диоксид углерода [1].

Однако исследования биологической очистки сточных вод, содержащих органические красители, и опыт эксплуатации биологических очистных сооружений ряда зарубежных предприятий показывают, что вышеуказанные сточные воды не могут быть полностью обесцвечены. Снижение интенсивности окраски этих стоков происходит на 30...35%, главным образом за счет сорбции красителей на активном иле.

Для повышения эффективности биодegradации активно используют биосорбцию и биодegradацию на сорбенте с естественной микробной активностью.

Хорошие результаты по очистке стоков от хлороорганических соединений получены при сочетании биологической обработки и окислительного метода. Использование предокисления органических соединений пероксидом водорода привело к увеличению скорости аэробной дegradации трихлорэтилена на 20%, а пентахлорфенола – на 40% [2].

При рассмотрении методов биоочистки промышленных сточных вод следует отметить, что для предотвращения гибели микроорганизмов концентрация токсичных для них веществ должна быть ниже определенного уровня. Поэтому биообработка должна предусматривать стадии количественной и качественной оценки загрязненности стока и предварительное обезвреживание вредных для микроорганизмов веществ.

Вследствие невысокой скорости прямого окисления органических красителей и фенолсодержащих соединений в последнее время достаточно большое внимание уделяется использованию метода их каталитического окисления в очистке сточных вод текстильных предприятий. При этом предлагается применять как гетерогенный, так и гомогенный катализ.

Для окисления фенолов предлагают использовать оксиды Cu, Ni, Zn, Co на различных твердых носителях.

В качестве катализаторов можно использовать оксиды Si, Zn, Co на пористом цементном носителе. Положительные результаты по деструкции фенола были получены при использовании CuAl_2O_4 , NiAl_2O_4 на алюмосиликатом носителе. Процесс проводили при температуре 140 °С и давлении 0,9 МПа. В качестве окислителя применялся кислород. Однако степень конверсии фенола составила 40% и 10% для Cu и Ni катализаторов соответственно. При этом в процессе каталитического окисления наблюдали потери активных компонентов вследствие вымывания оксидов металлов с подложки и уменьшения со временем каталитической активности.

Есть предложения для обесцвечивания окрашенных сточных вод, содержащих различные типы органических красителей, использовать в качестве катализаторов пористые оксиды Mn, известные как октаэдральные молекулярные сита, с добавлением в их структуру солей металлов переменной валентности. Окислителем, как правило, предлагается экологически чистый пероксид водорода. Например, исследована возможность использования оксидно-Mn катализатора, содержащего ионы Fe^{3+} , Cr^{3+} , Co^{2+} для разрушения основных красителей. Установлено, что наиболее активными катализаторами являются комплексы с Fe, Cr, и Co. При этом с ростом концентрации указанных элементов (до 35 мг на 50 мл раствора) их активность возрастает. В то же время активность катализатора начинает уменьшаться через 30 мин проведения процесса, как полагают авторы статьи, вследствие восстановления активных центров катализатора и перехода Mn в раствор.

Известно, что многие окислительно-восстановительные реакции катализируются комплексами металлов переменной валентности, где в качестве лигандов или хелатообразующих веществ используются функциональные группы полимеров.

По широте применения на первое место необходимо поставить ионообменные смолы – иониты, которые уже более 30 лет ис-

пользуются в промышленности как катализаторы кислотно-основного действия. Иониты представляют собой сшитые полимеры, имеющие в молекуле специфические функциональные группы, которые способны посылать в раствор как катионы, так и анионы. В зависимости от характера генерируемых ионов смолы обладают свойствами либо полимерных твердых кислот (катиониты), либо полимерных твердых оснований (аниониты).

Использование ионитов в качестве катализаторов имеет те преимущества, что благодаря более легкому воздействию ионообменных групп уменьшается протекание побочных реакций; продукты реакции и катализатор легко разделяются фильтрованием; устраняется коррозионное действие кислот на металл, что упрощает конструктивное оформление процесса.

Смолы с активными группами на основе солей четвертичного аммония или фосфониевых ионов являются промышленными катализаторами реакции спиртов с изоцианатами при получении полиуретанов [3].

ВЫВОДЫ

Анализируя вышеописанные методы, следует отметить, что несмотря на большое многообразие эксплуатируемых на практике и рекомендуемых технологических схем, проблема поиска недорогих и эффективных способов остается весьма актуальной. Желательна разработка таких методов, когда не возникает вторичных загрязнений, снижается количество стоков, осуществляется повторное использование очищенных вод в технологических процессах, уменьшаются энергетические и реагентные расходы, капитальные затраты и т.п.

В этом плане заслуживает внимания метод каталитического окисления токсичных

органических ингредиентов сточных вод [4] с применением для ускорения процесса различных катализаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Abduova A.A., Myrhalikov Zh.U., Janpaizova V.M., Satayev M.I.* Rational Use of Refined Sewage Waters in Light Industry for Tree Plantations Irrigation // *Textile Industry Technology Scientific and Technical Journal*. – 2015, № 1. P. 122...135.

2. *Abduova A.A., Dzhumabekov A.A., Maliktayulian M., Zhumabekov A.* Optimization of the Choise of the Sewage Treatment Method and Device at Industrial Enterprises // *World Applied Sciences Journal*. – 30(1): 76-82, 2014. ISSN 1818-4952 IDOSI Publications. P.85...88.

3. *Abduova A.A., Janpaizova V.M.* Technical improvement of wastewater treatment. Global science and innovation // *Materials of the I international scientific conference*. Vol.2.Chicago, USA. 2013. P. 102...109.

4. *Грушко Я.М.* Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. – Л: Химия, 1982.

REFERENCES

1. *Abduova A.A., Myrhalikov Zh.U., Janpaizova V.M., Satayev M.I.* Rational Use of Refined Sewage Waters in Light Industry for Tree Plantations Irrigation // *Textile Industry Technology Scientific and Technical Journal*. – 2015, № 1. P. 122...135.

2. *Abduova A.A., Dzhumabekov A.A., Maliktayulian M., Zhumabekov A.* Optimization of the Choise of the Sewage Treatment Method and Device at Industrial Enterprises // *World Applied Sciences Journal*. – 30(1): 76-82, 2014. ISSN 1818-4952 IDOSI Publications. P.85...88.

3. *Abduova A.A., Janpaizova V.M.* Technical improvement of wastewater treatment. Global science and innovation // *Materials of the I international scientific conference*. Vol.2.Chicago, USA. 2013. P. 102...109.

4. *Grushko Ya.M.* Vrednye organicheskie soedineniya v promyshlennykh stochnykh vodakh. – L: Khimiya, 1982.

Рекомендована кафедрой экологии. Поступила 22.01.20.