ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КОАГУЛЯНТОВ И АДсорБЕНТОВ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Амонова Матлуба Мухтаровна

д. ф. х. н. (PhD),

Бухарский государственный медицинский институт,

Республика Узбекистан, г. Бухара

E-mail: lyuba-ali-1988@mail.ru

Мухиддинов Баходир Фахриддинович

д-р. хим. наук, профессор,

Навоийский государственный горный институт,

Республика Узбекистан, г. Навои

E-mail: muhiddinov.b@mail.ru

STUDY AND INFLUENCE OF CONCENTRATION OF COAGULANTS AND ADSORBENTS IN TEXTILE WASTEWATER TREATMENT

Matluba Amonova

(PhD),

Bukhara State Medical Institute,

Uzbekistan, Bukhara

Bahodir Muhiddinov

Dr. chem. sciences, professor,

Navoi State Mining Institute,

Uzbekistan, Navoi,

АННОТАЦИЯ

Исследованы адсорбционных характеристик различных типов композиционных адсорбентов-коагулянтов-флокулянтов в сочетании с алюминий сульфатом с органическим полимером. Установлено, что изотерма адсорбции катионных композиционных коагулянтов-флокулянтов соответствует закону адсорбции Ленгмюра и характеризуется параметрами адсорбции монослоя, что повышает их способность к нейтрализации электрического заряда. Анионные композиционные коагулянты-флокулянты повышают адсорбционную способность и способность к образованию мостиковых связей с помощью органических полимеров, демонстрируя при этом свойства, характерные для многослойной адсорбции.

Выявлено, что максимальная очистка (93-95%) сточных вод достигается при концентрации бентонита 6 г/л, флокулянт ПАА 0,5 г/л и коагулянтов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ и NaHSO_3 соответственно 1,0 и 0,75 г/л. Установлено и рекомендовано оптимальный состав композиции для очистки сточных вод текстильного производства от красителей, ПАВ и других примесей.

ABSTRACT

In particular, it was noted that under the same conditions, the rate of flocculation and the rate of deposition of composite coagulants-flocculants are higher than those of polyaluminium sulfate. This fact is explained by the beneficial properties of an organic polymer to form large flocs in a short time, due to the presence of a long chain in its molecule. The study is devoted to the study of the adsorption characteristics of various types of composite adsorbents-coagulants-flocculants in combination with aluminum sulfate with an organic polymer.

It was found that the adsorption isotherm of cationic composite coagulants-flocculants corresponds to the Langmuir law of adsorption and is characterized by the adsorption parameters of a monolayer, which increases their ability to neutralize an electric charge. Anionic composite coagulants-flocculants increase the adsorption capacity and the ability to form bridging bonds with organic polymers, while demonstrating properties characteristic of multilayer adsorption.

It was revealed that the maximum purification (93-95%) of wastewater is achieved at a bentonite concentration of 6 g/l, a PAA flocculant of 0.5 g/l and coagulants $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ and NaHSO_3 , respectively, 1.0 and 0.75 g/l. The optimal composition of the composition for the purification of waste water from textile production from dyes, surfactants and other impurities has been established and recommended.

Ключевые слова: очистка, эффективность, адсорбент, бентонит, коагулянт, сульфат алюминий, гидросульфит натрия, флокулянт, полиакрил-амид-ПАА, состав, электрофлотация.

Keywords: purification, efficiency, adsorbent, bentonite, coagulant, aluminum sulfate, sodium hydrosulfite, flocculant polyacrylamide-PAA, composition, electroflotation.

Сточные воды текстильной промышленности имеют весьма сложный состав и высоко токсичны, они представляют собой серьезную экологическую опасность. Очистка сточных вод хлопкоперерабатывающих предприятий-это многостадийный процесс, требующий правильной поэтапной очистки, поскольку побочные продукты могут быть токсичными. Также текстильные стоки требуют применения комплексного сочетания методов очистки способствующих более полному удалению ПАВ, неорганических и органических веществ, красителей, взвешенных веществ и солей. Со сточными водами текстильных предприятий поступают в поверхностные водные объекты-ПАВ, нефиксированные красители, взвешенные вещества, соли, органические и неорганические соединения и другие загрязняющие вещества [1].

Окрашивание воды в водоеме, помимо негативного влияния на его кислородный режим, способствует угнетению процесса самоочищения вследствие изменения светопрозрачности воды и нарушения процессов фотосинтеза. Содержание в сточных водах красителей, окислителей, реагентов, ПАВ приводит к гибели в водоемах организмов, населяющих их, и изменению органолептических свойств. Поэтому применяются различные методы очистки сточных вод, в том числе фильтрование, коагуляция, флокуляция, электрокоагуляция, электрофлотация и электрохимическая деструкция, для снижения содержания в них красителей, применяемых в производстве [2,3].

Известно, что текстильное производство является основным потребителем большого количества воды – на производство 1 кг ткани затрачивается примерно 100–200 литр воды.

Сточные воды текстильного производства в качестве основных загрязнителей содержат взвешенные вещества, нефиксированные красители, соединения тяжелых металлов, поверхностно активные вещества, вредные органические соединения и др. Поэтому очистка сточных вод текстильных производств от этих загрязнителей является важной задачей охраны окружающей среды экологии на предприятиях.

Анализируя современное состояние методов очистки сточных вод от красителей, следует отметить их разнообразие, при этом сохраняется актуальность и перспективность оптимизации существующих и поиск новых методов очистки, а также создание новых высокоэффективных и экономически рациональных технологий обезвреживания сточных вод от красителей и других загрязняющих веществ [4,5].

Существующие методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические. В случае когда же они применяются вместе, то метод очистки и

обезвреживания сточных вод называется комбинированным.

Следует отметить, что комбинированный метод наиболее часто используется во многих технологических схемах очистки сточных промышленных вод для снижения содержания нефиксированных красителей после промывки взвешенных дисперсных частиц и извлечения ряда загрязнителей, а эффективность его во многом зависит от типа и состава [6].

Все применяемые химические реагенты играющие роль сорбента, коагулянта и флокулянта должны удовлетворять следующим требованиям: обладать высокой сорбционной способностью, химической и термической стойкостью, высокой пористостью, хорошими адгезионными, коагуляционными и флокулирующими свойствами по отношению к удаляемым загрязнениям. Кроме того, они также должны легко регенерироваться и иметь относительно низкую стоимость [7,8].

В данной работе приводятся результаты исследования по использованию адсорбента из местного минерального сырья бентонита Навбахорского месторождения в комплексном сочетании с коагулянтами, сульфатом алюминия, полиакриламидом и бисульфитом натрия.

Исследованы влияние зависимости снижения интенсивности окрашивания сточных вод от содержания бентонита в присутствии коагулянтов, результаты которых приведены на рис.1-4.

Анализ результатов исследования показывают, что эффективность очистки сточных вод, в присутствии бентонита в отдельности недостаточна. Поэтому необходимо вводить в систему одновременно адсорбент и коагулянт.

Совместное использование Навбахорский бентонит с сульфатом алюминия, ПАА и бисульфитом натрия обеспечивает не только высокую степень обесцвечивания, но и хорошо очищает воду от высокодисперсной частиц и присутствующих в ней ПАВ.

С целью выявления природы коагулянтов на эффективности снижения интенсивности окраски при варьировании концентрации бентонита от 1 г/л до 7 г/л в нем вводили ПАА, $Al_2(SO_4)_3$ и $NaHSO_3$, соответственно 0,25 г/л; 0,75 г/л; 0,375 г/л.

Из полученных данных видно, что степень очистки сточных вод адсорбентом в присутствии коагулянтов значительно выше (84-95%), чем только с бентонитом (70-72%). Причем, снижение эффективности окрашивания в системе адсорбент – ПАА достигает максимального значения 93-95% при концентрации полиакриламида 0,25 г/, а в системе адсорбент – $NaHSO_3$ и адсорбент – $Al_2(SO_4)_3$ соответственно составляет 84-86% и 87-95% [9].

Также нами были исследованы осветления сточной воды от красителей, ПАВ и других

примесей коагулянтом в зависимости от соотношения коагулянтов. Анализ результатов исследования видно, что степень снижения интенсивности окрашивания увеличивается при увеличении концентрации бентонита, ПАА,

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, NaHSO_3 и достигает максимального значения 91-95% в 4,0-5,0 г/л для бентонита 0,25-0,5 г/л для ПАА, 0,75-1,0 г/л для сульфата алюминия и 0,375-0,75 г/л для бисульфита натрия [10].

Рисунок 1. Изменение интенсивности окрашивания сточных вод от содержания бентонита в присутствии коагулянтов

Особенно следует отметить, что наиболее максимальная степень очистки сточных вод текстильного производства наблюдается в системе бентонит–ПАА– $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ – NaHSO_3 , которая составляет 91-95% при соотношении составляющих компонентов 1:0,05:0,15:0,075, соответственно.

Кроме того, отмечено, что на бентоните наблюдается хорошая очистка от высокодисперсной

мути и присутствующих в сточной воде различных ПАВ.

Одним из способов интенсификации разделения фаз после хлопье-образования гидроксидов металлов и их насыщения частицами или молекулами загрязнений является флокуляция дисперсных систем водорастворимыми полимерами [11].

Рисунок 2. Изменение интенсивности окрашивания сточных вод от содержания бентонита и коагулянтов сульфата алюминия и ПАА при различных соотношениях

Уменьшение растворимости ПАВ и красителей с помощью водорастворимых полиэлектролитов также способствует повышению эффективности очистки сточных вод.

Полученных экспериментальных данных представленных на рис. 2-4 зависимость эффективности снижения интенсивности окрашивания от количества

бентонита, сульфата алюминия, ПАА и бисульфит натрия использование бентонита в содержании 5,0 г/л в сочетании с сульфатом алюминия, ПАА и бисульфит натрия в количествах 0,75 г/л, 0,25 г/л и 0,375 г/л, соответственно даёт высокую степень очистки до 93-95% (несколько выше по сравнению с традиционной 66-78%).

Рисунок 3. Изменение интенсивности окрашивания сточных вод от содержания бентонита и коагулянтов сульфата алюминия и бисульфита натрия при различных соотношениях

Также проводили эксперименты для выявления продолжительности фильтрации при средних и максимальных исходных концентрациях взвешенных частиц сточных вод предприятий хлопчатобумажной промышленности с учетом получением оптимальных параметров.

Следует отметить, что продолжительность фильтрации для каждой серии экспериментов принималась одинаковая (1 и 3 часа) и способствовала выявлению

других конструктивных и технологических параметров.

Из полученных данных можно сказать, что при средних концентрациях взвешенных частиц продолжительность фильтрации для сточных вод предприятий хлопчатобумажной промышленности принимается 1,5-2,0 часа, а при максимальных исходных концентрациях – продолжительность межреге-нерационного периода увеличивается до 3 часов.

Рисунок 4. Изменение интенсивности окрашивания от содержания бентонита и коагулянтов при разных соотношениях. Соотношение коагулянтов: $Al_2(SO_4)_3$:ПАА:NaHSO₃

Параллельно при технологических и конструктивных параметрах, обеспечивающих максимальную эффективность по поглащению взвешенных веществ, проводили и анализы по снижению таких показателей, как химическое потребление кислорода (ХПК), и биохимическое потребление кислорода (БПК), неионогенных и анионоактивных ПАВ, результаты которых приведены в таблицах 1 и 2.

Согласно результатам анализа (табл. 1 и 2), средняя эффективность очистки сточных вод первого и второго потоков по ХПК, БПК п. и ПАВ практически не зависит от их исходных значений и колеблется в пределах: 30-34%; 40-41% и 18-19%, соответственно.

Из полученных данных видно, что при применении измельченного бентонита крупностью фракции 0,80-1,06 мм, также обеспечивается довольно высокая эффективность по поглащению взвешенных частиц.

Так, при его исходных значениях порядка 20 мг/л средний показатель достигает до 93,5%, а при максимальных и минимальных исходных концентрациях – 90,8% и 94,6%, соответственно. Поэтому измельченный бентонит можно рекомендовать для глубокой очистки сточных вод предприятий хлопчатобумажной промышленности [12].

Таблица 1.

Показатели глубокой очистки сточных вод 1-го потока на ООО «Имидж текстиль»

Основные показатели	Сточные воды красильного и печатного цехов после очистки в тонкослойном отстойнике					
	Мин.-макс. значения		Эффективность очистки, %	Средние значения		Эффективность очистки, %
	До очистки	После очистки		До очистки	После очистки	
Интенсивность очистки по разведению бирлиги	1:45-1:60	1:30-1:60	9-12	1:55	1:30	10
Взвешенные вещества, мг/л	17-44	4-8	82,7-93,8	39	3,0	92,3
ХПК, мг/л	190-310	120-187	29,0-31,0	261,0	174,0	33
БПКп., мг О ₂ /л	80-158	52-90	36,0-41,9	130	70,0	46
ПАВ, мг/л:	9,0-20,0	6,5-17,0	16,0-21,2	13	4,0	69
pH	6,8-8,4	7,9		7,6	7,9	

Наиболее высокая эффективность по поглащению взвешенных частиц на бентонитовой композиции для сточных вод предприятий хлопчатобумажной промышленности обеспечивается при скорости фильтрации 6-8 м/час, оптимальная же продолжительность фильтрации в зависимости от исходной концентрации взвешенных веществ колеблется от 1,5 до 3,0 часов.

При соблюдении оптимальных конструктивных и технологических параметров обеспечиваются высокие значения эффективности глубокой очистки по следующим показателям: по взвешенным веществам – 91,0-94,6%; по ХПК – 30,0-34,1%; по БПК – 39,1-42,3% и по ПАВ – 69-75% подтверждает целесообразность применения разработанных систем для очистки стоков текстильной промышленности.

Таблица 2.

Показатели глубокой очистки смешанного стока от 2-го потока

Основные показатели	Сток от второго потока после очистки в тонкослойных отстойниках					
	Мин.-макс. значения		Эффективность очистки, %	Средние значения		Эффективность очистки, %
	До очистки	После очистки		До очистки	После очистки	
Интенсивность очистки по разв.	1:7-1:8	1:4-1:7	8-12	1:7	1:6	10
Взвешенные вещества, мг/л	12-18	2,5-4	83-92	17	1,2	93
ХПК, мг/л	170-203	83-120	29,6-32,7	170	110	35
БПКп., мг О ₂ /л	65-110	41-73	39,2-41,3	80	51	36
ПАВ, мг/л:	5,2-15,0	4,0-8,0	19,0-24,5	12	3,0	75
pH	7,9	7,2-7,4		7,9	7,3	

Таким образом, на основе полученных результатов исследования по очистке сточных вод красильно-отделочного цеха хлопчатобумажной промышленности на адсорбентах, полученных из местного минерального сырья Навбахорского

бентонита с последующей совместной коагуляцией сульфатом алюминия, ПАА и бисульфитом натрия показали возможность использования этого эффективного способа удаления из воды окрашивающих органических веществ, ПАВ и других примесей.

Список литературы:

1. Queiroz M. T. A., Queiroz C.A., Alvim L.B., Sabará M.G., Leão M.M. D., & Amorim C.C. (2019). Restructuring in the flow of textile wastewater treatment and its relationship with water quality in Doce River, MG, Brazil. *Gestão & Produção*, 26(1), e1149. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1149-19>
2. Review M.A. Boda1 S.V. Sonalkar2 M.R. Shendge3 Waste Water Treatment of Textile Industry: IJSRD - International Journal for Scientific Research & Development. Vol. 5, Issue 02, 2017 | ISSN (online): 2321-0613. P. 173-176.
3. Соснина Н.А., Терехова Е.Л. Применение физико-химических методов улавливания поверхностно-активных веществ в многокомпонентных сточных водах // Сб. докладов Междунар. науч.-техн. конф. «Энергосберегающие технологии, методы повышения эффективности работы систем и сооружений водоснабжения и водоотведения». - Иркутск: ИрГТУ. 2003. С. 108-112.
4. Молоканов Д.А. Комплексный подход к очистке сточных вод // Экология производства. - 2011. № 5. С. 79-81.
5. Кузнецов Ю.Н. Новая технология очистки промышленных сточных вод // Энергия: экономика, техника, экология. 2008. № 1. С. 52-62.
6. Андреев С.Ю. Разработка и исследование комбинированной технологии очистки сточных вод малых населенных пунктов: / С.Ю. Андреев, А.М. Исаева, А.С. Кочергин; Пенз. гос. ун-т архитектуры и стр-ва. - Пенза: ПГУАС. 2015. 118 с.
7. Hirschler R., Oliveira D.F., & Lopes L.C. (2011). Quality of the daylight sources for industrial colour control. *Coloration Technology*, 127(2), 88-100. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1478-4408.2011.00283.x>
8. Robinson, T., McMullan, G., Marchant, R., & Nigam, P. (2001). Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. *Bioresource Technology*, 77(3), 247-255. [http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524\(00\)00080-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0960-8524(00)00080-8). PMID:11272011
9. Амонова М.М., Равшанов К.А., Амонов М.Р. Изучение доз коагулянтов при очистки сточных вод текстильного производства. // *Universum: химия и биология*. -2019. № 6 (60). С.47-49.
10. Amonova M.M., Ravshanov K.A. Polymeric composition for purification of wastewater from various impurities in textile industry // *Journal of chemistry and chemical technology*. № 10. Moscow. -2019. Vol. 62. №10. P. 147-153.
11. Амонова М.М., Равшанов К.А. Разработка оптимального состава очистки вод текстильного производства // *Proceedings. Book #1. Dedicated to the 96th Anniversary of the National leader of Azerbaijan, Heydar Aliyev. III international scientific conference of young researchers. Baku Engineering University. 2019. 29-30 april. С. 534-536.*
12. Амонова М.М., Равшанов К.А. Каршиева Д.Р. Испытание Навбахорского бентонита в качестве адсорбента для очистки сточных вод // *Международная научно-практическая конференция “Инновационные решения инженерно-технологических проблем современного производства” Бухарский инженерно -технологический институт. 2019. 14-16 ноябрь. С. 59 - 61.*