

ПРИМЕНЕНИЕ ФЛОКУЛЯНТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРИМЕРЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Г. СТАРЫЙ ОСКОЛ БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. И. Прожорина, Л. О. Чадова

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 19 сентября 2010 г.

Аннотация: В статье приведены результаты исследований, позволяющие судить о неудовлетворительной работе Старооскольских очистных сооружений, что негативно сказывается на качестве вод реки Оскол. Рассмотрена возможность усовершенствования процесса очистки сточных вод с помощью современных флокулянтов совместно с неорганическими коагулянтами. Предложена наиболее эффективная марка и доза флокулянта и коагулянта для повышения степени очистки сточных вод очистных сооружений г. Старый Оскол.

Ключевые слова: коагулянт, флокулянт, очищенные сточные воды, очистные сооружения, эффективность очистки сточных вод, химический состав.

Abstract: The article proves the unsatisfactory performance of the town's sewage facilities, which negatively affects the quality of waters of the Oskol River. The possibility of improving the process of wastewater treatment using modern flocculants together with inorganic coagulants has been considered. The article suggests the most effective brand and dose of flocculant and coagulant.

Key words: coagulant, flocculant, purified sewage, sewage facilities, effectiveness of wastewater purification, chemical composition.

Основная причина загрязнения природных вод суши в наши дни заключается в массовом сбросе в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленными предприятиями и коммунальным хозяйством. По данным Минприроды РФ общий объем сбрасываемых в водные объекты страны загрязненных сточных вод составляет 28 км³ в год, причем из них нормативно очищенных – 2,8 км³ (10%) [1].

Белгородская область относится к промышленно развитым регионам, в связи с этим вопрос о сохранении чистоты природных вод стоит достаточно остро. Одной из первоочередных природоохранных задач области является качество работы очистных сооружений.

Цель данной работы заключалась в оценке эффективности работы и исследовании возможности усовершенствования процесса очистки сточных вод очистных сооружений МУП «Водоканал» г. Старый Оскол Белгородской области.

На основании данных среднегодового химического состава очищенных сточных вод, сбрасываемых в р. Оскол, в период с 2006 по 2009 гг. нами

было установлено, что очищенные сточные воды значительно превышают предельно-допустимые концентрации для вод рыбохозяйственного назначения.

Анализ таблицы 1 показывает, что из 22 показателей химического состава очищенных сточных вод 7 ингредиентов не соответствуют нормативным требованиям. Кратность превышения ПДК для этих показателей изменялась в течение всего исследуемого периода времени, но к 2009 году так и осталась на высоком уровне. Так, например, выявлено превышение установленных нормативов по азоту аммонийному в 3,8 раза, азоту нитритов в 15 раз, БПК₅ в 2,9 раза, фосфору фосфатов в 6,15 раз, взвешенным веществам в 1,14 раза, железу общему в 3,1 раза, жирам в 8,3 раза.

Чтобы судить о характере и степени загрязнения реки Оскол под влиянием сбросов очистных сооружений г. Старый Оскол, нами было проведено сравнение фоновых показателей (на 500 м выше источника загрязнения) с показателями качества воды в пробе, отобранной на 1000 м ниже источника загрязнения.

Таблица 1

Превышение норм ПДК в очищенных сточных водах в период с 2006 по 2009 гг.

Показатели	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.
Азот аммонийный, мг/л	7 ПДК	2,8 ПДК	3 ПДК	3,8 ПДК
Азот нитритов, мг/л	7,5 ПДК	40 ПДК	29,5 ПДК	15 ПДК
БПК ₅ , мгО ₂ /л	3,6 ПДК	3,15 ПДК	2,3 ПДК	2,9 ПДК
Фосфор фосфатов, мг/л	9,5 ПДК	8 ПДК	7,5 ПДК	6,15 ПДК
Взвешенные в-ва, мг/л	1,19 ПДК	1,1 ПДК	0,96 ПДК	1,14 ПДК
Железо общ., мг/л	1,6 ПДК	2,4 ПДК	2,1 ПДК	3,1 ПДК
Жиры, мг/л	12,3 ПДК	13,7 ПДК	9 ПДК	8,3 ПДК

Таблица 2

Химический анализ вод р. Оскол до и после сброса сточных вод за 2009 год

Показатель	Фактическая концентрация загрязняющих веществ		ПДК для вод рыбохозяйств. назначения	Кратность превышения ПДК для проб воды после сброса
	до сброса (500 м)	после сброса (1000 м)		
Температура, °С	10,5	12	–	
Прозрачность, см	30-29,3	30-28,9	–	
рН	7,8	7,8	6,5-8,5	
Азот аммонийный, мг/л	0,14	0,7	0,5	1,75
Азот нитритов, мг/л	0,02	0,14	0,02	7
Азот нитратов, мг/л	1,5	1,6	9,1	
Растворенный О ₂ , мг/л	8,5	8,4	не < 6	
ХПК, мгО/л	18,1	20,1	30,0	
БПК ₅ , мгО ₂ /л	2,6	3,0	2,0	1,8
Сульфиды, мг/л	н/о	н/о	отс.	
Фосфор фосфатов, мг/л	0,15	0,45	0,2	0,22
Взвешенные в-ва, мг/л	3,1	3,85	3,85	1,0
Сухой остаток, мг/л	309,6	329,5	1000	
Хлориды, мг/л	17,1	22,2	300	
Сульфаты, мг/л	45,1	47	100	
Железо общ., мг/л	0,16	0,17	0,1	1,7
Никель, мг/л	н/о	н/о	0,01	
Медь, мг/л	н/о	н/о	0,001	
Цинк, мг/л	н/о	н/о	0,01	
Жиры, мг/л	0,9	1,3	0,08	16,25
СПАВ, мг/л	н/о	н/о	0,1	
Нефтепродукты, мг/л	н/о	н/о	0,05	

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать следующие выводы.

1. Фоновые значения концентраций загрязняющих веществ в р. Оскол (до сброса сточных вод городских очистных сооружений) по всем компонентам соответствуют нормативам ПДК для вод рыбохозяйственного назначения. За исключением: Fe_{общ} – в 1,6 раза, что связано с залежами железных руд; БПК₅ – в 1,3 раза объясняется присутствием органических веществ в водоеме.

2. Фактические концентрации загрязняющих веществ в речной воде, отобранной ниже сброса очищенных сточных вод, превышают ПДК по следующим ингредиентам: 1) NH₄⁺ – в 1,75 раза; 2) NO₂⁻ – в 7 раз; 3) БПК₅ – в 1,8 раза; 4) фосфаты – в 0,22 раза; 5) взвешенные вещества – в 1 раз; 6) Fe_{общ} – в 1,7 раза; 7) жиры – в 16,25 раза.

3. Повышение фактических концентраций загрязняющих веществ в речной воде, отобранной ниже сброса сточных вод, свидетельствует о том,

Характеристика марок флокулянтов

№ образца флокулянта	Марка флокулянта	Ионогенность	Действие в области рН
1	Праестол 655 ВС	среднекатионные	1 – 14
2	Праестол 2530	среднеанионные	6 – 10
3	Праестол 853 ВС	сильнокатионные	1 – 14
4	Праестол 851 ВС	слабокатионные	1 – 14
5	Праестол 2515	слабоанионные	3 – 8
6	Праестол 2500	сильноанионные	6 – 13
7	Floerger TM AN 900	анионный	6 – 8

что ЛОС г. Старый Оскол являются источником загрязнения реки Оскол.

Таким образом, проведенные исследования позволяют судить о низкой эффективности очистки сточных вод и неудовлетворительной работе Старооскольских очистных сооружений, что, в свою очередь, негативно сказывается на качестве вод реки Оскол.

Для повышения эффективности работы очистных сооружений нами были проведены исследования по усовершенствованию процесса очистки сточных вод.

В качестве объекта исследования была использована сточная вода очистных сооружений г. Старый Оскол, прошедшая механическую очистку. Из первичного отстойника с поверхностного 50-см слоя суспензии была отобрана разовая проба сточной воды объемом 20 л. Проба хранилась в лаборатории в течение 10 дней при комнатной температуре (25° С). Перед каждым анализом осевшие на дно взвешенные вещества взбалтывались.

В связи с неприятным запахом отобранной сточной воды, нами был проведен сокращенный химический анализ исследуемой пробы. По осадку, полученному на фильтре, рассчитали количество взвешенных частиц в сточной воде, а в фильтрате определяли рН, общую жесткость и минерализацию. Характеристика исходной сточной воды отвечала следующим показателям: рН = 7,4; минерализация = 770 мг/л; общая жесткость – 8,5 мг-экв/л; взвешенные вещества = 377,5 мг/л.

Для интенсификации очистки сточных вод гидролизующимися коагулянтами флокулянты начали применяться с 60-х годов прошлого столетия, среди которых наибольшее распространение в России получил полиакриламид (ПАА). В настоящее время в практике очистки сточных вод широкое применение находят более эффективные флокулянты, обладающие рядом преимуществ перед ПАА, и выпускаемые в широком ассортименте под торговыми марками «Праестол» и «Аккофлок»

(Россия-Германия); «Зетаг» и «Магнафлок» (Швейцария); «Floerger» (Франция) и другие.

Эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ будет зависеть от выбора марки и дозы флокулянта. Однако, трудно выбрать наиболее эффективную добавку для очистки конкретного состава сточных вод без предварительных исследований. Из-за необходимости дополнительных денежных и временных затрат многие организации не тратятся на проведение предварительных исследований и чаще всего используют уже известные или однотипные флокулянты для очистки сточных вод аналогичного состава. Однако в этом случае не всегда достигается оптимальный результат, так как выбор флокулянта и его эффективность будут зависеть не только от характеристик сточной воды и свойств флокулянтов, но и от технологической схемы с заданными параметрами очистки воды [2].

На базе эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского госуниверситета были проведены относительно простые предварительные испытания, позволяющие быстро определить подходящую для конкретного случая марку флокулянта. Важно, что испытания проводились на оригинальной сточной воде, прошедшей механическую очистку на очистных сооружениях г. Старый Оскол.

Исследования совместного влияния неорганического коагулянта и флокулянта (7 различных марок) на процесс осветления стоков проводили с помощью Джар-теста (по виду, расходу, концентрации, порядку дозирования), а также технических параметров, интенсивности и продолжительности перемешивания для различных фаз (коагуляция, добавление флокулянта, созревание хлопьев).

В качестве коагулянта использовали 10% раствор $Al_2(SO_4)_3$ и установили, что оптимальная доза его составляет 1,5 г/л.

Выбор наиболее эффективной марки флокулянта

№ флокулянта	Марка	Оптимальная доза флокулянта, мг/л	Максимальный объем осадка, мл	Пик седиментации	Уплотнение осадка
1	Праестол 655BC	5	157	к 2 мин	в 8 раз
2	Праестол 2530	6	147,2	к 5 мин	в 4 раза
3	Праестол 853BC	5	137,4	к 2 мин	в 3,2 раза
4	Праестол 851 BC	4	117,8	к 2 мин	в 2,8 раза
5	Праестол 2515	6	166,8	к 2 мин	в 2,9 раза
6	Праестол 2500	3	147,2	к 2 мин	в 4,2 раза
7	Floerger™ AN 900	5	147,2	к 5 мин	в 4,4 раза

Для интенсификации процесса коагуляции были исследованы флокулянты марки «Праестол» и «Floerger» (таблица 3).

Выбор флокулянта Floerger™ AN 900 обоснован тем, что на ЛОС г. Старый Оскол уже используется этот продукт, но только на стадии обработки осадка, где сырой осадок после первичных отстойников и избыточный ил после аэротенков, подвергаются механическому обезвоживанию на фильтр-прессах. Однако на стадии механической очистки сточных вод флокулянт Floerger™ AN 900 не применяется.

На основании результатов исследований была составлена сводная таблица 4, позволяющая выбрать наиболее эффективную марку флокулянта для данного состава исследуемой сточной воды.

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1) Все флокулянты достаточно эффективно осветляют сточную воду и при необходимости возможно использование каждой из рассматриваемых марок, однако, количество вводимой добавки варьируется в интервале от 3 до 6 мг/л.

2) Из рассматриваемых флокулянтов наилучшими показателями для очистки исследуемых сточных вод обладает флокулянт №1. Оптимальная доза флокулянта составляет 5 мг/л при соотношении $Al_2(SO_4)_3$: Праестол 655 BC = 300 : 1.

Прождорина Татьяна Ивановна
кандидат химических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, тел. (473) 266-56-54, E-mail: coriandre@rambler.ru

Чадова Любовь Олеговна
студентка кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж

3) Одной из важных проблем обработки осадка сточных вод является его обезвоживание. Флокулянт №1 дает наиболее плотный осадок, что облегчает его обезвоживание.

4) Продукт марки «SNF Floerger» по показателям уступает флокулянту Праестол 655 BC, но достаточно эффективно осветляет исследуемые сточные воды и может быть рекомендован к применению после стадии механической очистки на очистных сооружениях г. Старый Оскол в количестве 5 мг/л при соотношении $Al_2(SO_4)_3$: Floerger™ AN 900 = 300 : 1.

Таким образом, использование современных флокулянтов совместно с неорганическими коагулянтами позволит увеличить степень очистки сточных вод и сократить объемы образующегося осадка, что особенно актуально для очистки сильнозагрязненных стоков, а также повысить эффективность работы существующих очистных сооружений г. Старый Оскол.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Феофанов Ю. А. Проблемы и задачи в сфере обеспечения населения питьевой водой / Ю. А. Феофанов // Вода и экология. Проблемы и решения. – 1999. – № 1. – 126 с.

2. Нечаев И. А. Состояние и перспективы применения флокулянтов для интенсификации коагуляционной очистки сточных вод / И. А. Нечаев, Л. В. Гандурин // Вода и экология. Проблемы и решения. – 2008. – № 4. – С. 32-41.

Prozhorina Tat'yana Ivanovna
PhD in Chemistry, associate professor of the chair of geoecology and environmental monitoring of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. (4732) 66-56-54, E-mail: coriandre@rambler.ru

Chadova Lyubov' Olegovna
Student of the chair of geoecology and environmental monitoring of the department of geography, geoecology and tourism, Voronezh State University, Voronezh