

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ
ОБОРОТНОЙ СИСТЕМЫ ВОДОСНАБЖЕНИЯ
НА АВТОМОЙКАХ Г. ВОРОНЕЖА

Т. И. Прожорина, В. В. Мокеева, В. С. Дворникова

Воронежский государственный университет, Россия

Поступила в редакцию 27 января 2014 г.

Аннотация: Мойка автотранспорта приводит к расходу пресной воды и образованию большого объема стоков, что наряду с большими «водными» проблемами недопустимо. В работе приведены данные инвентаризации всех автомоек г. Воронежа и результаты исследований семи марок различных флокулянтов для повышения степени очистки сточных вод от мойки автомобилей с целью их повторного использования. Разработана принципиальная схема очистки стоков от мойки автотранспорта с оборотным водоснабжением.

Ключевые слова: сточная вода, городская канализация, автомойка, коагуляция, флокуляция, флокулянты, степень очистки, оборотное водоснабжение.

Abstract: Washeteria leads to the waste of fresh water and formation of the high volume of effluents, which is unacceptable along with large water problems. The work gives the data over inventory auditing of all washeterias in Voronezh City as well as the research data over seven brands of different flocculants for an increasing degree of waste water purification for the purpose of its reuse. There is also a principal diagram of sewage treatment on washeterias with the use of recycling water supply.

Key words: wastewater, urban sewerage, car wash, coagulation, flocculation, flocculants, the degree of purification, recycling water supply.

При мойке автомобилей образуется особо загрязненный сток, содержащий помимо взвешенных веществ и нефтепродуктов такие сложные загрязнения, как шампуни, соли, машинные масла, аккумуляторный электролит и т.д. Перед сбросом в городскую канализацию стоки должны проходить обязательную локальную очистку, которая требует значительных затрат предприятия. Одно из решений – это применение технологий обработки сточных вод, позволяющих вернуть их для повторного использования. Очищенные стоки можно использовать в качестве технической воды. Техническая вода для мойки автотранспорта не требует высокого качества очистки. Достаточно освободить воду от мусора, крупных частиц типа песка, нефтепродуктов и провести физико-химическую очистку от взвешенных веществ и солей тяжелых металлов [4].

В настоящее время предъявляются очень высокие требования к строящимся автомойкам. Что-

бы уменьшить расход питьевой воды не по назначению, а также повторно использовать 90-95 % исходной воды и исключить сброс сточных вод в окружающую среду на современных автомойках должна быть внедрена система оборотного водоснабжения.

В г. Воронеже разрешение на эксплуатацию автомоек только с замкнутым циклом воды до сих пор не принято. Поэтому в целях рационального водопользования и уменьшения антропогенного загрязнения природных вод необходимо широко внедрять водосберегающие технологии, в связи с чем затронутая тема носит актуальный характер.

Авторами работы была проведена инвентаризация всех автомоек г. Воронежа, по результатам которой на 30.09.2012 г. насчитывалось всего 79 единиц, из которых 62 автомойки расположены в правобережной части города, а 17 автомоек – в левобережной.

Установлено, что в настоящее время примерно на 50 % автомоек города имеется только меха-

Сравнение химического состава сточных вод до и после очистки

Показатели	Исх. водопроводная вода	Сточная вода до очистки	Сточная вода после очистки с помощью флокулянтов		ПДК хоз-питьевого назначения
			Zetag8115	Праестол 655	
рН	7,23	7,8	9,66	9,57	6,5 - 8,5
Общая жесткость, ммоль/л	4,5	8,22	6,98	7,58	7
Минерализация, мг/л	241	867	700	714	1000
Взвешенные вещества, мг/л	отсутст.	900	отсут.	отсут.	отсут.

Выбор наиболее эффективной марки флокулянта

№ флокулянта	Марка флокулянта	Ионный заряд	Рабочий диапазон рН	Оптимальная доза флокулянта, мг/л	Высота осадка, мм	Время осаждения, мин	Оптическая плотность
1	Zetag8115	малокаатионный	2-11	8	2	1,5	0,055
2	Zetag8140	среднекаатионный	2-11	7	8	2	0,055
3	Zetag8190	высококаатионный	2-11	6	3	1,5	0,116
4	Праестол 655	среднекаатионный	1 - 14	6	4-5	1,5	0,069
5	Праестол 853	сильнокаатионный	1 - 14	6	8	1,5	0,032
6	Праестол 2500	сильноанионный	6- 13	7	6	2,5	0,068
7	ПАА	неионогенный	1-11	5	6	5	0,139

ническая очистка стоков перед сбросом в городскую канализацию и полностью отсутствует оборотное водоснабжение. Поэтому цель работы заключалась в исследовании возможности применения современных флокулянтов для повышения степени очистки стоков от мойки автотранспорта г. Воронежа с целью их повторного использования.

В качестве объекта исследования использовали оригинальную сточную воду от автомойки «Моби», расположенной в Советском районе на ул. Пирогова.

В октябре 2012 г. была отобрана разовая проба сточной воды объемом 30 л, которую откачивали из емкости для приема стоков погружным насосом с глубины 1-1,5 м. Проба разливалась по пятилитровым канистрам и хранилась в лаборатории в течение 5 дней при комнатной температуре. Перед каждым анализом осевшие на дно взвешенные вещества взбалтывались.

На автомойке «Моби» отсутствует автономная система очистки воды. Стоки проходят только механическую очистку. В полу помещения под решеткой установлены 6 емкостей разного диаметра. После мойки сточная вода через решетку последовательно переливается из большей емкости в меньшую, в результате чего твердые частицы оседают на дно. Очищенная таким образом вода сбрасывается в городскую канализацию. Расход водопроводной воды измеряют по счетчику. Обратное водоснабжение не внедряют из-за недостатка материальных средств.

Так как мойка автомобилей производится водопроводной водой, то для сравнения провели химический анализ исходной водопроводной воды и сточной воды, образованной после мойки. 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.

Химический анализ исследуемых проб воды проводился в учебной эколого-аналитической лаборатории факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета с применением следующих методов анализа: весовой (взвешенные вещества); титриметрический (общая жесткость); потенциометрический (рН); кондуктометрический (общая минерализация) [5].

Результаты анализа (таблица 1) показали, что по сравнению с исходной водопроводной водой после мойки автомобилей в сточной воде возрос-

ла величина рН за счет применения шампуней для мойки автомобилей, которые в основном имеют щелочной характер. В результате смытых с автомобиля загрязнений в сточной воде в количестве 900 мг/л появились взвешенные вещества; в 3,6 раза увеличилась минерализация и в 1,8 раза повысилась общая жесткость. Вода из разряда «умеренно-жесткая» перешла в «жесткую».

Одним из наиболее распространенных и применяемых процессов в оборотном водоснабжении автомоечных станций является физико-химическая очистка сточных вод, которая связана с такими процессами как коагуляция, флокуляция и седиментация (осадконакопление). Коагуляция направлена на объединение малых частиц в дисперсных системах, в более крупные. В результате чего образуется коллоидный осадок и хлопья. Для увеличения размеров хлопьев и последующего их удаления применяют флокулянты.

Для очистки сточных вод с 60-х годов прошлого столетия в качестве флокулянта начали использовать полиакриламид (ПАА). В настоящее время широкое применение находят более эффективные флокулянты, обладающие рядом преимуществ перед ПАА, и выпускаемые в широком ассортименте под торговыми марками «Праестол» и «Аккофлок» (Россия-Германия); «Zetag» и «Magnafloc» (Швейцария); «Floerger» (Франция) и другие [1, 3].

В качестве коагулянта использовали 10 % раствор $Al_2(SO_4)_3$ с оптимальной дозой 1,5 г/л. Для повышения степени очистки сточных вод в лабораторных испытаниях были исследованы 7 разновидностей флокулянтов: по три марки «Zetag» и «Праестол» и одна марка «ПАА» с различной степенью ионогенности (таблица 2).

Осветление стоков от мойки автомобилей проводили «методом толчения». Для эксперимента необходим мерный цилиндр и мешалка (или «толкушка»), с помощью которой сточная вода перемешивается сначала с раствором коагулянта, а затем флокулянта [2]. По окончании перемешивания определяют время осаждения флокул и окончательную высоту осадка. Этот метод позволяет проводить сравнение различных флокулянтов между собой с целью выбора оптимальной марки и подходящих условий ее применения.

Полноту очистки сточной воды с помощью флокулянтов определяли по оптической плотности ее осветленной части колориметрическим методом с помощью КФК-3 при длине волны 540 нм. Результаты исследований приведены в таблице 2.

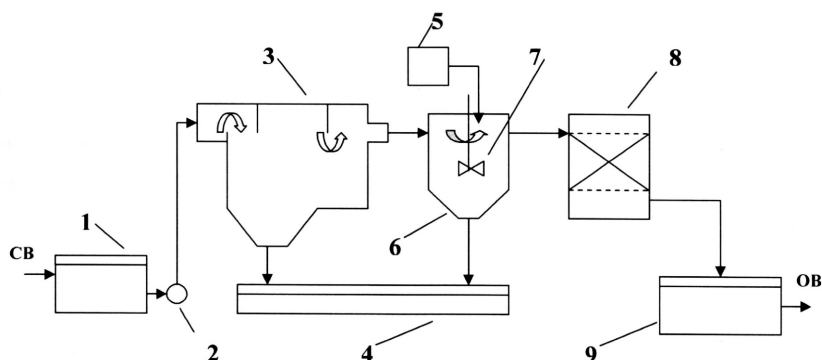


Рис. Принципиальная схема установки очистки воды

СВ – сточная вода, ОВ – очищенная вода. 1 – приемник, 2 – погружной насос, 3 – отстойник, 4 – шламонакопитель, 5 – растворный бак, 6 – бак-смеситель, 7 – мешалка, 8 – фильтр, 9 – бак очищенной воды

Лабораторные исследования показали, что все флокулянты достаточно эффективно осветляют сточную воду и при необходимости возможно использовать каждую из рассматриваемых марок, но количество вводимой добавки варьируется в интервале от 5 до 8 мг/л. Однако, из семи флокулянтов наилучшими показателями для очистки исследуемых сточных вод обладает малокатионный флокулянт марки Zetag 8115, так как он характеризуется наименьшим временем осаждения (1,5 мин), наибольшей плотностью осадка (2 см) и наименьшей оптической плотностью (0,055).

Кроме того, сточная вода, очищенная с помощью флокулянта марки Zetag 8115, соответствует установленным нормативам (таблица 1). Употреблять в питьевых целях ее не рекомендуется, но в качестве «технической» такая вода вполне может быть использована повторно для мойки автомашин.

Авторы разработали собственную схему оборотного водоснабжения с использованием современных флокулянтов для автомоек г. Воронежа, перспективность которой подтверждается проведенными исследованиями.

Предложенный способ очистки сточной воды, образующейся в процессе мойки автомобилей, от нефтепродуктов и взвешенных веществ, включает отстаивание и фильтрацию с предварительным введением флокулянта по схеме «отстаивание – флокуляция – фильтрация – очистка» (рис.). Пройдя такие стадии как: механическая, физико-химическая и сорбционная очистка, вода выходит полностью готовой к повторному использованию [4].

Принцип работы установки. Сточная вода из приемника (1) погружным насосом (2) подается в отстойник (3), где оседают крупные частицы грязи. Шлам из отстойника поступает в шламонакопитель (4), откуда эвакуируется по мере накопле-

ния. Затем вода поступает в бак-смеситель (6). А в растворном баке (5) готовится водный раствор флокулянта, который с помощью встроенного дозатора в необходимом количестве подается в бак-смеситель. После интенсивного перемешивания с помощью мешалки (7) наблюдается процесс массового образования флоккул, в результате чего происходит отделение грязи и нефтепродуктов от воды. При этом тяжелые частицы грязи оседают на дне и также поступают в шламонакопитель (4), а нефтепродукты собираются наверху. Очищенная вода проходит через специальный фильтр (8), который задерживает нефтепродукты, и далее поступает в сборник чистой воды (9), откуда снова подается в аппарат высокого давления для повторного использования.

Достоинством данного способа является незначительная продолжительность времени отстаивания сточных вод (до 30 минут) и высокая степень очистки воды (оптическая плотность фильтрата находится в диапазоне 0,055-0,069).

Единственным отходом процесса очистки является шлам. Основные составляющие шлама: вода, механические загрязнители, нефтепродукты. По степени воздействия на организм человека данный отход относят к третьему классу опасности (умеренно опасный). Такой осадок нельзя выбрасывать в ближайший мусорный бак. Шлам вывозится с территории автомоек на полигон ТБО г. Воронежа.

Расчет экономического обоснования от внедрения предложенной схемы на автомойках г. Воронежа показал.

1. Ориентировочная стоимость флокулянтов в зависимости от марки в среднем составит от 0,6 до 1,8 руб. на 1 м³ стоков.

2. Примерный объем сточных вод, которые не поступят в городскую канализацию составит око-

ло 150 м³ в сутки. Это позволит существенно уменьшить нагрузку на очистные сооружения города.

Таким образом, внедрение оборотного водоснабжения на автомойках г. Воронежа по предложенной схеме гарантирует следующие преимущества: 1) снижение нагрузки на городские очистные сооружения, что способствует повышению степени очистки сточных вод; 2) уменьшение антропогенного загрязнения природных вод, в частности р. Дон и Воронежского водохранилища; 3) экономия расхода пресной воды; 4) существенно сократятся затраты предприятий на расход водопроводной воды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баран А. А. Флокуляция дисперсных систем водорастворимыми полимерами и ее применение в водо-

очистке / А. А. Баран, И. М. Соломенцева // Химия и технология воды. – 2003. – Т. 5. – 32 с.

2. Лабораторный практикум по водоотведению и очистке сточных вод / В.И. Калицун [и др.]. – Москва : Стройиздат, 2001. – С. 146-152.

3. Нечаев И. А. Состояние и перспективы применения флокулянтов для интенсификации коагуляционной очистки сточных вод / И. А. Нечаев, Л. В. Гандурина // Вода и экология. Проблемы и решения. – Санкт-Петербург : Водопроектгипрокоммунводоканал, 2008. – № 4. – С. 32-41.

4. Фомин А. А. Обработка сточных вод для повторного использования / А. А. Фомин, О. М. Ковалева. – Москва : НПК Медиана – Фильтр, 2012. – С. 55-57.

5. Эколого-аналитические методы исследования окружающей среды: учебное пособие / Т. И. Прожорина [и др.]. – Воронеж : Истоки, 2010. – 304 с.

Прожорина Татьяна Ивановна

кандидат химических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды факультета географии и геоэкологии Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8-920-414-95-49, E-mail: coriandre@rambler.ru

Моkeyeva Валентина Владимировна

магистр экологии и природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8-952-109-83-09, E-mail: cerebro351@inbox.ru

Дворникова Виктория Сергеевна

магистрант экологии и природопользования факультета географии, геоэкологии и туризма Воронежского государственного университета, г. Воронеж, т. 8-951-879-20-48, E-mail: dvornikova92@inbox.ru

Prozhorina Tat'yana Ivanovna

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the chair of geocology and environmental monitoring, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-920-414-95-49, E-mail: coriandre@rambler.ru

Mokeyeva Valentina Vladimirovna

Master of the chair of geocology and environmental monitoring, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-952-109-83-09, E-mail: cerebro351@inbox.ru

Dvornikova Viktoria Sergeyevna

Master of the chair of geocology and environmental monitoring, Department of geography, geocology and tourism, Voronezh State University, Voronezh, tel. 8-951-879-20-48, E-mail: dvornikova92@inbox.ru