

## **Очистка сточных вод прачечного комбината от поверхностно-активных веществ**

Зубко А.Л., Штонда Ю.И. (ООО «ЭКВИК»), Шаляпин С.Н., Шаляпина Т.С., Штонда И.Ю. (Харьковская электротехническая компания, ООО).

Повсеместное применение в качестве моющих средств синтетических поверхностно - активных веществ (СПАВ), привело к интенсивному загрязнению поверхностных водоёмов трудно разлагаемыми токсичными соединениями, которые оказывают отрицательное действие на населяющие водоёмы флору и фауну. Накапливаясь в водоёмах СПАВ ухудшают органолептические показатели воды, а также препятствуют процессам самоочищения водоёмов. Специфические свойства СПАВ вызывают большие затруднения при очистке сточных вод биохимическим путём, так, например, пенообразующая способность СПАВ (в водопроводной воде) сохраняется не менее двух суток (при концентрациях близких к пороговым). Даже присутствие в воде небольших концентраций СПАВ (0,8 – 2 мг/дм<sup>3</sup>) вызывает обильное пенообразование, нарушает кислородный обмен в водоёмах, тормозит процессы фотосинтеза, сокращает кормовую базу рыб и других обитателей водоёмов. Способность СПАВ накапливаться в организме приводит к снижению иммунитета, вызывает аллергии, поражает мозг, вызывает болезни почек, печени и лёгких.

СПАВ встречаются в сточных водах практически всех промышленных предприятий. Они широко применяются в качестве моющих средств, эмульгаторов, стабилизаторов эмульсий и суспензий и т.п. Очистные сооружения большинства промышленных предприятий не имеют специального оборудования, необходимого для извлечения СПАВ. В результате чего СПАВ либо сбрасывают в канализацию, затрудняя работу коммунальных очистных сооружений, либо в поверхностные водоёмы, вызывая гибель флоры и фауны. Сверхнормативные сбросы СПАВ приводят к наложению штрафных санкций на предприятия, которые нарушают требования охраны окружающей среды. В частности, только один прачечный комбинат Приднепровской железной дороги до недавнего времени ежегодно сбрасывал в городскую канализацию более 0,25 тонн СПАВ, что влекло наложение на него штрафных санкций более 1 млн. гривен в год.

В настоящее время для очистки сточных вод от СПАВ применяются следующие методы:

- очистка на активированных углях;
- очистка при помощи ионнообменных смол и полимерных адсорбентов;
- очистка сточных вод коагуляцией;
- очистка сточных вод флотацией (пенообразованием);
- электрохимическая очистка;
- биохимическая очистка;
- окисление.

Каждый из этих методов обеспечивает приемлемый уровень очистки сточных вод, и может применяться как отдельно, так и в сочетании с другими методами. Выбор технологии очистки осуществляется исходя из конкретных условий

эксплуатации и особенностей работы очистного оборудования. Главными критериями, обеспечивающими выбор того или иного метода очистки, должны быть достаточная эффективность очистки воды, а также низкая себестоимость эксплуатации очистного оборудования, его простота и надёжность в работе.

Всем этим критериям соответствует технология, основанная на последовательном применении флотационной очистки, фотохимического окисления и доочистки воды на активированных углях. Такая технология была применена для очистки сточных вод прачечного комбината железнодорожного депо «Запорожье – 1» Приднепровской железной дороги.

Сточные воды стиральных машин после каждой операции: стирки, первичного полоскания, вторичного полоскания, отжима, отводятся из машин в виде залповых сбросов. При этом сточные воды после каждой операции имеют разную степень загрязнений, в том числе и по СПАВ (наибольшая концентрация СПАВ наблюдается после стирки, и уменьшается с каждым полосканием). В связи с этим, перед подачей сточных вод на локальные очистные сооружения, необходимо осуществить усреднение сточных вод по расходу и концентрации. Усреднённые показатели сточных вод прачечной приведены в таблице 1.

Таблица 1. Усреднённые показатели сточных вод прачечной железнодорожного депо «Запорожье – 1» Приднепровской железной дороги.

<i>№</i>	<i>Показатель</i>	<i>Значение</i>
1	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	≤ 81
2	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	≤ 125,0
3	СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	≤ 9,67
4	Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	≤ 9,0
5	Водородный показатель рН	6,5 – 7,9
6	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	107,0
7	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	192,0

Согласно требованиям запорожского горводоканала, содержание СПАВ в сбрасываемых в городскую канализацию сточных водах, не должно превышать 0,7 мг/дм<sup>3</sup>. Как видно из таблицы сточная вода прачечного комбината не соответствует данным техническим требованиям. Концентрация СПАВ превышает нормативные показатели в 13,8 раз.

Для реализации предлагаемой технологии очистки была разработана и изготовлена установка очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ, состоящая из двухступенчатого флотатора, реактора для фотохимического окисления СПАВ, безнапорного фильтра с загрузкой активированным углём, а также вспомогательного ёмкостного и насосного оборудования (рис. 1).



Рис. 1. Установка ВДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ.

Таблица 2. Основные технические параметры станции очистки сточных вод от синтетических поверхностно-активных веществ ВДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ.

№	Параметры	Значение
1	Производительность, м <sup>3</sup> /сут	150
2	Коэффициент неравномерности поступления сточных вод, %	15
3	Мощность, кВт не более	7
4	Расход коагулянта, г/м <sup>3</sup>	200 – 350
5	Расход флокулянта, г/м <sup>3</sup>	1,5
6	Электропитание	380/220 В, 50 Гц

Как было указано выше, для очистки сточных вод прачечного комбината была выбрана технологическая схема, сочетающая в себе двухступенчатую флотационную очистку с последующей доочисткой сточных вод на безнапорном фильтре, схема которой приведена на (рис. 2).

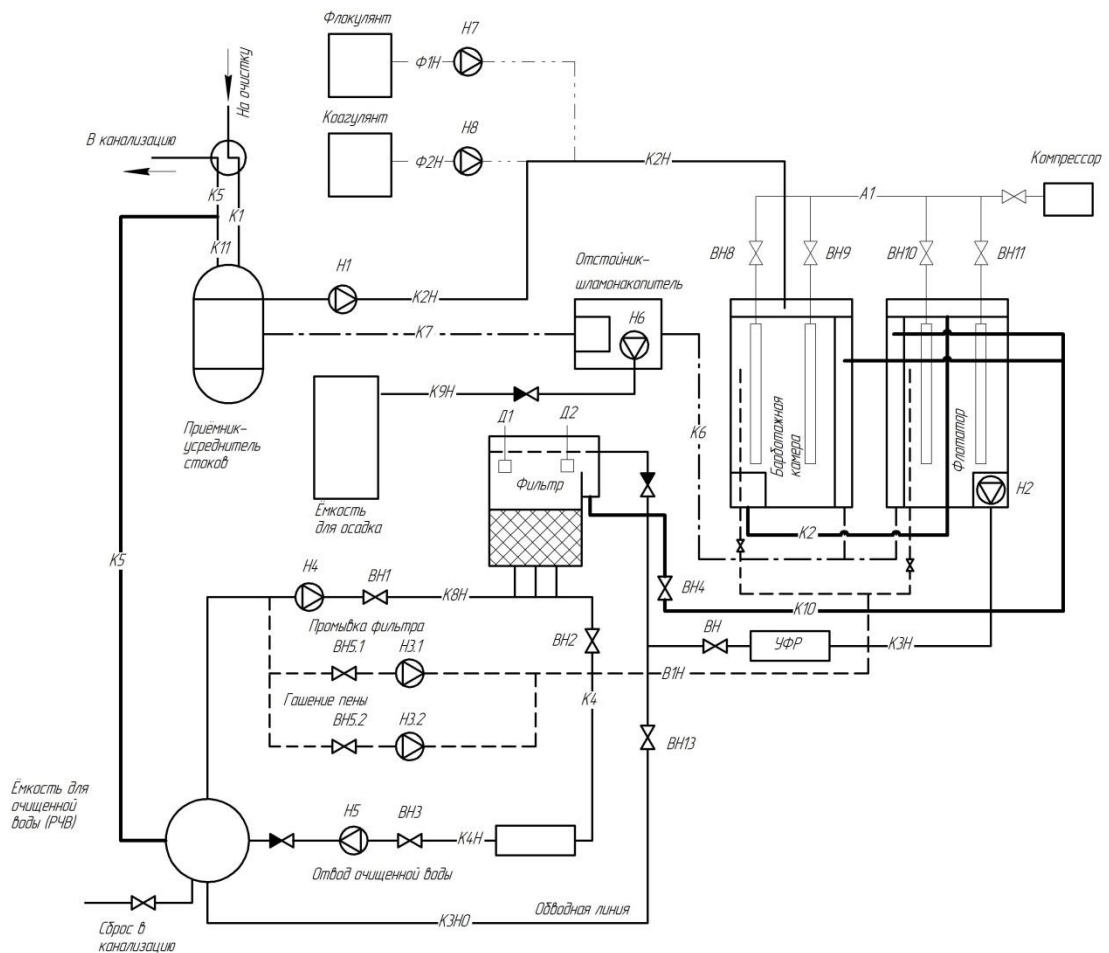


Рис. 2. Технологическая схема установки:

А1 – подача сжатого воздуха; В1Н – подача очищенной воды на пеногашение; Д1 и Д2 – датчики уровня воды; К – трубопроводы (К1 – отвод сточных вод из прачечной, К2 – подача сточных вод на флотационную очистку, К4 – отвод фильтрата, К5 – сброс очищенных сточных вод в канализацию, К6 – отвод пенного шлама, К7 – отвод осветлённой воды из отстойника, К10 – отвод промывной воды из фильтра, К11 – аварийный перелив); КН – напорные трубопроводы (К2Н – подача сточных вод в барботажную камеру (камера флотации 1-й степени), К3Н – подача сточных вод на доочистку, К4Н – подача фильтрата в РЧВ, К8Н – подача воды для промывки фильтра, К9Н – отвод осадка); Н1 – Н8 – насосы; УФР – ультрафиолетовый реактор; Ф1Н и Ф2Н – подача коагулянта и флокулянта.

На первой ступени очистка сточных вод осуществляется методом безнапорной флотации с применением процессов коагуляции и флокуляции. Применение коагулянтов и флокулянтов основано на ослаблении этими реагентами гидрофильных особенностей поверхности взвешенных частиц, что обеспечивает эффективное прилипание взвешенных частиц к воздушным пузырькам и облегчает их удаление из воды в процессе флотации. При выборе необходимых реагентов был сделан упор на те, которые изготавливаются в Украине и обеспечивают наиболее эффективную очистку сточных вод. Так, после проведения анализа и пробного тестирования были подобраны коагулянт Pro-Aqua -18 (ITS

WATER AC-140) и флокулянт EXTRAFLOCK № 195, которые выпускаются ОАО «Пологовский химический завод «Коагулянт» (Запорожская область).

Таблица 3. Основные характеристики коагулянта Pro-Aqua -18 (ITS WATER AC-140)

№	Параметр	Значение
1	Состав	AL <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
2	Концентрация, %	17
3	Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,37
4	Водородный показатель pH	≤ 2

Таблица 4. Основные технические характеристики флокулянта EXTRAFLOCK № 195

№	Параметр	Значение
1	Основа	Полиакриламид
2	Вид	Порошкообразный
3	Растворимость	Водорастворимый

Флотатор, в котором производится первичная очистка сточных вод, выполнен из двух последовательно соединённых флотационных камер. В первую флотационную камеру (барботажная камера) из приёмника-усреднителя при помощи насоса Н1 подаются неочищенные сточные воды. В эту же камеру при помощи дозирующих насосов Н7 и Н8 подаются водные растворы коагулянта и флокулянта. Процесс флотации осуществляется при помощи воздуха, подаваемого из компрессора К. Образовываемая в процессе флотационной очистки пена, в которой содержится основное количество СПАВ и взвешенных частиц, удаляется с поверхности зеркала воды гидравлическим методом (направленными струями очищенной воды) в пеноотводящий лоток и, через специальные трубопроводы К6, отводится в отстойник.

Вторая камера флотации предназначена для более глубокой очистки сточных вод. Основным её назначением является увеличение времени контакта сточных вод с воздухом и добавленными в воду реагентами. Применение двухступенчатой флотационной очистки позволяет существенно сократить количество используемого коагулянта и обеспечить более глубокую очистку сточных вод.

После флотационной очистки вода поступает в фотохимический реактор (УФР), где производится фотохимическое окисление СПАВ, которые остались в воде. В результате фотохимического окисления часть анионных и неионогенных СПАВ подвергается деструкции с образованием нерастворимого осадка, который удалялся в безнапорном фильтре с загрузкой из активированного угля. Очищенная вода поступает в накопитель (РЧВ), откуда сбрасывается в городскую канализацию или может направляться на повторное использование для технологических нужд. Образующийся в процессе работы установки осадок, по мере его накопления, удаляется из отстойника и вывозится на полигон

твёрдых бытовых отходов для его дальнейшей утилизации. Промывка фильтра осуществляется при помощи насоса Н4 накопленной в РЧВ очищенной водой.



Рис. 3. Процесс пенообразования в барботажной камере (1-я ступень очистки)



Рис. 4. Процесс очистки сточных вод во флотационной камере (2-я ступень очистки).

Эффективность очистки сточных вод приведена в таблицах 5 и 6, где приведены основные показатели очищенной воды с применением реагентов и без них. Как видно из таблицы 5, степень очистки сточных вод по СПАВ без применения реагентов всего лишь на 10% превышает ПДК, что показывает правильность выбора технологического решения.

Таблица 5. Основные показатели очищенных сточных вод прачечной железнодорожного депо «Запорожье – 1» Приднепровской железной дороги.

№	Показатель	Сточные воды прачечного комбината		Технические требования к сбрасываемым в городскую канализацию сточным водам (ПДК), мг/л [1]
		без применения коагулянтов и флокулянтов	с использованием коагулянтов и флокулянтов	
1	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	60,4	6,0	162,0
2	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	28,5	19,5	360,0
3	СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	0,77	0,55	0,7
4	Фосфаты, мг/дм <sup>3</sup>	≤ 0,05	≤ 0,05	9,0
5	Водородный показатель pH	7,47	7,35	6,5 – 9,0
6	Хлориды, мг/л	107,8	136,1	≤ 350
7	Сульфаты, мг/л	154,0	180,0	≤ 400

Таблица 6. Эффективность очистки сточных вод.

№	Показатель	Эффективность очистки сточных вод прачечного комбината, %	
		без применения коагулянтов и флокулянтов	с использованием коагулянтов и фло- кулянтов
1	Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	8,5	92,6
2	ХПК, мг/дм <sup>3</sup>	77,2	84,4
3	СПАВ, мг/дм <sup>3</sup>	92,0	94,3



Рис. 5. Качество поступающей на очистку воды. Приёмник-усреднитель стоков.



Рис. 6. Очищенная вода.

Применение предлагаемой технологической схемы очистки содержащих СПАВ сточных вод позволяет уменьшить содержание в очищенной воде взвешенных частиц – в 13,5 раз, ХПК – в 6,4 раза, СПАВ – в 17,6 раз. При этом наблюдается некоторое увеличение содержания в воде сульфатов и хлоридов, что не сказывается на качестве очищенных сточных вод.

Опыт промышленной эксплуатации разработанной установки ВОДОГРАЙ® В150-Ф/СПАВ показал правильность выбора основных технологических решений, которые обеспечивают высокую степень очистки сточных вод прачечного комбината от СПАВ (более 94%), при минимальных эксплуатационных расходах. Установка может эксплуатироваться в автоматическом режиме без постоянного обслуживания.

Разработанная установка может быть рекомендована для очистки сточных вод от поверхностно-активных веществ на промышленных и коммунальных предприятиях.

Авторы выражают глубокую благодарность коллективу железнодорожного депо «Запорожье-1» Приднепровской железной дороги за оказанную помощь при монтаже разработанного оборудования.

## Литература.

1. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Наказ Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України від 19 лютого 2002 р. N 37.
2. Корінько І.В., Панасенко Ю.О. Інноваційні технології водопідготовки // Монографія – Харків – Харківська національна академія міського господарства – 2012 р.
3. Гончарук В.В., Вакуленко В.Ф., Швадчина Ю.О., Сова А.Н.. Влияние УФ излучения на кинетику разложения катионных ПАВ озонем в водной среде. – Химия и технология воды, 2007, т. 29, №2, С. 101-112.
4. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Жуков А.И., Колобанов С.К. Очистка сточных вод, содержащих поверхностно-активные вещества (ПАВ) // Канализация. Учебник для ВУЗов. — Москва – Стройиздат. – 1975 г – с.601 - 602.
5. Прозоров И.В., Николадзе Г.И., Минаев А.В. Гидравлика. Водоснабжение и канализация // Учебное пособие для строительных спец ВУЗов – Москва – Высшая школа – 1990.
6. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды // Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчёты – Москва – 1971 г.