

**МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД КОЖЕВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА****METHODS OF SEWAGE TREATMENT OF TANNING PRODUCTION**

*Бул макалада булгаары ишканасындагы агын суулардын курамы жана алардын мүнөздөмөлөрү берилген. Ошондой эле булгаары ишканасындагы агын суулардын пневматикалык флоатациясынын методу каралган.*

*Ачкыч сөздөр: реагенттер, боек, агын сууну тазалоо, механикалык, физико-химиялык, биологиялык.*

*В данной статье дается состав сточных вод кожевенных предприятий и их характеристики. И рассматривается очистка сточных вод кожевенных предприятий методом пневматической флоатации.*

*Ключевые слова: реагенты, краситель, очистка сточных вод, механическая, физико-химическая, химическая, биологическая.*

*In this article is given composition of the sewages of the tannery and their features. And considered clearing of the sewages of the tannery by method of the pneumatic floating.*

*Keywords: agents, dye wastewater treatment, mechanical, physico-chemical, chemical, biological.*

Изделия из кожи применяются для самых различных целей, например для изготовления обуви, кожгалантереи, для обивки мебели и салона автомобилей, а также для других отраслей промышленности.

Для переработки животных шкур в готовый продукт необходимы водные растворы различных химических соединений. Вследствие чего состав производственных сточных вод от технологических процессов кожевенных предприятий зависит от технологии производства кожи, качества и количества химических соединений, используемых в различных технологических процессах.

При изготовлении кожи для определенных нужд используются специальные технологии обработки сырья и реагенты, которые наиболее присущи для производственных нужд предприятия и потребителей его продукции, поэтому сточные воды от одного предприятия могут отличаться от сточных вод другого предприятия. Для правильного и оптимального выбора технических и технологических решений по очистке сточных вод от конкретного кожевенного предприятия необходимо выполнять экспериментальные исследования и проводить, как правило, предварительную пробную очистку сточных вод в лабораторных условиях.

Сточные воды кожевенных предприятий относятся к сильнозагрязненным сточным водам. Они содержат различные загрязнения, такие как: частицы мездры, шерсть, кровь, навоз, продукты распада белков, жиры, ПАВ, красители, а также различные минеральные соединения – известь, сульфиды и сульфаты, амины, хром, едкий натр и сода, фенолы, соли металлов, и др. приведены в таблице 1 [1].

Таблица 1 - Характеристика сточных вод кожевенных заводов

Содержание в воде, г/л;	Сток		
	Общий	Зольный	Хромсодержащий

<b>Взвешенных веществ</b>	2,0 – 12,0	0,8 – 5,5	0,5 – 4,5
<b>Плотного остатка</b>	4,0 – 11,5	9,5 – 15,0	22,0 – 170,0
<b>Хрома</b>	0,05 – 0,3	0,0	0,1 – 5,3
<b>Сульфидов</b>	0,05 – 0,3	0,15 – 2,0	-
<b>Жира</b>	0,2 – 0,8	0,0 – 0,6	0,06 – 0,25
<b>СПАВ</b>	0,0 – 75,0	0,0	-
<b>Фенола</b>	0,0 – 40,0	0,0	-
<b>ХПК</b>	2,5 – 3,2	-	1,8 – 6,1
<b>БПК<sub>5</sub></b>	0,7 – 1,5	0,1 – 2,0	0,5 – 4,5
<b>pH</b>	8,5 – 11,5	9 - 12	3 – 6,5

Очистка сточных вод от кожевенных предприятий в государствах СНГ, Евросоюза и других осуществляется на локальных очистных сооружениях.

Сточные воды кожевенных предприятий подлежат обязательной предварительной локальной очистке. И только после этого могут быть сброшены в городскую систему канализации. Локальную очистку производят с целью удаления грубодисперсных примесей, взвешенных веществ, ПАВ, хрома, красителей, фенолов и сульфидов. Окончательной стадией очистки сточных вод от кожевенных предприятий, является биологическая очистка, которая осуществляется, на сооружениях очистки сточных вод от городов и селений.

Методы, применяемые для очистки сточных вод кожевенных предприятий, могут быть разделены на следующие группы:

1. механические;
2. физико-химические;
3. химические;
4. биологические.

К физическим методам относится механическая очистка, включающая решетки, песколовки и отстойники. Этот метод применяется для предварительного извлечения из сточных вод шерсти, волокон, песка, жира и другого мусора.

Для физико-химической очистки сточных вод, применяются: коагуляция, экстракционные способы очистки, сорбционные способы очистки, флокуляция, **флотация**, седиментация, фильтрация, окисление. Для этих целей используются химические, минеральные и органические вещества – реагенты, физические процессы и специальное оборудование.

Химическая очистка основана на окислительно-восстановительных реакциях, реакциях нейтрализации и осаждения ионов тяжелых металлов.

Биологическая очистка осуществляется в аэротенках и биофильтрах с участием микроорганизмов.

Применение флотационных способов очистки сточных вод кожевенных предприятий для предварительной локальной очистки сточных вод обеспечивает значительное снижение содержания в них механических примесей, сульфидов, ПАВ, красителей и органических веществ.

Флотация – это метод очистки сточной воды, основанный на прилипанию взвешенных в ней примесей к пузырькам воздуха и всплывании их на поверхность.

Достоинствами флотации являются непрерывность процесса, широкий диапазон применения, невысокие капитальные и эксплуатационные затраты, простая аппаратура, селективность выделения примесей, большая скорость процесса по сравнению с отстаиванием, возможность получения шлама более низкой влажности, высокая степень очистки (95.98%), возможность рекуперации удаляемых веществ [2].

Процесс очистки сточных вод, содержащих ПАВ, нефтепродукты, масла, красители, методом флотации, заключается в образовании комплексов "частицы - пузырьки", всплывание этих комплексов на поверхность воды и удаление образовавшегося пенного слоя с поверхности обрабатываемой воды.

Элементарный акт флотации заключается в следующем: при сближении поднимающегося в воде пузырька воздуха с твердой гидрофобной частицей разделяющая их прослойка воды прорывается при некоторой критической толщине и происходит слипание пузырька с частицей. Затем комплекс «пузырек-частица» поднимается на поверхность воды, где пузырьки собираются и возникает пенный слой с более высокой концентрацией частиц, чем в исходной сточной воде.

При закреплении пузырька образуется трехфазный периметр-линия, ограничивающий площадь прилипания пузырька и являющийся границей трех фаз - твердой, жидкой и газообразной. Касательная к поверхности пузырька в точке трехфазного периметра и поверхность твердого тела образуют обращенный в воду угол  $\theta$ , называемый краевым углом смачивания (рис. 1) [2].

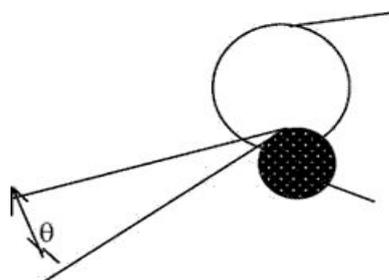


Рис. 1. Схема элементарного акта флотации:  
1 - пузырек газа; 2 - твердая частица.

Вероятность прилипания зависит от смачиваемости частицы, которая характеризуется величиной краевого угла  $\theta$ . Чем больше краевой угол смачивания, тем больше вероятность прилипания и прочность удерживания пузырька на поверхности частицы. На величину смачиваемости поверхности взвешенных частиц влияют адсорбционные явления и присутствие в воде примесей ПАВ, электролитов и др. [2].

Существенное влияние на флотацию частиц оказывает поверхностное натяжение воды. Для успеха протекания процесса масса флотируемых частиц не должна превышать силы их прилипания к газовым пузырькам и их подъемной силы. Оптимальная крупность извлекаемых примесей находится в пределах  $10 \cdot 10^{-5} - 10 \cdot 10^{-3}$  м, дисперсность пузырьков газа —  $15 \cdot 10^{-6} - 30 \cdot 10^{-6}$  м, а поверхностное натяжение воды не должно превышать  $0,06 - 0,065$  н/м. С понижением поверхностного натяжения эффект очистки воды флотацией повышается в отличие от отстаивания и фильтрования [7].

Обработку воды флотацией рекомендуется применять при ее мутности до 150 мг/л и цветности до 200 град. Это позволяет уменьшить объем водоочистных сооружений вследствие ускорения в 3 ... 5 раз, процесса выделения взвеси из воды, отказаться от микрофильтров, улучшить санитарное состояние очистных сооружений.

Вид содержащихся в воде загрязнений определяет характер флотационной обработки: одним воздухом или воздухом в сочетании с различными реагентами и прежде всего коагулянтами.

Использование коагулянтов позволяет значительно повысить эффективность флотационной очистки и удалять загрязнения, находящиеся в воде в виде стойких эмульсий и взвесей, а также в коллоидном состоянии. В практике применяют две схемы флотационной очистки, показанные на рис. 2. В первом случае (рис. 2, а), для насыщения воздухом используют исходную неочищенную воду, а во втором (рис. 2, б) — воду, прошедшую очистку [2].

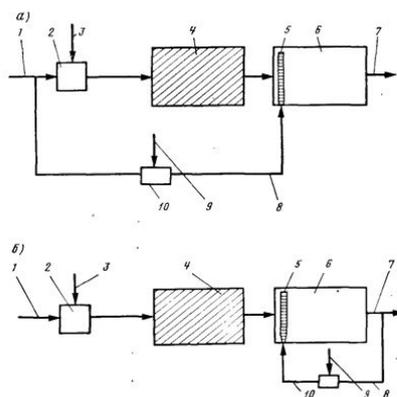


Рис. 2. Схемы напорной флотации при насыщении воздухом исходной (а) и очищенной (б) воды.

1,7 — подача исходной и отвод очищенной воды; 2 — смеситель; 3 — подача реагентов; 4 — камера хлопьеобразования; 5 — распределительное устройство; 6 — флотатор; 8 — подача водовоздушной смеси; 9 — ввод воздуха; 10 — бак для растворения воздуха в воде.

Контакт пузырьков воздуха и частиц примесей возможен двумя путями:

1. при столкновении частиц с поверхностью пузырьков;
2. при их образовании на частицах при выделении растворенных газов.

Для напорной флотации при очистке природных вод процесс взаимодействия пузырьков при их столкновении с частицами примесей является основным и поэтому представляет практический и теоретический интерес.

Пузырек скачком прилипает к поверхности частицы, образуя с ней определенную площадь контакта. Под пузырьком сохраняется тонкий молекулярный слой воды, который устойчиво связан с твердой поверхностью.

При движении жидкости через флотационную камеру возникают силы, стремящиеся оторвать твердые частицы от пузырьков воздуха: силы трения, силы тяжести, силы инерции. Для успешного протекания процесса флотации необходимо, чтобы твердые частицы и пузырьки воздуха прочно прикреплялись друг к другу.

Для создания условий успешного проведения флотационной обработки воды проводят коагулирование ее примесей, что приводит к образованию хлопьев, которые в зависимости от исходного состава природной воды могут иметь различную крупность. Оптимальный вариант, когда размеры хлопьев соизмеримы с размерами пузырьков воздуха, вводимых в обрабатываемую воду и устойчиво в ней существующих [3].

Флотацией можно извлекать из воды нефтепродукты, масла и другие эмульгированные жидкие вещества, радиоактивные соединения, ионы многих растворенных в воде веществ.

Практикой очистки сточных вод, а также экспериментальными исследованиями, выработаны различные конструкции и способы флотационного разделения неоднородных систем. Наиболее существенные принципиальные отличия способов флотации связаны с насыщением жидкости пузырьками воздуха или газа [2-7]. По этому принципу выделяют следующие способы флотационной обработки сточных вод:

1) флотация с механическим диспергированием воздуха (пневматическая, импеллерная, струйная); 2) флотация с выделением воздуха из раствора (напорная, вакуумная); 3) электрофлотация.

Пневматический способ аэрации заключается в том, что воздух вводят в машину под давлением, вдувая его через пористые перегородки или через патрубки [2-5]. Пневматическая флотация выгодно отличается от флотации других типов возможностью подачи воздуха в любом количестве и сравнительно небольшим расходом электроэнергии. В то же время пневматическая флотация имеет существенный недостаток. Воздух,

который поступает в пневматические машины, плохо диспергируется и, в результате, образуются воздушные пузырьки повышенной крупности, что отрицательно сказывается на процессе флотации. Применение для этой цели пористых перегородок не дало положительного эффекта, так как их быстро забивает шламом, кроме того, водовоздушная смесь в аппаратах подобного типа недостаточно интенсивно перемешивается. Плохое диспергирование воздуха в пневматических машинах вызывает снижение эффективности очистки и повышенный расход реагентов.

Пневматическую флотацию применяют при очистке сточных вод, содержащих примеси, агрессивные по отношению к механизмам (насосам, мешалкам) имеющим движущие части. Измельчение пузырьков воздуха достигается путём впуска воздуха во флотационную камеру через специальные сопла, которые располагаются на воздухораспределительных трубах, укладываемых на дно флотационной камеры на расстоянии 250 - 300 мм друг от друга. Продолжительность флотации  $t$  при таком диспергировании воздуха составляет 15 - 20 минут, но в каждом случае она должна устанавливаться экспериментально, так же, как и интенсивность аэрации. Глубина флотатора принимается 3-4 м, а его объём находят из формулы:

$$W = \frac{Q_{\text{сут}}}{24 \cdot 60 (1 - \alpha)}, \quad (1)$$

где  $\alpha$  - коэффициент аэрации, который ориентировочно может быть принят 0,2-0,3.

Расход воздуха составляет

$$V = I F, \quad (2)$$

где  $F$  - площадь водного зеркала флотационной камеры;  $I$  - интенсивность аэрации (ориентировочно  $15-20 \text{ м}^3/\text{м}^3$ ).

Число сопел определяют по формуле:

$$n = \frac{V}{3600 f S}, \quad (3)$$

где  $f$  - площадь отверстия одного сопла ( $d=1-1,2 \text{ мм}$ );  $S$  - скорость воздушной струи ( $100-200 \text{ м/с}$ ).

Пропуская воздух через мелкие отверстия, можно получить микропузырьки, способные более эффективно флотировать содержащиеся в жидкости загрязнения [2-5]. Для этого необходима относительно небольшая скорость истечения воздуха из отверстия, достаточное расстояние между отверстиями и наличие в жидкости реагентов - пенообразователей, способных снизить поверхностное натяжение на границе раздела фаз.

Размеры пузырьков для отверстий с радиусом менее 2 мм:

$$R = \sqrt[4]{r_0^2 \cdot \sigma_{\text{Г-ж}}} \quad (4)$$

где  $r_0$  - радиус отверстия;  $\sigma_{\text{Г-ж}}$  - поверхностное натяжение на границе раздела жидкость - газ.

Пузырьки, выходящие из одного отверстия не должны сливаться. Поэтому максимальный расход воздуха через отверстия при спокойном движении воды у аэратора можно найти по следующей эмпирической формуле:

$$Q_{\text{макс}} = 104 r_0^2, \quad (5)$$

Формула (5) справедлива для отверстий диаметром менее 3 мм. Избыточное давление  $\Delta p$  и минимальная величина диаметра отверстия, через которое может проходить при таком давлении воздух, определяется уравнением Лапласа:

$$d_0 = \frac{2 \cdot \sigma_{\text{Г-ж}}}{\Delta p}, \quad (6)$$

Пневматические флотационные аппараты наиболее просты по устройству и принципу действия (рис. 3.). Аэрация производится продуванием воздуха через отверстия под давлением 0,25-0,5 МПа. Диаметр отверстий сопел – 1-1,2 мм, скорость выхода струи воздуха из них 100-200 м/с. Струя воздуха при попадании в жидкость распадается на пузырьки средним диаметром 1,5 мм. Расход воздуха составляет 0,2-0,3 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> объема аппарата [2-5]. Для повышения эффективности очистки жидкости в аппаратах пневматического типа возникает необходимость в увеличении столба жидкости над барботажными устройствами, что приводит к резкому возрастанию энергозатрат. Отсутствие турбулизации жидкой фазы в таких аппаратах не обеспечивает высокой степени очистки промышленных стоков от тонкодисперсных и коллоидных взвесей показано на рис. 3 [9].

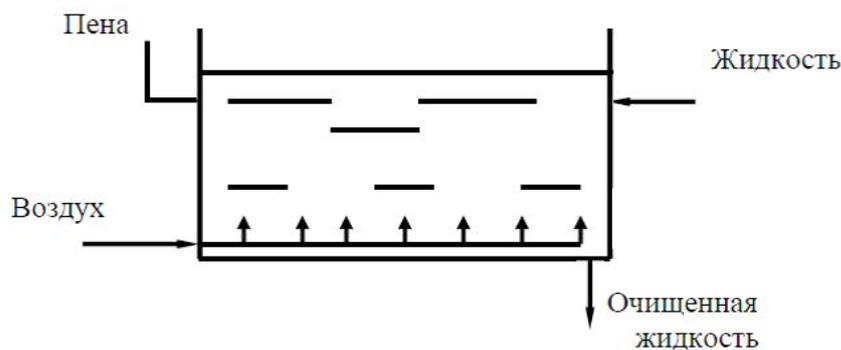


Рис. 3. Схема пневматического флотатора

В настоящее время на кафедре «Водоснабжения и Водоотведения» проводятся экспериментальные исследования на флотаторе пневматического типа. Где имитируются стоки кожевенного предприятия «Булгары». В процессе переработки шкур имеются жидкостные и механические операции. Вода расходуется на отмоку сырья, промывку, золение, пикелование, дубление, мездрение и крашение.

Для исследования имитируются сточные воды в лабораторных условиях, используются красители турецкой фирмы «Виктория» и ПАВ.

### Список литературы

1. Исакова С. А. О методах очистки сточных вод кожевенных заводов [Текст] / С.А. Исакова, Е.Т. Абсеитов // Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина. - Астана: 1988. – 458 с.
2. Родионов А.И. Техника защиты окружающей среды [Текст] / А.И. Родионов, В.Н. Клушин, Н.С. Торочешников. - М.: Химия, 1989. – 512 с.
3. Мацнев А.И. Очистка сточных вод флотацией [Текст] / А.И. Мацнев. – Киев: Будівельник, 1976. – 132 с.
4. Мацнев А.И. Применение флотации для очистки сточных вод. [Текст] / А.И. Мацнев // - Киев, 1965. -90с.
5. Матов Б.М. Флотация в пищевой промышленности [Текст] / Б.М. Матов. - М.: Пищевая промышленность, 1976. – 167 с.
6. Проскуряков В.А. Очистка сточных вод в химической промышленности [Текст] / В.А. Проскуряков, Л.И. Шмидт. - Л.: Химия, 1977. – 520 с.
7. Яковлева С.В. Очистка производственных сточных вод [Текст] / Под ред. С.В. Яковлева, Я.А. Карелина, Ю.М. Ласкова, Ю.В. Воронова. - М.: Стройиздат, 1979. - 320 с.
8. Мещеряков Н.Ф. Флотационные машины [Текст] / Н.Ф Мещеряков. - М.: Недра, 1972. – 250 с.

9. Алексеев Д.В. Комплексная очистка стоков промышленных предприятий методом струйной флотации [Текст] / Д.В. Алексеев, Н.А. Николаев, А.Г. Лаптев. - Казань: КГТУ, 2005. - 156 с.