

УДК 628.3

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННАЯ ОЧИСТКА ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

© 2015 г. Е.А. Максимов, В.И. Васильев

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», г. Челябинск

Ключевые слова: электрофлотатор, автоматическое регулирование, жиросодержащие сточные воды.

Изучен процесс очистки жиросодержащих сточных вод методом электрофлотации. Показано, что эффективность очистки сточных вод значительно повышается при использовании электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока.



Е.А. Максимов



В.И. Васильев

В настоящее время одним из перспективных методов очистки жиросодержащих сточных вод является электрофлотация. Процесс электрофлотации заключается в выделении из жидкости взвешенных частиц загрязнений путем их флотации пузырьками газа, получаемыми при электролизе воды.

Преимущество электрофлотации заключается в том, что обеспечивается генерация газовых пузырьков очень тонкой дисперсности от 10 до 200 мкм, причем на долю пузырьков от 25 до 40 мкм приходится более 50 % [1, 2].

Цель данной работы – исследование закономерностей влияния основных факторов процесса электрофлотации на эффективность извлечения жировых загрязнений из сточных вод, разработка современных технологий и оборудования.

Известно, что при работе технологического оборудования происходит изменение концентрации загрязнений сточных вод (например, при залповых выбросах). Однако оборудование, как правило, настроено на очистку загрязнений строго определенной концентрации, для изменения которой необходима его переналадка. Для устранения указанных явлений можно использовать электрофлотатор с автоматическим регулированием плотности тока и расстояния между электродами.

Исследования выполняли на лабораторной установке, представляющей прямоугольную емкость $1000 \times 1000 \times 600$ мм с горизонтально расположенными в ее нижней поверхности пластинчатыми электродами. Один из электродов – анод был изготовлен из графита, катод – из стальной сетки с ячейками 2×2 мм, концентрацию жиров определяли по специальной методике [3]. Плотность тока на электродах поддерживалась от $8\text{--}12$ мА/см², напряжение в пределах $5,0\text{--}11,5$ В. Обработке подвергался подмыльный щелок, содержащий нейтральный жир (концентрация $3,6$ г/л), мыла, глицерин, хлориды, сульфаты.

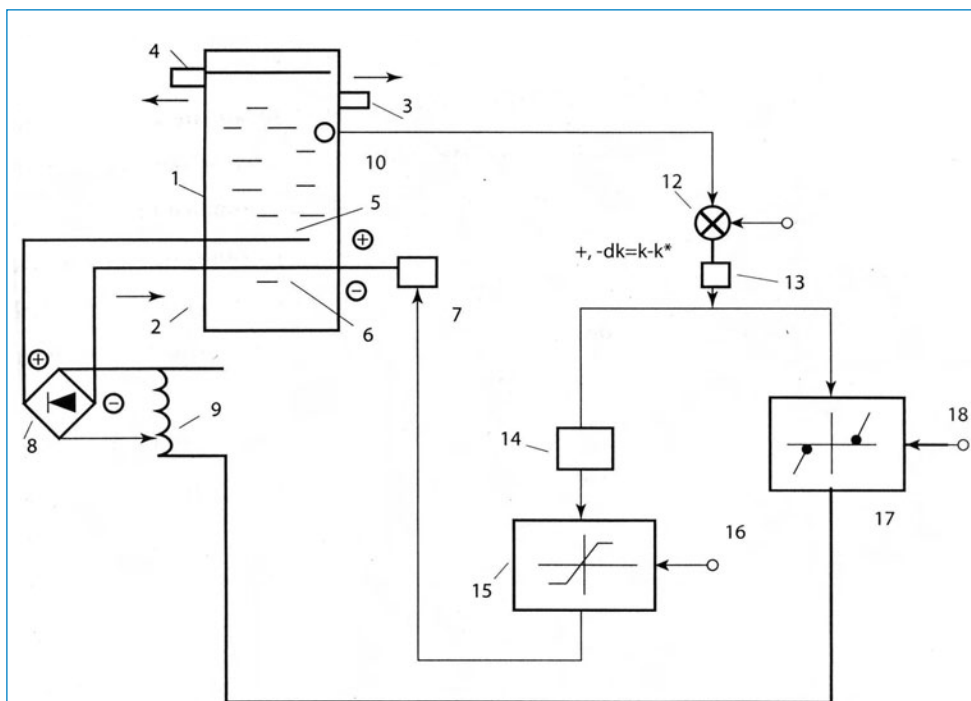


Рис. 1. Схема электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока: 1 – корпус, 2 – патрубок для подвода сточной воды, 3 – патрубок отвода очищенной воды, 4 – патрубок для отвода пены, 5 – анод, 6 – катод, 7 – механизм перемещения катода в вертикальном направлении, 8 – выпрямитель, 9 – автотрансформатор, 10 – датчик фактической величины концентрации загрязнений, 11 – датчик номинальной величины концентрации загрязнений, 12 – блок вычитания, 13 – усилитель, 14 – масштабный преобразователь, 15 – ограничительный блок, 16 – датчик зоны блока ограничения, 17 – блок зоны нечувствительности, 18 – датчик зоны нечувствительности.

Очистка жиросодержащих сточных вод с помощью электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока работает следующим образом: сточные воды с частицами органических соединений (жиров) через патрубок поступают в нижнюю часть корпуса электрофлотатора и насыщаются пузырьками газа, выделяющимися в результате электролиза на аноде и катоде. Пузырьки газа прилипают к частицам органических соединений (жира) и флотируют их на поверхность жидкости, где образуется пенный продукт, который выводится через патрубок. Очищенная вода отводится через другой патрубок. Сигнал от датчика фактической величины концентрации загрязнений поступает в блок вычитания, где сравнивается с сигналом задатчика номинальной величины концентрации загрязнений. Сигнал отклонения усиливается по мощности, преобразуется в масштабном преобразователе и поступает на первый вход ограничительного блока, на второй вход которого поступает сигнал от задатчика зоны блока ограничения, пропорциональный допустимому расстоянию между электродами. Если результирующий сигнал не превышает допустимого значения, то с ограничительного блока снимается сигнал, который поступает на вход механизма перемещения катода в вертикальном направлении, в результате чего происходит изменение расстояния между электродами.

В блоке зоны нечувствительности поступающий от усилителя сигнал сравнивается с сигналом, пропорциональным зоне нечувствительности, поступающим от задатчика зоны нечувствительности. Если результирующий сигнал превышает допустимое значение, то с блока зоны нечувствительности снимается сигнал, который поступает на вход автотрансформатора, регулирующего напряжение на входе выпрямителя.

В результате электролиза воды на поверхности электродов происходит образование пузырьков газа, которые флотируют на поверхность жидкости частицы жира. Поднимаясь вверх, пузырьки газа при своем движении увлекают частицы жира, переводя их в пену. Таким образом частицы жира извлекаются из стоков и собираются на поверхности жидкости в виде пены, которая затем удаляется.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влияние продолжительности обработки подмыльного щелока представлено на рис. 2, зависимость эффективности очистки сточных вод от плотности тока на рис. 3.

Анализ представленных на рис. 2 зависимостей показал, что с изменением времени обработки от 0 до 20 мин степень извлечения жиров из обработанной воды составляет: при $pH = 2-72$ %; $pH = 3-60$ %; $pH = 6-20$ %. Дальнейшее увеличение времени обработки не приводит к увеличению извлечения жира из воды. Это можно объяснить тем, что при увеличении

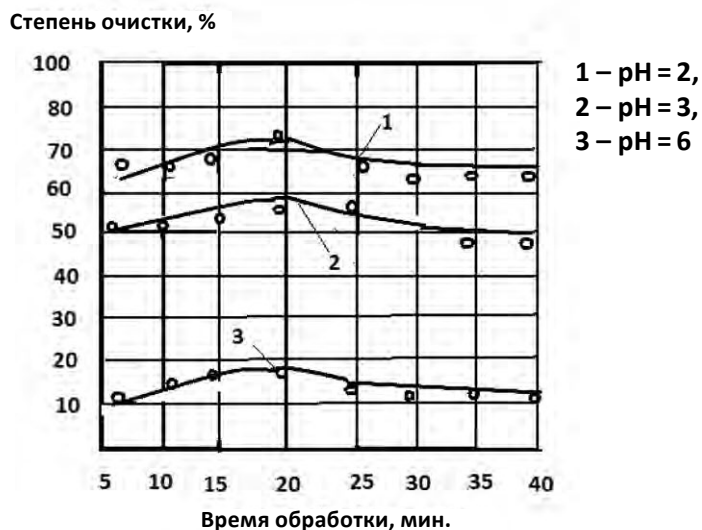


Рис. 2. Изменение степени очистки жиросодержащих сточных вод от продолжительности обработки при разных значениях pH ($T=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, плотность тока 350 А/м^2).

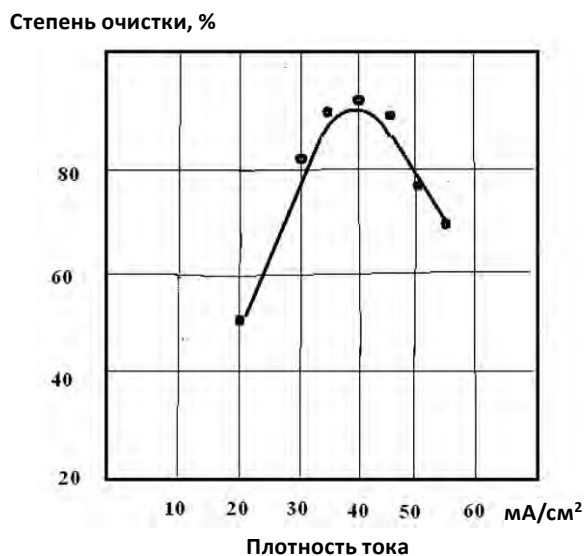


Рис. 3. Влияние плотности тока на степень очистки жиросодержащих сточных вод; время обработки 20 мин, температура $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.

времени обработки происходит вымывание прикрепленных к пузырькам газа частиц, которые повторно загрязняют очищаемую жидкость. В ходе исследования установлена оптимальная продолжительность обработки 15–20 мин.

Анализ графика на рис. 3 позволяет установить, что оптимальная плотность тока находится в пределах 30–40 мА/см², напряжение при этом изменяется в пределах 4–6 В. Влияние расстояния между электродами на степень очистки сточных вод представлено на рис. 4 – степень очистки сточных вод увеличивается при уменьшении расстояния между электродами.



Рис. 4. Влияние расстояния между электродами на степень очистки жиросодержащих сточных вод.

В ходе проведенных на установке исследований выявлено, что если в сточных водах содержание жира составляло 2,8–3,03 г/л, то после их обработки в течение 10–15 мин эффективность очистки возросла до 87,3–92,5 %. При этом содержание жира в обработанной воде снизилось до 0,21–0,41 г/л. Плотность тока поддерживалась в пределах 10–12 мА/см². Таким образом, для утилизации жиросодержащих сточных вод наиболее эффективным является метод электрофлотации.

На степень извлечения жира из жиросодержащих сточных вод оказывают влияние продолжительность обработки, плотность тока, температура обрабатываемой жидкости, конструктивные особенности установки (высота емкости, расстояние между электродами и др.). Исследования показали, что положительным эффектом электрофлотации является возможность изменения в широком диапазоне за счет плотности тока дисперсности и состава пузырьков газа, что повышает эффективность очистки сточных вод.

Установлено влияние основных факторов и конструктивных особенностей электрофлотатора (продолжительности обработки, плотности тока, расстояния между электродами) на процесс электрофлотации и эффективность извлечения жировых загрязнений из жиросодержащих сточных вод. Показано, что наряду с традиционными факторами (продолжительность обработки, плотность тока, температура обрабатываемой жидкости) на степень очистки сточных вод методом электрофлотации влияет расположение электродов, в частности, расстояние между ними. Эффективность очистки сточных вод значительно повышается при использовании электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грановский М.Г., Лавров И.С., Смирнов О.В. Электрообработка жидкостей. Л.: Химия, 1976. 216 с.
2. Павлинова И.И., Андрюшин А.И. Удаление жиров методом флотационной обработки сточных вод // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 1. С. 54–57.
3. Патент РФ 2491230. Электрофлотатор / Старших В.В., Максимов Е.А., опубли. 27.08.2013.

Сведения об авторах:

Максимов Евгений Александрович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76; e-mail: maksimov50@mail.ru

Васильев Виктор Иванович, канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет», 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76