



УДК 621.543.35

Е.А. МАКСИМОВ, канд. техн. наук, доцент, **В.И. ВАСИЛЬЕВ**, канд. техн. наук, доцент
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОЧИСТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ И НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД

Исследовано влияние основных параметров работы (продолжительности обработки, плотности тока) и конструктивных особенностей (расстояния между электродами) электрофлотатора на процесс электрофлотации и эффективность извлечения загрязнений из жиро- и нефтесодержащих сточных вод. Показано, что степень очистки таких сточных вод значительно повышается при использовании электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока.

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

В настоящее время одним из перспективных методов очистки жиро- и нефтесодержащих сточных вод является электрофлотация. Данный процесс заключается в выделении из жидкости взвешенных частиц загрязняющих веществ путем их адсорбции пузырьками газа, получаемыми электролизом воды (при этом на катоде выделяется водород, на аноде – кислород), и выноса вместе с пузырьками на поверхность обрабатываемой жидкости.

Преимущество электрофлотации заключается в обеспечении генерации газовых пузырьков очень тонкой дисперсности – от 10 до 200 мкм, причем доля пузырьков размером от 25 до 40 мкм составляет более 50 % [1, 2].

Целями данной работы являются исследование закономерностей влияния основных параметров процесса электрофлотации на эффективность извлечения жировых загрязнений из сточных вод, а также разработка современной технологии и оборудования для очистки жиро- и нефтесодержащих сточных вод.

Известно, что при работе технологического оборудования происходит изменение концентрации загрязнений сточных вод, особенно заметное при залповых выбросах. Однако очистное оборудование настроено, как правило, на очистку загрязнений строго определенной концентрации, в связи с чем при ее изменении требуется

переналадка оборудования. Для устранения указанного недостатка может использоваться электрофлотатор с автоматическим регулированием величины плотности тока и расстояния между электродами.

Исследования выполнялись на лабораторной установке, представляющей собой резервуар в виде параллелепипеда, имеющего размеры 1000×1000×600 мм. В его нижней части горизонтально располагались пластинчатые электроды, один из которых – анод – был изготовлен из графита, а другой – катод – из стальной сетки с ячейками 2×2 мм. Концентрация жиров определялась по специальной методике. Плотность тока на электродах поддерживалась на уровне 8–12 мА/см², напряжение изменялось в пределах 5–11,5 В. Обработке подвергался подмыльный щелок, в состав которого входили нейтральный жир (его концентрация составляла 3,6 г/л), мыло разных сортов, глицерин, хлориды и сульфаты.

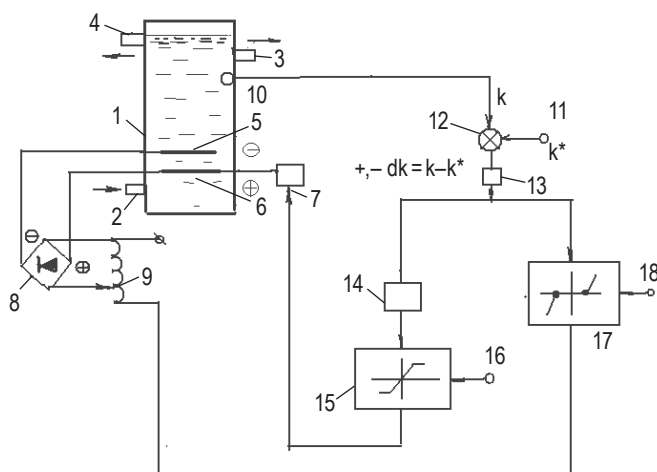


Рисунок 1 – Схема электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока:

- 1 – корпус; 2 – патрубок для подвода сточной воды;
- 3 – патрубок для отвода очищенной воды;
- 4 – патрубок для отвода пены; 5 – катод; 6 – анод;
- 7 – механизм перемещения катода в вертикальном направлении; 8 – выпрямитель; 9 – автотрансформатор;
- 10 – датчик фактической величины концентрации загрязнений; 11 – задатчик номинальной величины концентрации загрязнений; 12 – блок вычитания;
- 13 – усилитель; 14 – масштабный преобразователь;
- 15 – ограничительный блок; 16 – задатчик зоны блока ограничения; 17 – блок зоны нечувствительности;
- 18 – задатчик зоны нечувствительности

Электрофлотатор с автоматическим регулированием плотности тока работает следующим образом. Сточные воды, насыщенные частицами органических соединений (жиров), через патрубок поступают в нижнюю часть корпуса,

где они насыщаются пузырьками газа, выделяющимися в результате электролиза на аноде и катоде. Пузырьки газа прилипают к частицам жира и флотируют на поверхность жидкости, где образуется пена, которая выводится из корпуса через патрубок. Очищенная вода также выводится из корпуса, но уже через другой патрубок.

Сигнал от датчика фактической величины концентрации загрязнений поступает в блок вычитания, где он сравнивается с сигналом задатчика номинальной величины концентрации загрязнений. Сигнал отклонения (dk) усиливается по мощности в усилителе, преобразуется в масштабном преобразователе и поступает на первый вход ограничительного блока. На второй вход поступает сигнал от задатчика зоны блока ограничения, который пропорционален допустимому расстоянию между электродами. Если результирующий сигнал не превышает допустимого значения, то сигнал, который снимается с ограничительного блока, поступает на вход механизма перемещения катода в вертикальном направлении, вследствие чего происходит изменение расстояния между электродами.

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

В результате электролиза воды на поверхностях электродов образуются пузырьки газа. Поднимаясь вверх, они увлекают с собой частицы жира, переводя их в пену, которая собирается на поверхности жидкости, а затем удаляется. Таким образом происходит извлечение частиц жира из стоков.

Влияние продолжительности обработки подмыльного щелока, состоящего из 20 г/л жирных кислот, 20 г/л глицерина, 96 г/л хлоридов и 0,5 г/л сульфатов, приведено на рис. 2.

Анализ представленных зависимостей показал, что при увеличении времени обработки с 5 до 20 мин степень извлечения жира из щелока возрастает следующим образом: при $pH = 2$ – на 5 %, при $pH = 3$ – на 8 %, при $pH = 6$ – на 10 %. Дальнейшее увеличение времени обработки не приводит к повышению эффективности извлечения жира из воды, так как начинается вымывание частиц, прикрепленных к пузырькам газа, и эти частицы повторно загрязняют очищаемую жидкость. Исследования показали, что оптимальная продолжительность обработки составляет 15–20 мин.

Влияние плотности тока на эффективность очистки сточных вод представлено на рис. 3. Анализ графика позволяет установить, что оптимальная плотность тока

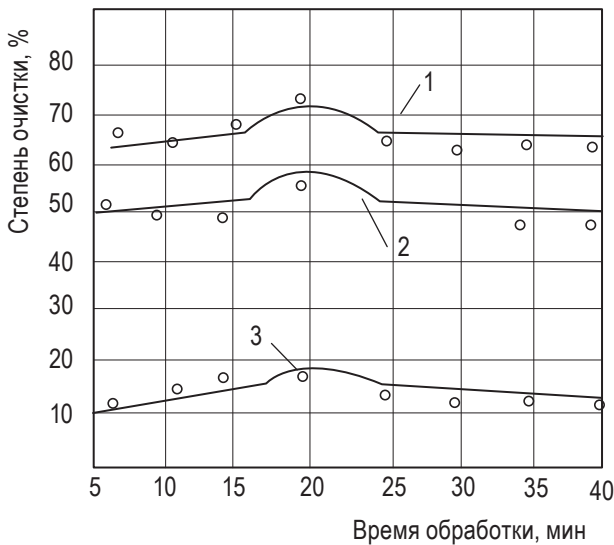


Рисунок 2 – Влияние продолжительности обработки на степень очистки подмыльного щелока:
1 – pH = 2; 2 – pH = 3; 3 – pH = 6

находится в интервале 30–40 мА/см², при этом напряжение изменяется в пределах 4–6 В.

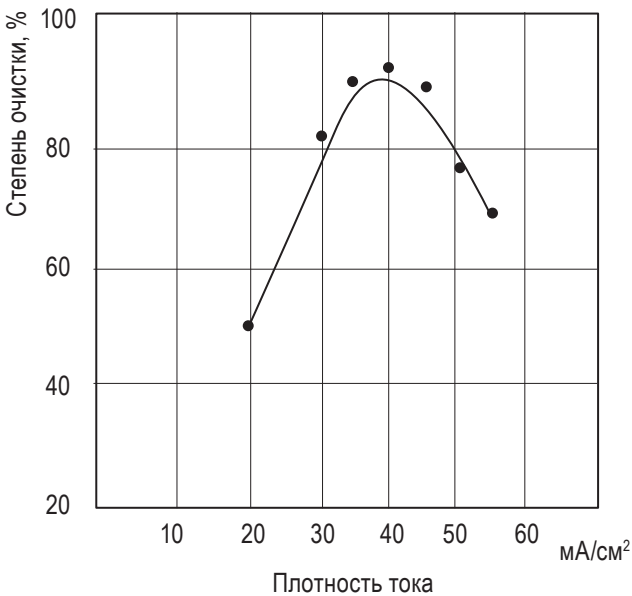


Рисунок 3 – Влияние плотности тока на степень очистки подмыльного щелока:
время обработки – 20 мин, температура – 25 °С

Влияние расстояния между электродами на степень очистки сточных вод представлено на рис. 4. Из графика следует, что степень очистки сточных вод увеличивается при уменьшении расстояния между электродами.

Как показали проведенные на установке исследования, после обработки в течение 10–15 мин подмыльного щелока содержание жира в нем снижалось с 2,8–3,03 г/л

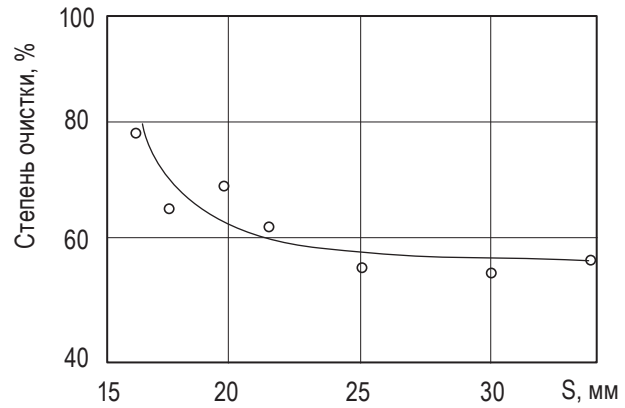


Рисунок 4 – Влияние расстояния между электродами на степень очистки сточных вод

до 0,21–0,41 г/л, при этом эффективность очистки достигала 87,3–92,5 %. Плотность тока поддерживалась в пределах 10–12 мА/см².

На основе результатов исследований можно сделать вывод, что для утилизации подмыльного щелока, являющегося отходом мыловаренного производства, наиболее эффективным является метод электрофлотации. Степень извлечения жира из подмыльного щелока зависит от продолжительности обработки, величины плотности тока, температуры обрабатываемой жидкости и конструктивных особенностей установки – высоты резервуара, расстояния между электродами и др.

Аналогичные исследования были проведены при очистке нефтесодержащих сточных вод. Они показали, что положительным эффектом электрофлотации является то, что путем варьирования величины плотности тока можно в широком диапазоне изменять дисперсность и состав пузырьков газа, добиваясь максимального повышения степени очистки сточных вод.

ВЫВОДЫ

1. Исследовано влияние основных параметров работы электрофлотатора и его конструктивных особенностей на процесс электрофлотации и эффективность извлечения жировых загрязнений из подмыльного щелока.

2. Показано, что наряду с такими параметрами, как продолжительность обработки, плотность тока и температура обрабатываемой жидкости, на процесс электрофлотации и степень очистки сточных вод оказывает влияние расположение электродов.

3. Эффективность очистки сточных вод значительно повышается при использовании электрофлотатора с автоматическим регулированием плотности тока.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Грановский М. Г.** Электрообработка жидкостей / М. Г. Грановский, И. С. Лавров, О. В. Смирнов. – Л. : Химия, 1976. – 216 с.

Досліджено вплив основних параметрів роботи (тривалості обробки, щільності струму) і конструктивних особливостей (відстані між електродами) електрофлотатора на процес електрофлотації і ефективність вилучення забруднень із жиро- і нафтовмісних стічних вод. Показано, що ступінь очистки таких стічних вод значно підвищується за використання електрофлотатора з автоматичним регулюванням щільності струму.

2. **Павлинова И. И.** Удаление жиров методом флотационной обработки сточных вод / И. И. Павлинова, А. И. Андрюшин // Достижения науки и техники ПАК. – 2009. – № 1. – С. 54–57.

Поступила в редакцию 03.10.2014

Influence of basic operation parameters (duration of treatment, current density) and design features (distance between electrodes) of electroflotator on electroflotation process and efficiency of contamination extraction from fat-containing and oily waste water is studied. It is shown that degree of such waste water cleaning is significantly increased, when using electroflotator with automatic regulation of current density.