

ЭЛЕКТРООБРАБОТКА ЖИДКОСТЕЙ В НЕОДНОРОДНОМ ПОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИДРООКИСИ АНОДНО-РАСТВОРЯЮЩИХСЯ ЭЛЕКТРОДОВ

Изучены параметры обработки жидкостей в неоднородном поле с использованием процессов электрокоагуляции и электрофлотации. Установлены оптимальные значения объединенного процесса: продолжительность электролиза, доза ионов металлов, объемная плотность тока, объем флотошлама.

Введение

Дисперсность эмульгированных нефтепродуктов зависит от ряда факторов: состава нефтепродуктов, температуры, размера, формы частиц дисперсной фазы, заряда и эффективного потенциала [1,2]. Эмульсии типа “масло в воде” имеют отрицательный заряд и для их дестабилизации применяются положительные катионы или их гидроксосоединения [1,3]. Для эффективной коагуляции отрицательных частичек нефтепродуктов могут быть применены гидроксосоединения алюминия или железа, полученные электрохимическим путем. Эффективность извлечения нефтепродуктов при этом зависит от количества пропущенного электричества, продолжительности обработки, плотности тока, величины рН, а также вида и концентрации ионов железа и алюминия.

Материалы и методы исследования

В исследованиях использовались эмульсии бензинов марок АИ-93, АИ-95 и дизельного топлива. Реальные системы готовили на технической воде путем приливания необходимого объема бензинов или дизельного топлива с последующим переме-

Г.Ш. Мамедов*,
действительный член
Национальной
Академии наук
Азербайджана,
доктор биологических
наук, директор
Государственного
Комитета по Земле
и Картографии
Азербайджанской
Республики

Г.А. Гафаров,
аспирант
строительного
факультета
Азербайджанского
университета
архитектуры
и строительства



шиванием с помощью магнитной мешалки в течение 0,5 ч. Затем, нерастворившуюся часть вещества отделяли делительной воронкой. Для поддержания постоянной электропроводности растворов добавляли сульфат натрия в количестве 1 г/л. Исследования проводили при температуре 20 °С. Электрохимические реакторы изготовлялись из оргстекла. Пакет электродов при электрокоагуляции собран из групп железных или алюминиевых анодов и катодов из титана с пленочным покрытием из оксидов рутения и кобальта. Анодный блок электрофлотатора был выполнен из плоскопараллельных пластинчатых элементов из магнетита, а катодом служила сетка из нержавеющей стали.

* Адрес для корреспонденции: faikazeri@rambler.ru

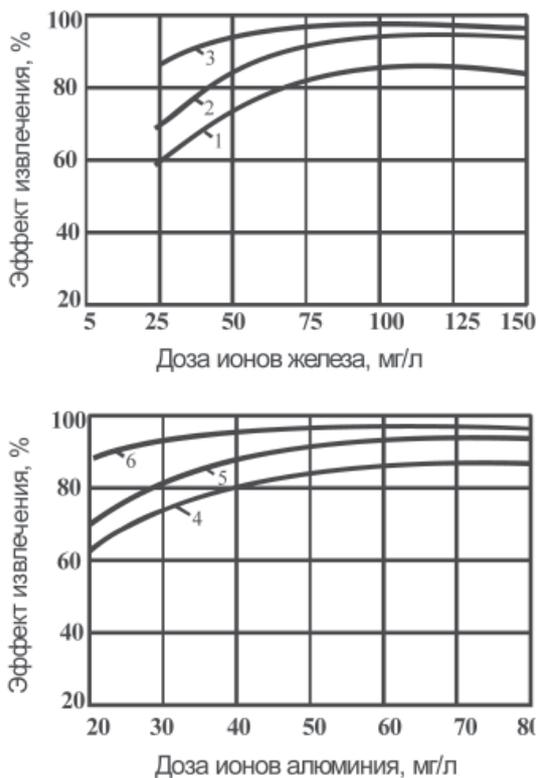


Рис. 1. Эффективность извлечения примесей бензинов марок АИ-93 (1,4), АИ-95 (2,5) и дизтоплива (3,6) электрокоагуляцией ионами железа (1-3) и алюминия (4-6) с последующей 10-минутной электрофлотацией.

Результаты и их обсуждение

В результате предварительных исследований установлено, что наибольшая эффективность очистки может быть достигнута в результате объединения электрокоагуляционного и электрофлотационного методов в один технологический процесс со следующей функциональной принадлежностью: электрокоагуляционный процесс предусматривает извлечение нефтепродуктов и других сопутствующих примесей из водной фазы гидроксидами, а электрофлотационный процесс – отделение гидроксидов от водной фазы, а также доочистку сточной воды от нефтепродуктов электролизом.

Результаты электрокоагуляционной обработки сточных вод с последующей 10-минутной электрофлотацией (рис. 1) показывает значительные преимущества объединенного процесса и в первую очередь высокую эффективность процесса очистки.

Для стабилизации флотационного процесса в качестве флокулянта применялся полиакриламид в дозе 0,5 мг/л [4].

Исследование кинетических зависимостей процесса электрофлотации позволяет сделать важный вывод об оптимальном време-

ни, необходимым для отделения гидроксидов от водной фазы, а также доочистку сточной воды от нефтепродуктов до требуемой степени очистки и, таким образом, избежать лишних затрат и снизить себестоимость процесса обработки.

Снятие кинетических кривых электрофлотации скоагулированных загрязнений бензина различных марок и дизельного топлива при объемной плотности тока 200 А/м³ проводили с предварительной электрокоагуляцией дозой Fe-иона 80 мг/л или Al-иона 50 мг/л и рН=6. Экспериментальные зависимости представлены на рис. 2.

Эффективность процесса очистки зависит от образования устойчивого флотокомплекса, включающего гидроксид железа (алюминия), капельку эмульсии и пузырьки газа. Для солей железа (III) при концентрации порядка 10⁻³ моль/л формируется малорастворимый оксигидрат железа, доля которого при рН=6 практически равна 100%. Согласно литературным данным [5], гидроксид алюминия является малорастворимым при рН=5-7.

Как видно из графиков, электрофлотационное извлечение гидроксидов и эмульсий бензинов протекает довольно интенсивно, кинетические кривые выходят на горизонтальные участки практически за 6-10 минут.

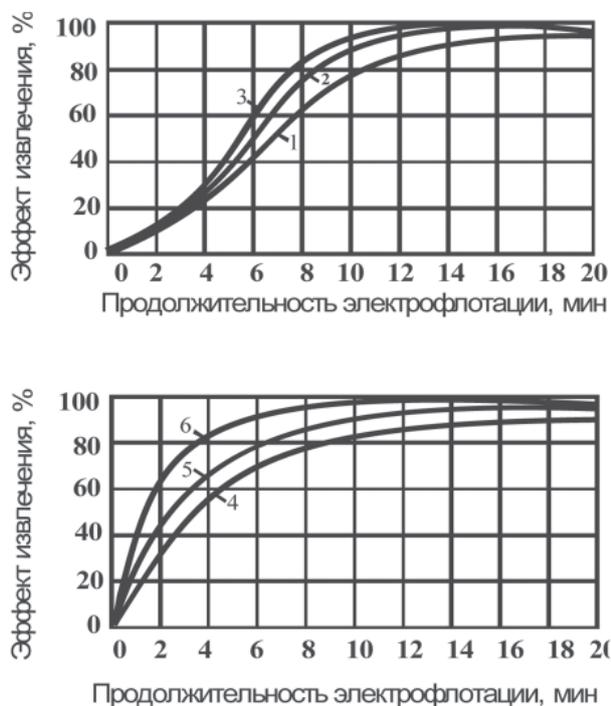


Рис. 2. Кинетика извлечения скоагулированных загрязнений бензинов марок АИ-93 (1,4), АИ-95 (2,5) и дизтоплива (3,6) электрофлотацией при объемной плотности тока 200 А/м³ с предварительной электрокоагуляцией ионами алюминия дозой 50 мг/л (1-3) и железа дозой 80 мг/л (4-6)



Рис. 3. Влияние объемной плотности тока на эффект извлечения бензинов марок АИ-93 (1,4,7), АИ-95 (2,5,8) и дизтоплива (3,6,9) при электрокоагуляции ионами железа дозой 50 мг/л и продолжительности электрофлотации, мин: 1,2,3-2; 4,5,6-5; 7,8,9-12



Рис. 4. Влияние объемной плотности тока на эффект извлечения бензинов марок АИ-93 (1,4,7), АИ-95 (2,5,8) и дизтоплива (3,6,9) при электрокоагуляции ионами алюминия дозой 50 мг/л и продолжительности электрофлотации, мин: 1,2,3-2; 4,5,6-5; 7,8,9-12

Таблица 1

Влияние плотности тока на объемный фактор и коэффициент распределения ($t_w=10$ мин)

Объемная плотность тока, А/дм ³	Объемный фактор	Коэффициент распределения
50	0,028	17
100	0,013	19
150	0,008	22
200	0,0065	30
250	0,005	45
300	0,004	70

Оптимальная продолжительность электрофлотационного процесса составляет 10 минут.

Основной особенностью электрофлотационного процесса является малый размер пузырьков электролитических газов (20-160 мкм) [6], что обеспечивает высокую скорость процесса. Кроме того, пузырьки газа, образованные при электролизе имеют поверхностный заряд, совпадающий по знаку с зарядом электрода с которого он выделяется. Это создает благоприятные условия для сближения дисперсных частиц и образования устойчивого флотокомплекса.

Эффективность электрофлотационного процесса очистки сточных вод определяется также величиной объемной плотности тока. Определение оптимальной плотности тока чаще всего связывают с достижением максимальной степени очистки при фиксированном времени обработки.

Данный параметр определяет объем выделяющихся газов и размер микропузырьков, что является решающим для формирования и последующего отделения его в пенный слой. В процессе исследований объемная плотность тока изменялась в диапазоне от 30 до 300 А/м³ путем изменения объема электрофлотатора при неизменной величине анодной плотности тока. Результаты исследований представлены на рис. 3 и 4, данные которых позволяют считать, что увеличение объемной плотности тока свыше 200-240 А/м³ приводит к значительному увеличению газового потока в сточной воде, а это свою очередь ведет к интенсивному перемешиванию системы и возврату части пенного продукта обратно в жидкость. В то же время повышение плотности тока сверх указанного приводит к дополнительному увеличению расхода электроэнергии.

Изучено также влияние объемной плотности тока на условия образования флотационного шлама: объемный фактор и коэффициент распределения (табл. 1)

Как видно из таблицы, рост объема флотошлама, т.е. рост объемного фактора, пре-



восходит увеличение степени извлечения нефтепродуктов из растворов. Объем флотошлама составляет в среднем 1-2% от объема обрабатываемой воды.

Заключение

В результате проведенных исследований стало возможным объединение методов электрокоагуляции и электрофлотации в один технологический процесс с высоким эффектом очистки воды от нефтепродуктов.

Литература

1. Матвеевич В.А. Электрохимические методы очистки природных и сточных вод. Электронная обработка материалов, 2000, № 5 (205), с. 105-111.
2. Минаева И.А. Гидродинамика электрофлотации нефтесодержащих сточных вод. Вода: химия и экология, № 6, 2009, с.9-14.

Ключевые слова:

электрокоагуляция,
электрофлотация,
нефтепродукты

3. Nabih H.J., Omar A.M.A., Kenawi F.I. Development of a froth flotation process for recovery of used emulsifiable oil. Petroleum science and technology, v.21, №1-2, p.211-219, 2003.

4. Воронина В.М., Трофимова Э.Г., Арбатский В.А., Буряк В.И. Исследование влияния добавок полиакриламида на процесс флотационной очистки сточных вод Ангарского НПЗ. Нефтепереработка и нефтехимия, 1981, № 7, с. 31-32.

5. Jia-Qian, N.J.D.Graham, C.Harward. Coagulation of upland coloured water with polyferric sulphate compared to conventional coagulants. J.Water SRT-Aqua, 1996, v. 45, № 3, p. 143-154.

6. Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки воды. Л.: Стройиздат, 1987. 312 с.



G.S.Mamedov, G.A.Gafarov

ELECTROPROCESSING FLUIDS IN A NONUNIFORM FIELD WITH THE USE OF PLATE-SOLUBLE HYDROXIDE ELECTRODES

The parameters of processing fluids in a nonuniform field with the use of electrocoagulation process and electroflotation have been studied. The optimal value of the combined process: the duration of electrolysis, the dose of metal ions, the bulk density of the current volume of photo slurry have been analysed.

Key words: electrocoagulation, electroflotation, petroleum