

И.Д. Файзрахманов

I.I. Fayzrakhmanov

Fayzrakhmanov2000@mail.ru

Ю.А. Аверьянова

Yu.A. Averyanova

bgdkgeu@yandex.ru

ФГБОУ ВО Казанский государственный

энергетический университет, г. Казань, Россия

Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНЫХ
ЭМУЛЬСИЙ В ОТСТОЙНИКЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕПАРАЦИОННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ**

**HIGHER EFFICIENCY OF SEPARATION OF OIL-WATER EMULSIONS IN
SETTLING TANK USING SEPARATION ELEMENTS**

Аннотация: Рассмотрена проблема очистки сточных вод от нефтепродуктов. Для повышения эффективности разделения водонефтяных эмульсий предложены гофрированные сепарационные пластины, которые вставляются в отстойник. Проведены численные исследования разделения водонефтяной эмульсии на составляющие компоненты в программном комплексе ANSYS Fluent. Результаты проведенных исследований показали, что Эффективность разделения водонефтяной эмульсии при скорости ее движения внутри отстойника в диапазоне 0,02–0,22 м/с на составляющие компоненты составляет в среднем 74,5, 74,1, 74,2, 74,1, 73,3 и 71,9 при размере нефтяных глобул 5, 20, 50, 100 и 200 мкм соответственно.

Abstract: The problem of waste water treatment from oil products is considered. In order to increase the efficiency of separation of water-oil emulsions, corrugated separation plates are proposed, which are inserted into the settling tank. Numerical studies of separation of water-oil emulsion into constituent components in ANSYS Fluid software complex were carried out. The results of the carried-out studies showed that the efficiency of separation of the water-oil emulsion at the speed of its movement inside the settler in the range of 0.02–0.22 m/s into constituent components is on average 74.5, 74.1, 74.2, 74.1, 73.3 and 71.9 at the size of oil globules 5, 20, 50, 100 and 200 mcm respectively.

Ключевые слова: водонефтяная эмульсия, сточные воды, отстойник, нефтяные глобулы, нефть, разделение эмульсии.

Keywords: water-oil emulsion, waste water, settling tank, oil globules, oil, emulsion separation.

Очистка сточных вод от нефтепродуктов является актуальной задачей. На многих промышленных предприятиях: энергетических, нефтехимических и пр. нефтяные компоненты могут попадать в окружающую среду, что наносит ей существенный экологический ущерб [1, с. 127]. Также сточные воды образуются вследствие хозяйственно-бытовой деятельности человека. На современном этапе нефть и нефтепродукты являются основными трудноудаляемыми компонентами сточных вод. Поэтому задача повышения эффективности разделения водонефтяной эмульсии является актуальной [2, с. 66].

В настоящий момент времени существуют различные методы очистки сточных вод от нефтепродуктов на составляющие компоненты: механические, термохимические и электрохимические. Наиболее простым методом являются механические, которые основаны на гравитационном отстаивании эмульсии. Термохимические методы представляют собой использование различных деэмульгаторов, разрушающих защитную сольватную оболочку вокруг глобул воды, с осаждением коалесцированных капель воды. Электрохимические методы заключаются в пропускании водонефтяной эмульсии через электрическое поле, позволяющее разрушать защитную пленку глобул нефти и деформировать их формы, что повышает вероятность их столкновения и укрупнения. Среди механических аппаратов наиболее распространенными являются отстойники и сепараторы [3, с. 76]. Следует отметить, что в некоторых сепараторах используются различные сепарационные элементы, повышающие эффективность разделения водонефтяной эмульсии [4, с. 76].

Целью работы является исследование сепарационных элементов для отстойников, которые способны повысить эффективность разделения водонефтяных эмульсий.

Предложены сепарационные элементы, представляющие собой гофрированные пластины с ориентацией гофр, выполненных под углом 45° , которые вставляются в отстойник (рис. 1). Интенсификация процессов разделения водонефтяных эмульсий вызвана образованием множества точек вихреобразования вблизи гофр, позволяющие создать волновую структуру потока внутри отстойника, вследствие которой увеличивается количество процессов слипания и объединения капель нефти. Следует отметить, что при газоочистке сепарационные элементы также используются для организации различных

структур движений газовых потоков для повышения эффективности сепарации частиц пыли из газов [5, с. 44].

Моделирование процесса разделения водонефтяной эмульсии можно описать следующим образом: в входных областях отстойника 1,2 задавался массовый расход воды и глобулы нефти, диаметр которых варьировался от 5 до 200 мкм, исходная эмульсия двигалась параллельно двум гофрированным пластинам 3, которые являлись причиной возникновения волновой структуры движения потока, далее частицы нефти поднимались в верхнюю часть отстойника, вследствие меньшей плотности от воды, а остальная жидкость стремилась в нижнюю часть отстойника. Вывод легкой фазы осуществлялся через выходной патрубок 5, а тяжелой фазы через патрубок 6.

При проведении численного моделирования в программном комплексе ANSYS Fluent принимались следующие постоянные значения: температура окружающей среды $t_0 = 20$ °С, количество частиц нефти, вводимых в отстойник $n = 1000$, плотности воды $\rho_{\text{water}} = 998,2$ кг/м³ и нефти $\rho_{\text{oil}} = 920$ кг/м³ [6, с. 388].

Эффективность отстойника оценивалась по количеству нефтяных частиц в легкой фазе относительно количеству частиц, которые находились первоначально в жидкости.

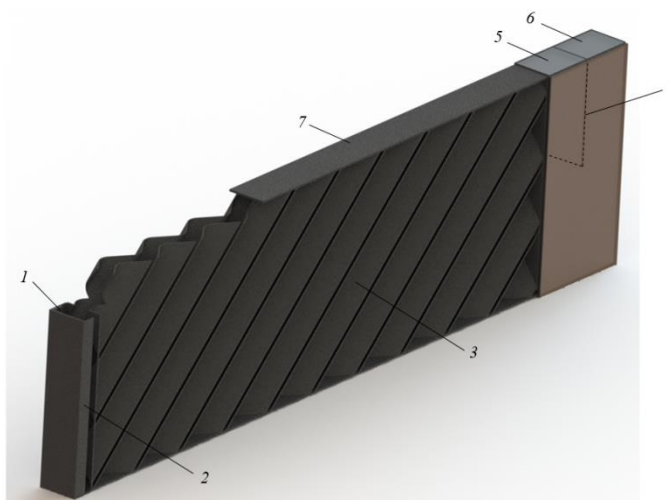


Рис. 1. Трехмерная модель отстойника с разрезом: 1, 2 – входные области ввода воды и капель нефти, 3 – гофрированные пластины с ориентацией гофр, выполненных под углом 45°, 4 – межсекционная перегородка, 5 – выходной патрубок для вывода легкой фазы, 6 – выходной патрубок для выводу тяжелой фазы, 7 – корпус отстойника

Эффективность разделения водонефтяной эмульсии при скорости ее движения внутри отстойника в диапазоне 0,02–0,22 м/с на составляющие компоненты составляет в среднем 74,5, 74,1, 74,2, 74,1, 73,3 и 71,9 при размере нефтяных глобул 5, 20, 50, 100 и 200 мкм соответственно (рис. 2).

Стоит отметить, что максимальная эффективность расслоения эмульсии равная 82,1% была зафиксирована при ее скорости движения 0,11 м/с и размере нефтяных глобул 20 мкм.

Ключевыми показателями, влияющими на изменение эффективности разделения водонефтяной эмульсии на составляющие компоненты, являются скорость ее движения, размер и плотность нефтяных глобул. Исследованные гофрированные пластины имеют практическую значимость для нефтяной промышленности, так как большинство используемых отстойников осуществляет процесс разделения водонефтяной эмульсии на составляющие компоненты в десятки раз медленнее. Рассмотренные в работе гофрированные пластины позволяют разделять водонефтяные эмульсии с эффективностью в среднем 73,3%.

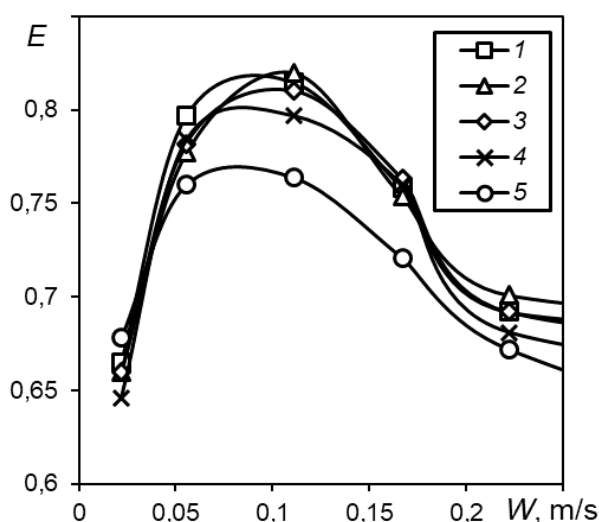


Рис. 2. Зависимость эффективности разделения водонефтяной эмульсии в отстойнике с гофрированными пластинами от скорости ее движения в зависимости от размера нефтяных глобул, мкм: 1 – 5, 2 – 20, 3 – 50, 4 – 100, 5 – 200

Использование гофрированных пластин в отстойниках позволит повысить эффективность очистки сточных вод от нефтяных компонентов.

Список литературы

1. Галимова, А. Р. Использование отстойников для очистки сточных вод от нефтепродуктов / А. Р. Галимова // Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием «Оборудование пищевых производств в XXI веке»: сборник материалов конференции; Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань: Печать-сервис XXI век, 2020. – С. 129–132.

2. *Моделирование* процесса разделения водонефтяной эмульсии в прямоугольном сепараторе / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, С. В. Данг // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – № 3 (39). – С. 65–71.

3. *Удаление* влаги из загрязненного трансформаторного масла в прямоугольных сепараторах / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. С. Дмитриева, С. В. Данг, Э. И. Салахова // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21, № 11. – С. 75–79.

4. *Эффективность* прямоугольного сепаратора в зависимости от оформления элементов внутри аппарата / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, О. С. Дмитриева, В. Л. Нгуен // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – Т. 10, № 1 (37). – С. 74–81.

5. *Исследование* изменения эффективности очистки газового потока от мелкодисперсных частиц прямоугольным сепаратором при разной степени забивки дугообразных элементов пылью / В. Э. Зинуров, А. В. Дмитриев, О. В. Соловьева, Д. Н. Латыпов // Вестник технологического университета. – 2019. – Т. 22, № 8. – С. 42–46.

6. *Дмитриев, А. В.* Разработка аппарата для разделения водонефтяной эмульсии / А. В. Дмитриев, В. Э. Зинуров, И. Д. Файзрахманов // III Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Энергия молодежи для нефтегазовой индустрии» (г. Альметьевск, 14–17 ноября 2018 г.). – Альметьевск, 2018. – С. 387–389.