



УДК 66.066.3

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗДЕЛЕНИЯ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ОТСТОЙНИКЕ



IMPROVED SEPARATION EFFICIENCY OF AN OIL-WATER EMULSION IN A HORIZONTAL SUMP

Зинуров Вадим Эдуардович

инженер,
Казанский государственный энергетический университет
Vadd_93@mail.ru

Галимова Алсу Рузилевна

Казанский государственный энергетический университет
galimovaar00@mail.ru

Zinurov Vadim Eduardovich
Engineer,
Kazan State Energy University
Vadd_93@mail.ru

Galimova Alsu Ruzilevna
Kazan State Energy University
galimovaar00@mail.ru

Аннотация. Разрушение водонефтяных эмульсий на нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятиях является одной из трудно решаемых экологических и технологических проблем. Для решения проблемы применяют отстойники, которые обеспечивают эффективное разделение воды от нефти. Для повышения производительности сепарационного аппарата применяют различные сепарационные элементы. В работе рассмотрены сепарационные гофрированные элементы. В ходе экспериментальных исследований получено, что использование сепарационных гофрированных элементов позволяет повысить эффективность разделения водонефтяной эмульсии не менее, чем на 17 %.

Annotation. The destruction of oil-water emulsions in refineries and petrochemicals is one of the difficult environmental and technological problems to solve. To solve the problem, settlers are used, which ensure effective separation of water from oil. Various separation elements are used to increase the efficiency of the separation apparatus. Separation corrugated elements are considered in the work. In the course of experimental studies it is obtained that the use of separation corrugated elements allows to increase efficiency of separation of water-oil emulsion by not less than 17 %.

Ключевые слова: водонефтяная эмульсия, очистка, нефтепродукты, отстойник, сепарация, вставки.

Keywords: water-oil emulsion, purification, oil products, settling tank, separation, inserts.

На сегодняшний день задача эффективного разрушения водонефтяных эмульсий является актуальной. В ходе промышленной подготовки нефти необходимо обезводить водонефтяную эмульсию. На начальных этапах добыча нефти происходит из фонтанирующих скважин. Вода закачивается в пласт под давлением, вследствие чего добываемая нефть выкачивается с большим содержанием воды. Добыча нефти представляет собой сложный процесс, так как большинство нефтяных месторождений характеризуется значительным обводнением продукции скважин. Длительное время эксплуатации нефтяных месторождений приводит к образованию устойчивых водонефтяных эмульсий. В настоящее время около 2/3 всей нефти в мире добывается в обводненном состоянии. Для обезвоживания нефти необходимы стадии каплеобразования и гравитационного отстаивания. От данных процессов зависит эффективность разделения эмульсии на нефть и воду. [1].

Водонефтяная эмульсия представляет собой смесь из двух нерастворимых жидкостей нефти и воды. Устойчивость эмульсии зависит от размера глобул воды, вязкости и плотности нефти, содержания в ней легких фракций углеводородов, основных характеристик воды, температуры, давления, степени перемешивания и времени формирования. Устойчивость – это важный показатель для нефтяных эмульсий, он в значительной степени определяет выбор технологии их дальнейшей обработки, а также глубину отделения водной фазы от нефти. Также устойчивость характеризуется неизменностью во времени ее основных параметров, таких как дисперсности и равновесного распределения дисперсной фазы в среде.

Вода является одним из самым необходимым и ценным ресурсом нашей планеты. В ряду факторов, угрожающих экологической безопасности, существенное место занимают нефть и нефтепродукты. Наиболее распространёнными и в то же время трудноудаляемыми загрязнениями являются тонкодисперсные взвеси, представляющие собой компоненты нефти, образующие с водой устойчивые эмульсии, не расслаивающиеся в течение длительного времени [2]. В настоящий момент важное значение имеет совершенствование технологии подготовки и переработки нефти, обеспечивающих улучшение технико-экономических показателей и качества нефтепродуктов [3]. В данной работе рассматривается наиболее распространенное устройство для сепарации нефти и воды – отстойник.

По расположению в пространстве их разделяют на горизонтальные и вертикальные. Наиболее распространёнными являются горизонтальные (рис. 1).

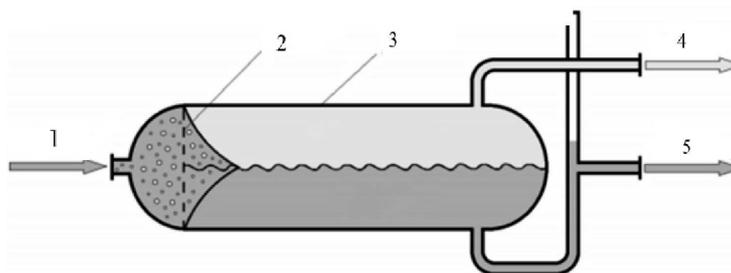


Рисунок 1 – Схема горизонтального отстойника для разделения водонефтяных эмульсий:

1 – патрубок для вводы исходной водонефтяной эмульсии; 2 – водораспределительная перегородка; 3 – корпус отстойника; 4 – канал для вывода очищенной воды; 5 – канал для вывода нефтепродуктов

Для повышения производительности сепарационного аппарата применяют различные пористые вставки. Их использование значительно увеличивает скорость потока, и соответственно ускоряется процесс разделения водонефтяной эмульсии. Также могут быть использованы для разделения водонефтяных эмульсий и другие различные сепарационные элементы: дугообразные, двутавровые, и другие [4]. Следует отметить, что большинство сепарационных элементов позволяют создать дополнительные вихреобразования, которые положительным образом сказываются на расслоении эмульсий [5–7]. Эффективность отстойников с применением специальных дополнительных вставок увеличивается до 70–90 %.

В данной работе были исследованы сепарационные элементы, представляющие собой гофрированные пластины. В ходе исследований были проведены экспериментальные исследования.

Экспериментальная установка состояла из модели сепаратора 7 (проходное сечение 60 × 60 мм) с гофрированными пластинами, клапанов 2 для регулировки расходов легкой и тяжелой фаз, пробоотборников 3 для определения содержания концентрации углеводородных соединений после разделения эмульсии, расходомеров 4 фирмы LOUCHEN ZM FS300A G3/4» с погрешностью ± 5 % для учета расхода разделенных потоков, емкости 5 с мешалкой для повторного смешения разделенной эмульсии и насоса 6 фирмы OASIS CRP 15/9 для подачи эмульсии в сепаратор.

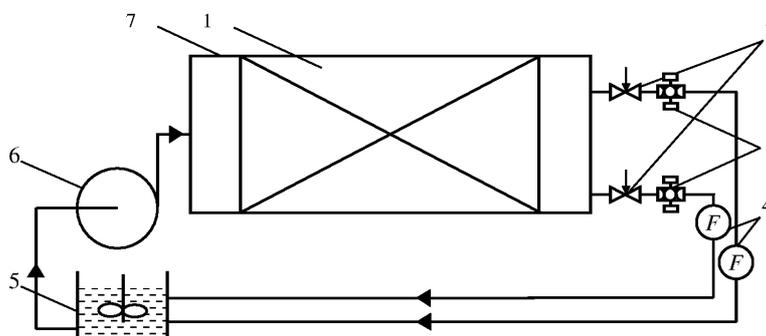


Рисунок 2 – Экспериментальная установка: 1 – экспериментальная вставка; 2 – регулировочные клапаны; 3 – пробоотборники; 4 – расходомеры; 5 – емкость повторного смешения разделенной эмульсии; 6 – насос; 7 – экспериментальная установка

В ходе проведения эксперимента подготовленная эмульсия смешивалась в емкости с мешалкой 5 далее насосом 6 подавалась в аппарат разделенная эмульсия 7, после его заполнения открывались клапаны до необходимого расхода компонентов эмульсии, которые замерялись расходомерами 4 и далее разделенная эмульсия на легкую и тяжелую фазы снова поступали в емкость 6. Содержание концентрации углеводородных соединений, на выходе из аппарата, определялся весовым методом, для этого проводился забор проб (как минимум 3 раза, каждые 30 мин.) из пробоотборников 3, на весах R-25 6 с погрешностью ± 0,05.

При проведении экспериментальных исследований следующие параметры принимались постоянными: температура окружающей среды $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; плотность воды $\rho_w = 998,2 \text{ кг/м}^3$; коэффициент динамической вязкости воды $\mu_w = 0,001003 \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$; плотность маслянистых углеводородных соединений $\rho = 883 \text{ кг/м}^3$; коэффициент динамической вязкости углеводородных соединений $\mu_c = 0,0198 \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$. В ходе исследования содержание маслянистых углеводородов на входе в аппарат изменялось от 15 % до 25 %.

Проведенные исследование показали, что использование сепарационных гофрированных элементов позволяет повысить эффективность разделения водонефтяной эмульсии не менее, чем на 17 %.

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК – 616.2020.8

**Литература:**

1. Моделирование процесса разделения водонефтяной эмульсии в прямоугольном сепараторе / А.В. Дмитриев [и др.] // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – № 3(39). – С. 65–71.
2. Удаление влаги из загрязненного трансформаторного масла в прямоугольных сепараторах / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 11. – С. 75–79.
3. Removal of moisture from contaminated transformer oil in rectangular separators / A.V. Dmitriev [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 110. – P. 01026. DOI: 10.1051/e3sconf/201911001026 (International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development ((SPbWOSCE 2018)) St. Petersburg, Russian Federation, December 10, 2018)
4. Эффективность прямоугольного сепаратора в зависимости от оформления элементов внутри аппарата / А.В. Дмитриев [и др.] // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2018. – Т. 10. – № 1(37). – С. 74–81.
5. Эффективность входной ступени прямоугольных сепараторов / А.В. Дмитриев [и др.] // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 11. – С. 66–69.
6. Влияние конструктивного оформления элементов прямоугольного сепаратора на эффективность очистки газа от твердых частиц / А.В. Дмитриев [и др.] // Вестник технологического университета. – 2018. – Т. 21. – № 9. – С. 58–61.
7. Оценка энергетических затрат на улавливание мелкодисперсных частиц в сепараторе с дугообразными элементами / В.Э. Зинуров [и др.] // Вестник технологического университета. – 2020. – Т. 23. – № 2. – С. 82–85.

References:

1. Modeling of the water-oil emulsion separation process in the rectangular separator / A.V. Dmitriev [et al.] // Vestnik of Kazan State Energy University. – 2018. – № 3(39). – P. 65–71.
2. Moisture removal from the contaminated transformer oil in the rectangular separators / V.E. Zinurov [et al.] // Vestnik of Technological University. – 2018. – V. 21. – № 11. – P. 75–79.
3. Removal of moisture from contaminated transformer oil in rectangular separators / A.V. Dmitriev [et al.] // E3S Web of Conferences. – 2019. – Vol. 110. – P. 01026. DOI: 10.1051/e3sconf/201911001026 (International Science Conference on Business Technologies for Sustainable Urban Development ((SPbWOSCE 2018)). St. Petersburg, Russian Federation, December 10, 2018).
4. Efficiency of the rectangular separator depending on design of the elements inside the apparatus / A.V. Dmitriev [et al.] // Vestnik of Kazan State Energy University. – 2018. – V. 10. – № 1(37). – P. 74–81.
5. Efficiency of an input stage of the rectangular separators / A.V. Dmitriev [et al.] // Vestnik of Technological University. – 2018. – V. 21. – № 11. – P. 66–69.
6. Design influence of the rectangular separator elements on efficiency of gas cleaning from the solid particles / A.V. Dmitriev [et al.] // Bulletin of Technological University. – 2018. – V. 21. – № 9. – P. 58–61.
7. Energy cost estimation for the fine particles capture in the separator with the arc-shaped elements / V.E. Zinurov [et al.] // Bulletin of Technological University. – 2020. – V. 23. – № 2. – P. 82–85.