

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования и науки Республики Татарстан
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ**

II ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Казань, 18–19 марта 2020 года

Материалы конференции

В двух томах

Том I

Казань
2020

УДК 621.3

ББК 31.2

П78

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВО «КГЭУ» И.В. Ившин

доктор технических наук, профессор филиала ФГБОУ ВО «УГНТУ»

в г. Салавате Р.Г. Вильданов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор), И.Г. Ахметова, Н.В. Роженцова, В.Р. Иванова

П78 **Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники:** матер. II Всерос. науч.-практ. конф. (Казань, 18–19 марта 2020 г.): в 2 т. / редкол.: Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор) и др. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2020. – Т. 1. – 295 с.

ISBN 978-5-89873-561-6 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-560-9

Опубликованы материалы II Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники» по следующим научным направлениям:

1. Проектирование и эксплуатация объектов электроэнергетики.
2. Энерго- и ресурсосбережение промышленных и коммунальных предприятий.
3. Энергосиловое оборудование, электропривод и автоматизация.
4. Энергоэффективная промышленная светотехника.
5. Малая энергетика, возобновляемые источники энергии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Как правило, сохранена авторская редакция. Ответственность за содержание материалов докладов возлагается на авторов.

УДК 621.3

ББК 31.2

ISBN 978-5-89873-561-6 (т. 1)

ISBN 978-5-89873-560-9

© Казанский государственный
энергетический университет, 2020

5. Панов Д. Ю., Сушков С. Л., Денисова А. Р. Мероприятия по энергосбережению в административных учреждениях // Актуальные научные исследования в современном мире: матер. Междунар. (заоч.) науч.-практ. конф. София: Научно-издательский центр «Мир науки», 2016. С. 118–123.

6. Иванова В. Р., Роженцова Н. В. Инновационные системы управления освещением // В кн.: Новые технологии, материалы и оборудование в энергетике. В 3 т. / под общ. ред. Э. Ю. Абдуллазянова, Э. В. Шамсутдинова. Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2018. Т. 2. С. 198–221.

7. Роженцова Н. В., Биктимиров З. М., Шигапов А. И. Формирование политики энергосбережения и повышения энергетической эффективности в РФ // Научные аспекты современных исследований: сб. ст. по матер. Междунар. науч.-практ. конф. Новосибирск, 2017. С. 70–72.

УДК 66.074.2

РАЗДЕЛЕНИЕ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ В ПРЯМОУГОЛЬНОМ СЕПАРАТОРЕ

¹Зинуров Вадим Эдуардович, ²Галимова Алсу Рузилевна,
³Маматкулова Динара Рустамовна, ⁴Файзрахманов Ильдар Дамирович
^{1–4}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань
¹vadd_93@mail.ru

В работе проведены исследования, связанные с разделением эмульсий с близкими значениями плотностей. Эмульсии с подобными свойствами разделяются очень медленно, поэтому необходимо использовать специальные устройства для увеличения скорости протекания процесса разделения. В качестве таких устройств были выбраны: гофрированные пластины с отверстиями, пористые материалы или PLA пластика и прямые перегородки. В результате проведения экспериментальных исследований выявлено, что с увеличением скорости движения эмульсии по аппарату эффективность разделения увеличивается при установке всех исследуемых устройств.

Ключевые слова: водонефтяная эмульсия, сепаратор, нефть, разделение водонефтяной эмульсии, многофазная эмульсия, маслянистые углеводородные соединения.

SEPARATION OF WATER-OIL EMULSIONS IN RECTANGULAR SEPARATOR

¹Zinurov Vadim Eduardovich, ²Galimova Alsu Ruzilevna,
³Mamatkulova Dinara Rustamovna, ⁴Fayzrakhmanov Ildar Damirovich
¹⁻⁴FSBEI HE «KSPEU», Kazan
¹vadd_93@mail.ru

The work carried out research related to separation of emulsions with close densities. Emulsions with similar properties separate very slowly, so it is necessary to use special devices to increase the speed of the separation process. As such devices were chosen: corrugated plates with holes, porous materials or PLA plastic and straight partitions. As a result of experimental studies, it has been found that with the increase in the speed of the emulsion through the apparatus, the separation efficiency increases with the installation of all the test devices.

Keywords: Water-oil emulsion, separator, oil, separation of water-oil emulsion, multiphase emulsion, oily hydrocarbon compounds.

Повышение эффективности сепарации водонефтяных эмульсий является актуальной темой в настоящее время. Традиционные методы разделения имеют низкую эффективность, высокую стоимость, а также при их реализации образуются другие виды загрязнений [1].

Сепараторы, как правило, являются первой стадией работы в технологической линии между источником и нефтепроводом. При транспортировке по трубопроводу сырая нефть, добываемая вода и попутный газ движутся в сложном многофазном режиме, где тонкодиспергированная эмульсия, чаще всего, создает ряд сложностей [2]. Газовая фаза достаточно легко отделяется от потока жидкости, эмульсии обычно являются стабильными и их трудно разделить. Как правило, эмульсии типа «вода в масле» встречаются при добыче нефти. Они в основном образуются из-за амфифильных видов углеводородов, которые присутствуют в сырой нефти, таких как асфальтены, смолы и кислоты. Кроме того, некоторые химические добавки или твердые частицы, применяемые в производственной сети, способствуют образованию устойчивой эмульсии [3].

Целью работы является сепарация жидких маслянистых углеводородных соединений из эмульсии в прямоугольном сепараторе (рис. 1).

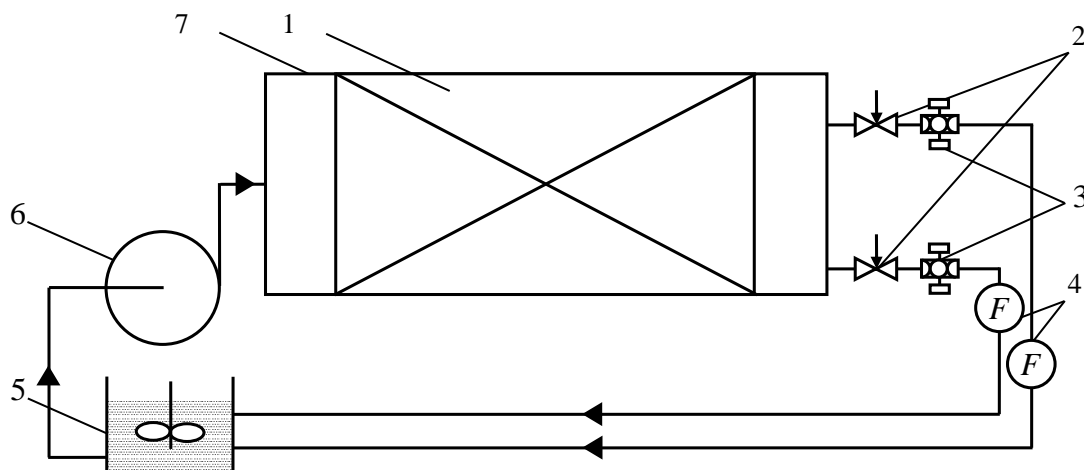


Рис. 1. Экспериментальная установка:

1 – экспериментальная вставка; 2 – регулировочные клапаны; 3 – пробоотборники; 4 – расходомеры *LOUCHEN ZM FS300A G3/4*; 5 – емкость повторного смешения разделенной эмульсии; 6 – насос *OASIS CRP 15/9*; 7 – экспериментальная установка

В работе была рассмотрена экспериментальная установка, которая состояла из модели сепаратора 7 (проходное сечение 60×60 мм) с экспериментальными вставками 1, 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 FS300AG3/4* с погрешностью $\pm 5\%$ 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.

При проведении экспериментальных исследований следующие параметры принимались постоянными: температура окружающей среды $t_0 = 20^\circ\text{C}$; плотность воды $\rho_b = 998,2 \text{ кг/м}^3$; коэффициент динамической вязкости воды $\mu_b = 0,001003 \text{ кг/(м}\cdot\text{с)}$; 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 10 до 40 % (рис. 2).

По мере роста входной скорости многофазной эмульсии, поступающей в экспериментальную установку, эффективность извлечения жидких маслянистых углеводородных соединений из эмульсии уменьшается. Это объясняется тем, что увеличение входной скорости приводит к повышению степени турбулентности потока, вследствие чего возникает большое количество точек вихреобразования, которые препятствуют сепарации маслянистых углеводородных соединений из эмульсии.

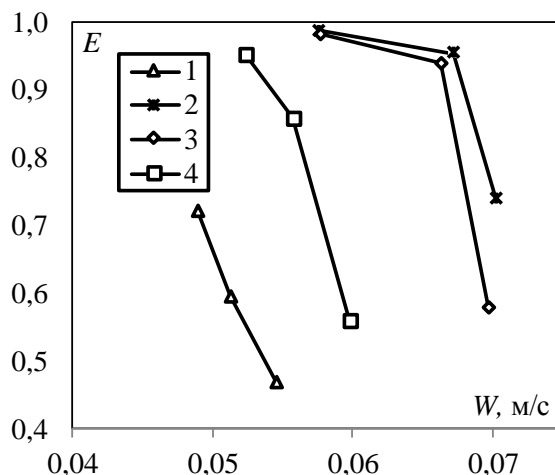


Рис. 2. Влияние эффективности извлечения жидких маслянистых углеводородных соединений из эмульсии, содержащей 20 % углеводородов в исходной смеси, от входной скорости при различных экспериментальных вставках:
 1 – без вставки; 2 – вставка с гофрированными перегородками, расположенных под углом 45°; 3 – вставка с гофрированными перегородками, расположенных под углом 135°; 4 – вставка с перекрестными гофрированными перегородками

Для интенсификации процессов извлечения углеводородных соединений из эмульсии необходимо использовать сепарационные блоки, которые вставляются в устройство, более сложной формы, способствующие расслоению многофазной эмульсии, то есть организации такой структуры потока, из которой соединения отличной плотности от воды будут отделяться. В ходе исследований было установлено, что наибольшая эффективность сепаратора достигается при использовании сепарационного блока с перекрестными гофрированными перегородками. Форма данного блока способствует частой смене направления движения эмульсии, что повышает эффективность ее разделения на составляющие компоненты.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ № МК – 616.2020.8

Литература

1. Дмитриев А. В., Зинуров В. Э., Дмитриева О. С., Данг С. В. Моделирование процесса разделения водонефтяной эмульсии в прямоугольном сепараторе // Вестник КГЭУ. 2018. № 3(39). С. 65–71.
2. Дмитриев А. В., Зинуров В. Э., Дмитриева О. С., Нгуен Ву Л. Влияние конструктивного оформления элементов прямоугольного сепаратора на эффективность очистки газа от твердых частиц // Вестник технологического университета. 2018. Т. 21. № 9. С. 58–61.

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

УДК 66.074.2

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ГАЗООЧИСТКИ ОТ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

¹Зинуров Вадим Эдуардович, ²Мубаракшина Рузиля Радиковна,
³Антонов Максим Александрович

^{1, 2}ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», г. Казань

³Нижекамский химико-технологический институт, г. Нижнекамск

¹vadd_93@mail.ru, ³antonovnh@mail.ru

В работе рассмотрен вопрос о продлении эксплуатационного срока службы аппаратов тонкой очистки. Предложен прямоугольный сепаратор, позволяющий увеличить эффективность очистки мелкодисперсных частиц размером менее 10 мкм. Показано, что данное устройство можно интегрировать практически в любую технологическую систему очистки газовых потоков от частиц пыли вследствие того, что внутренние элементы можно заключить в корпус любой формы. Достоинства устройства: простота в использовании и легкость в использовании.

Ключевые слова: сепаратор, улавливание частиц, аппараты тонкой очистки, тонкая очистка, грубая очистка, остаточный ресурс, эксплуатационный срок службы.

IMPROVING EFFICIENCY OF GAS CLEANING PROCESSES FROM SOLID PARTICLES

¹Zinurov Vadim Eduardovich, ²Mubarakshina Ruzilya Radikovna,
³Antonov Maksim Aleksandrovich

^{1, 2}FSBEI HE «KSPEU», Kazan

³Nizhnekamsk Institute of Chemistry and Technology, Nizhnekamsk

¹vadd_93@mail.ru, ³antonovnh@mail.ru

The issue of extending the operational life of fine cleaners is considered. Rectangular separator is proposed to increase efficiency of fine particles cleaning with size less than 10 μm. It is shown that this device can be integrated into practically any process system for cleaning gas streams from dust particles due to the fact that internal elements can be enclosed in a housing of any shape. The advantages of the device are easy to use and easy to use.