



УДК 621.3.035.181.2

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕПАРАТОРА С ИЗМЕНЕНИЕМ КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ

NUMERICAL MODELING OF THE SEPARATOR WITH CHANGES IN CONSTRUCTIVE FEATURES

Галиев Азат Альбиртович

магистр,
Казанский государственный
энергетический университет
azat.galiev.1995@mail.ru

Аннотация. В работе проанализировано и разработано влияние конструктивных элементов на качество разделения эмульсии. Создан макет гравитационно-динамического сепаратора для определения способов повышения эффективности сепарации. Проведено численное моделирование течения эмульсии в трубе с перегородками.

Ключевые слова: сепаратор, эмульсия, ANSYS Fluent, модернизация, энергоэффективность.

Galiev Azat Albirtovich

Master,
Kazan state power engineering university
azat.galiev.1995@mail.ru

Annotation. The influence of structural elements on the quality of emulsion separation is analyzed and developed. A model of the gravitational-dynamic separator has been created to determine ways to improve separation efficiency. A numerical simulation of the flow of an emulsion in a pipe with partitions was carried out.

Keywords: separator, emulsion, modernization, energy efficiency.

Существует критическая потребность в новых энергосберегающих решениях для разделения нефти-водных смесей, то есть эмульсий. Традиционные технологии типа отстойников и гидроциклонов является не эффективными в использовании на производстве так, как являются затратными по времени и энергосбережению.

Предлагаемые к исследованию, разработке и созданию гд-сепараторы представляют высокоэффективное оборудование для разделения технологических эмульсий, образуемых несмешивающимися жидкостями, и в первую очередь, для разделения неустойчивых эмульсий; в области охраны окружающей среды, гд-сепараторы обеспечат защиту от загрязнения нефтью, нефтепродуктами, жиродержащими и им подобными веществами в широком диапазоне содержания загрязнителей.

За счет новой гидродинамической схемы разделения предлагаемое оборудование позволяет в равной мере эффективно разделять водонефтяные эмульсии, очищать (продлять срок службы) некоторые технологические жидкости, осуществлять очистку сточных вод, обеспечивают эффективный сбор нефтепродуктов, в том числе при аварийных выбросах, снизить нагрузку на общие очистные сооружения.

Гравитационно-динамический сепаратор представляет собой устройство, в котором реализован комплексный подход к разделению жидкостей:

- оптимальное гашение скорости входного потока подаваемой жидкости;
- подача обогатненной и обедненной нефтью; (нефтепродуктами)
- компонент жидкости в гидрофобный и гидрофильный жидкостные фильтры;
- гравитационно-динамическое разделение жидких фаз;
- активная коалесценция тонкодисперсных компонент и разрушение глобул воды;
- гидростатическое регулирование выгрузки разделенных компонентов [2].

Создание и разработка данного сепаратора реализуется совместно с фирмой «Электрол-Б» и авторами патента, Портнов И.Ю и другими [3]. При первоначальном моделировании сепаратора по схеме указанный в патенте (рис. 1) были выявлены некоторые проблемы:

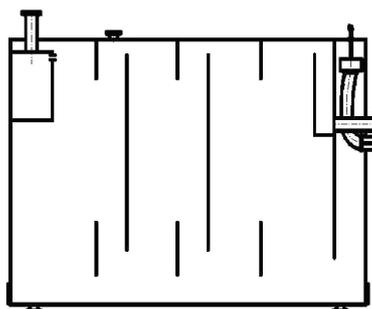


Рисунок 1 – Схема гравитационно-динамического сепаратора указанный в патенте



- пропуск легкой фракции;
- запирание воздуха;
- плохое разделение на начальном участке.

Был сделан макет ГДС для выявления проблем по конструктивной части установки, чтобы определить оптимальное разделение эмульсий.

Целью настоящей работы являлось: построение физической и математической модели гравитационно-динамического сепаратора; проведение экспериментальных исследований разделения эмульсий; проведение параметрических расчетов течения эмульсии в трубе для определения оптимального положения пластины – успокоителя потока; проведение численных расчетов движения эмульсии вода-нефтепродукты с использованием предложенной модели сепаратора с определенным размером и расположением пластин в пространстве для заданного расхода и отношения плотностей сред.

Для определения того, как конструктивные изменения влияют на разделение эмульсии, было проведено ряд численных расчетов в программном пакете ANSYS Fluent [1]. Использовалась двумерная геометрия.

На рисунке 2 представлена труба с некоторыми граничными условиями, по которому были сделаны расчеты для определения угла и расстояния расположения перегородки.

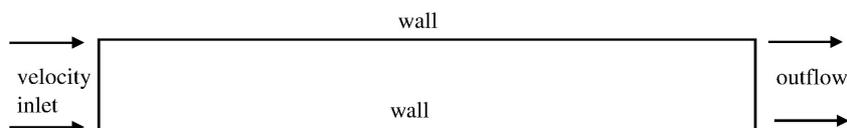


Рисунок 2 – Труба с граничными условиями:
wall – стенка; velocity inlet – задание скорости на входе; outflow – свободный выход

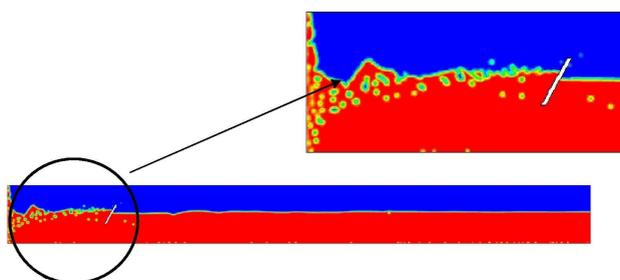


Рисунок 3 – Объемная концентрация воды в трубе при расположении перегородки с расстоянием $x = 0,1$ м и углом наклона $\alpha = 65^\circ$

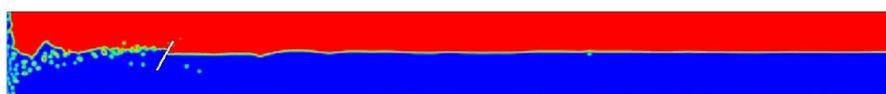


Рисунок 4 – Объемная концентрация нефти в трубе при расположении перегородки с расстоянием $x = 0,1$ м и углом наклона $\alpha = 65^\circ$

После проведенных расчетов в трубе был определен угол наклона $\alpha = 65^\circ$ и расстояние $x = 0,1$ м для расположения перегородки.

Рассматривая результаты, проведенные ранее, была построена модернизированная схема ГДС с изменением конструктивных особенностей (рис. 5).

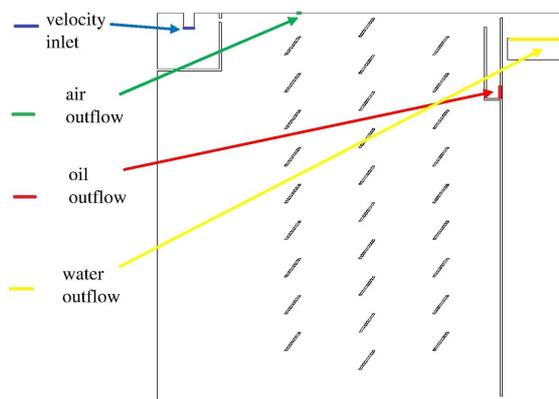


Рисунок 5 – Схема модифицированного ГДС с граничными условиями

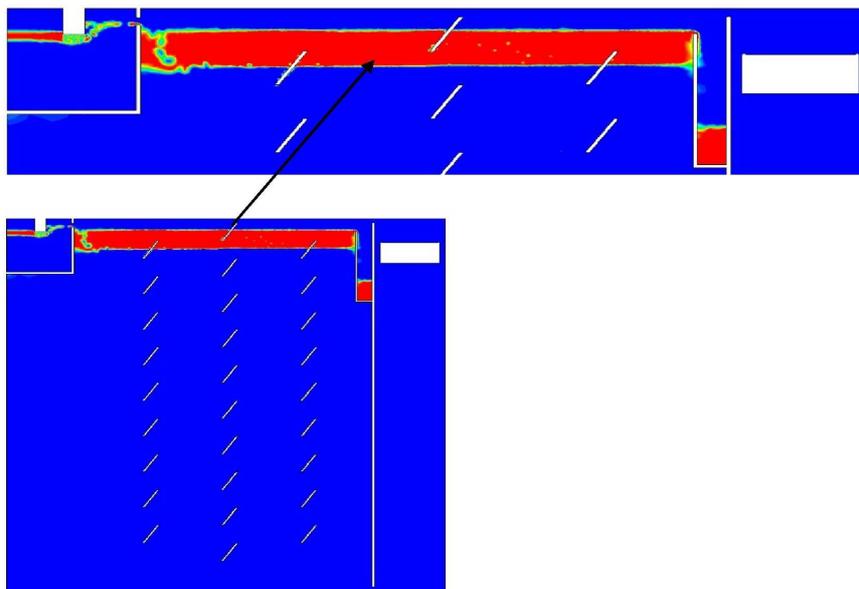


Рисунок 6 – Объемная концентрация нефти в сепараторе, на промежутке времени $t = 60$ °С

Таким образом, разработана модифицированная конструкция гравитационно-динамического сепаратора, обладающий низким гидравлическим сопротивлением и высокой эффективностью для разделения эмульсии, который также можно использовать совместно с теплообменниками и различными фильтрами.

Литература:

1. Abdulkadir M. The effect of mixture velocity and droplet diameter on oil water separator using computational fluid dynamics (CFD). – 2010.
2. Derek Wilkinson, Brian Waldie, M.I. Mohamad Nor, Hsio Yen Lee. «Baffle plate configurations to enhance separation in horizontal primary separators». Chemical Engineering Journal, 77, 2000: 221–226.
3. Пат. РФ №2013106536/05, 14.02.2013 Портнов И.Ю., Мильчаков А.В., Жарковский А.П., Петрушенков П.А. Способ разделения неустойчивых эмульсий и устройство для его осуществления (варианты). – 20.08.2014. – Бюл. № 23.

References:

1. Abdulkadir M. The effect of mixture velocity and droplet diameter on oil water separator using computational fluid dynamics (CFD). – 2010.
2. Derek Wilkinson, Brian Waldie, M.I. Mohamad Nor, Hsio Yen Lee. «Baffle plate configurations to enhance separation in horizontal primary separators». Chemical Engineering Journal, 77, 2000: 221–226.
3. Pat. Russian Federation No. 2013106536/05, 2/14/2013 Portnov I.Yu., Milchakov A.V., Zharkovsky A.P., Petrushevnikov P.A. A way of division of unstable emulsions and the device for his implementation (options). – 8/20/2014. – Bulletin No. 23.