



УДК 665.63

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРООБЕССОЛИВАЮЩИХ УСТАНОВОК (ЭЛОУ)**MODERNIZATION OF ELECTRO-DESALTING PLANTS (ELOU)****Мазуров Павел Сергеевич**

студент,
Донской государственный технический университет
Pavel.mazurov@bk.ru

Тягливая Инна Николаевна

кандидат химических наук,
доцент кафедры «Химические технологии
нефтегазового комплекса»,
Донской государственный технический университет
inna1704@gmail.com

Аннотация. В статье рассмотрены модернизированные виды электрообессоливающих установок, отмечены их преимущества, по сравнению с классической установкой. Сравниваются отечественные ЭЛОУ с зарубежными.

Ключевые слова: электродегидратор, электрообессоливание, электрообезвоживание, первичная переработка нефти.

Mazurov Pavel Sergeevich

Student,
Don State Technical University
Pavel.mazurov@bk.ru

Tyaglyvaya Inna Nikolaevna

Ph.D., Associate Professor of «Chemical technologies of oil and gas complex»,
Don State Technical University
inna1704@gmail.com

Annotation. In the article the modernized types of electro-desalination plants are considered, their advantages are marked, in comparison with classical installation. ELOU compares the domestic with the foreign.

Keywords: electrical dehydrator, electro-desalination, elektro-dehydration, primary processing of oil.

Нефтегазовая отрасль является одной из самых значимых в экономике государства и ее развитие напрямую связано с качеством используемого оборудования, в том числе и электротехнической оснастки. Особенностью применения электрооборудования в нефтяной отрасли, по мнению директора департамента энергетики «Газпром нефть» Валерия Лукьянова, это то, что 20 % стоимости нефти – это затраты на энергетику, следовательно, чем меньше будет затрат на оборудование, тем эффективнее будет добыча.

К видам электрооборудования нефтегазового комплекса относят: устройства нефтегазового комплекса, емкостные установки, энергетические установки, теплообменные агрегаты и колонные установки всевозможных типов и другие устройства, цель использования которых – преобразование химической энергии топлива в тепловую, транспортировка и передача механической энергии носителя (воды, газа, пара, воздуха в сжатом виде, кислорода, азота и др.).

Основу всех нефтеперерабатывающих заводов составляют установки первичной переработки нефти, посредством которых происходит разделение углеводородной смеси на отдельные фракции процессом ректификации в атмосферной и вакуумной колоннах, что служит сырьем для получения практически всех компонентов моторных топлив: бензина, дизельного топлива, смазочных масел; вторичных процессов и нефтехимических производств.

Из сырой нефти непосредственно одним процессом нельзя получить ни один товарный нефтепродукт (за исключением газов), все они получают последовательной обработкой на нескольких установках.

Первой в этой цепочке всегда стоит установка ЭЛОУ-АВТ. От эффективной работы этой секции зависит работа всех остальных звеньев технологической цепочки, выход и качество компонентов топлив и смазочных масел и технико-экономический показатель последующих процессов переработки нефтяного сырья.

Атмосферные и вакуумные трубчатые установки (АТ и ВТ) могут быть как самостоятельными установками так и комбинированными в одну (АВТ).

Одним из основных процессов предварительной подготовки скважинной продукции является обессоливание нефти с помощью промывки водой, и последующее обезвоживание водонефтяной эмульсии.

Выделяют следующие методы обезвоживания нефти: гравитационное отстаивание, термическая обработка, химическая обработка, обработка электрическим полем. На производстве применяют комбинированные методы.

Окончательное расслоение эмульсии при этом происходит в аппаратах, реализующих принцип обработки электрическим полем – электродегидраторах.

Установка ЭЛОУ-АВТ является комбинированной установкой, сочетающей в себе 2 блока для первичной переработки нефти – это электрообессоливающая установка, или электродегидратор и атмосферно-вакуумный блок.

Задачей ЭЛОУ является отделение воды и солей для дальнейшего её разделения на фракции в атмосферно-вакуумном блоке АВТ, посредством ректификации в атмосферных и вакуумных колоннах. Следует отметить, что применение высокого напряжения при деэмульсации не безопасно



т.к. может стать причиной выхода из строя проходных изоляторов, а также чрезмерная обводненность нефти может приводить к короткому замыканию между электродами, что является недостатками работы классической установки электрообессоливания. Наряду с этим, аппараты электрической (электростатической) дегидрации имеют относительно большие габариты. А в результате контакта с агрессивной водонефтяной эмульсией корродируют электродов и металлический корпус дегидратора. Наблюдается ухудшение параметров работы электродегидратора из-за повышения проводимости нефтей, что приводит к стеканию электрических зарядов с капель воды. Проводимость нефти увеличивается с увеличением температуры. Все вышеперечисленные процессы существенно снижают производительность электродегидратора.

Однако, согласно патентной информации, разработан способ обезвоживания и обессоливания нефти, сущность которого в том, что в аппарат подают обратную водонефтяную эмульсию при значениях температуры от величины, при которой происходит застывание нефти, при этом используют изменяющийся во времени магнитный поток, который наводят путем подачи переменного напряжения от 110 до 3000 В на водонефтяную эмульсию переменным электрическим током в обмотке индуктора через корпус аппарата, выполненного из диэлектрического материала, что приводит к укрупнению и слиянию капель водонефтяной эмульсии.

Описанное устройство имеет меньшие размеры и позволяет увеличить производительность процесса обезвоживания и обессоливания нефти. К отличительным особенностям следует также отнести возможность протекания процесса подогрева нефтяных эмульсий, их обезвоживание и обессоливание индукционным способом и осуществление процесса деэмульсации на низком напряжении, что улучшает электробезопасность, снижает число используемых трансформаторов и не приводит к коротким замыканиям, вызванным повышенной обводненностью нефти [1].

Для повышения глубины обезвоживания и увеличения удельной производительности за счет сокращения времени обработки нефтепродуктов используют аппарат, содержащий дополнительно число источников напряжения равное количеству секции, к каждому из которых подключена соответствующая секция многосекционного блока электродной системы, размещенного со стороны входного патрубка, который выполнен в виде совокупности плоских металлических перфорированных электродов чередующейся полярности, установленных вертикально и параллельно друг другу. Использование предложенного аппарата позволяет вести обработку нефтепродуктов в электрическом поле при значениях напряженности поля в несколько раз больших, чем в известных устройствах, что позволяет сократить время обработки и получить продукт высокого качества [2].

Еще одним из новейших электродегидраторов является аппарат, состоящий из цилиндрического корпуса, сверху которого находится проходной изолятор, а внизу – сопло для подачи исходной эмульсии и штуцер для вывода обратной эмульсии и трубчатый электрод. Эмульсия обрабатывается в электрическом поле, напряжение которого снижается по ходу потока, образуются несколько контуров циркуляции эмульсии, что обеспечивает эффективную коалесценцию капель воды в эмульсии и их укрепление. Изобретение обеспечивает оптимальные условия для коалесценции капель воды разных размеров, всегда содержащихся в водяной эмульсии, облегчает последующее отделение воды с содержащимися в них солями из нефти и улучшает качество обессоливания нефти [3].

В рамках исследования современных технологий подготовки и переработки природных ресурсов, является актуальной задача о сопоставлении отечественных и зарубежных технических решений в электродегидраторах.

В отечественной промышленности выделяют три принципиальных исполнения электродегидраторов: вертикальные, шаровые и горизонтальные. Вертикальные электродегидраторы представляют собой сосуд цилиндрической формы с полусферическим дном. Внутри сосуда на подвесных изоляторах закрепляются два горизонтальных электрода, собранных из концентрических колец. Основной особенностью вертикальных электродегидраторов является их малый номинальный объем – от 5 до 32 м³. Рабочее давление – до 1,3 МПа. Их применение экономически целесообразно при сравнительно небольшой производительности технологического процесса.

Шаровые электродегидраторы представляют собой сферические сосуды номинальным объемом до 600 м³. За счет значительного объема, в них размещается до трех сырьевых вводов с тремя парами электродов. Однако, такие аппараты рассчитаны на работу при сравнительно низких давлениях – до 0,7 МПа. В настоящее время не используются.

Горизонтальные электродегидраторы представляют собой цилиндрические емкости с подвесной горизонтальной системой электродов, расположенной по всей площади аппарата. Они получили наибольшее распространение на современных технологических линиях. Преимуществами горизонтальных электродегидраторов являются наиболее высокое рабочее давление – до 1,6 МПа и широкий диапазон вариации объема аппарата, в зависимости от длины емкости. В настоящее время отечественная промышленность выпускает горизонтальные электродегидраторы номинальным объемом 63–200 м³ [4].

Сложная гидродинамическая структура потоков способствует увеличению числа столкновений между каплями воды, равномерно распределяет их вдоль межэлектродной области.

Для интенсификации процесса электрокоалесценции эмульсий ЗАО «НЕФТЕХ» рекомендует применять трехэлектродную систему с переменным расстоянием между электродами. Такая кон-



струкция обеспечивает большой объем охвата водонефтяной эмульсии электрическим полем, за счет электродных систем.

Ступенчатое уменьшение напряженности электрического поля по высоте аппарата позволяет снизить вероятность диспергирования крупных капель, расположенных ниже заземленного электрода.

Вместе с тем, конструктивное исполнение внутренней части импортных аппаратов обеспечивает более высокие параметры производительности, качества выходного продукта и безопасности работы.

Один из зарубежных аппаратов для электрообезвоживания и обессоливания нефти – аппарат VIEC (Vessel Internal Electrostatic Coalescer), который представляет собой емкость со встроенным блоком конденсаторных пластин. Особенностью конструкции является индивидуальный подвод напряжения и управляющего сигнала к каждой пластине и тонкое изоляционное покрытие пластины. В сумме эти две конструктивные особенности позволяют безопасно эксплуатировать аппарат в условиях повышенной обводненности и загазованности скважинной продукции, так как поле в аппарате регулируется по всему объему и изоляция предотвращает пробой электродов. Указанные преимущества позволяют использовать данный аппарат уже на первой ступени подготовки скважинной продукции, что потенциально может значительно снизить эксплуатационные расходы по транспортировке балластной воды до пунктов подготовки нефти.

Так же высокотехнологичным зарубежным электродегидратором является Dual Frequency. Он представляет собой горизонтальную емкость с особой конструкцией электродов. Обработку эмульсии ведут с использованием двух полей – переменного и постоянного, которые позволяют в полной мере задействовать эффекты электрофореза и диэлектрофореза. Также аппарате реализована обработка электрическим полем различной частоты (от 0,2 до 1000 Гц), что, за счет повышенной частоты колебаний капель воды, способствует интенсификации электрокоалесценции [5].

По результатам сопоставления можно сделать вывод о том, что отечественные электродегидраторы отличаются простотой конструкции, высоким напряжением электродов, отсутствием изоляции и ограничением на обработку эмульсий, содержащих газовую фазу. Современные электродегидраторы отличаются использованием изолированных или композитных электродов, возможностью работы в высокообводненной, газосодержащей среде, автоматизированным регулированием напряженности поля по объему аппарата, использованием полей различной частоты, а так же современные электродегидраторы обеспечивают высокий отбор от потенциала светлых нефтепродуктов и масляных дистиллятов, повышают качество дистиллятов (без налегания соседних фракций по температурам кипения), повышают коэффициент использования энергоресурсов за счет более полного использования теплоты отходящих потоков, сокращают удельные расходы топлива, электроэнергии, воды, воздуха, реагентов, используют более эффективное оборудование, внедряют прогрессивные средства контроля и автоматики, схемы комплексной автоматизации управления процессами.

Литература:

1. Пат. 2429277 Рос. Федерация: МПК C10 G32/02 / Д.А. Каримов; заявитель и патентообладатель Открытое Акционерное Общество «Институт по проектированию и исследовательским работам в нефтяной промышленности «Гипровостокнефть»; заявл. 22.06.2009; опубл. 20.09.2011 – 6 с.
2. Пат. 1777928 СССР: МПК B01 D17/06 / Ч.Ф. Ахундов, Р.М. Ахмедов, С.Ш. Гершуни, В.С. Генкин, А.В. Грибанов, Р.Б. Кулиев, Г.З. Мирзабекян, В.С. Петухов, А.В. Семенов, Ф.М. Хуторянский. – № 4904658/26; заявл. 22.01.91; опубл. 30.11.92. Бюл. № 44. – 4 с.
3. Пат. 1761190 СССР: B 01 D 17/06 / С.Ш. Гершуни, В.С. Генкин, И.Н. Кацал, Л.Н. Лабандин, Б.В. Свиридов, А.А. Ляшков – № 4802631/26; заявл. 06.02.90; опубл. 15.09.92. Бюл. № 34. – 3 с.
4. Каталог оборудования ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ» [Электронный ресурс] // Официальный сайт ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ». – URL : <http://www.vniineftemash.ru/> (дата обращения: 02.02.2018).
5. Лесс С., Вилагинес Р. Технология электрокоалескеров: достижения, сильные стороны и ограничения для отделения сырой нефти // Журнал нефтяной науки и техники. – Книга 81. – Январь 2012. – С. 57–63.

References:

1. Patent 2429277 Russian Federation: MPK C10 G32/02 / D.A. Karimov; the applicant and the patent holder Open joint stock company «Institute on design and research works in oil industry «Giprovostokneft»; it is stated 6/22/2009; it is published 9/20/2011 – P. 6.
2. Patent 1777928 USSR: MPK B01 D17/06 / Ch.F. Akhundov, R.M. Akhmedov, S.Sh. Gershuni, V.S. Genkin, A.V. Griбанov, R.B. Kuliyeв, G.Z. Mirzabekyan, V.S. Petukhov, A.V. Semyonov, F.M. Hutoryansky. – № 4904658/26; it is stated 22.01.91; it is published 30.11.92. Bulletin № 44. – 4 p.
3. Patent 1761190 USSR: B 01 D 17/06 / S.S. Gershuni, V.S. Genkin, I.N. Kacal, L.N. Labandin, B.V. Sviridov, A.A. Lyashkov, № 4802631/26; application 06.02.90; published 15.09.92. Bulletin № 34. – P. 3.
4. The catalogue of the equipment of OJSC «VNIINEFTEMASH» [Electronic resource] // Official site of JSC «VNIINEFTEMASH» – URL : <http://www.vniineftemash.ru/> (accessed: 02.02.2018).
5. Simone Less, Regis Vilagines. The electrocoalescers technology: Advances, strengths and limitations for crude oil separation // Journal of Petroleum Science and Engineering. – Vol. 81. – January 2012. – P. 57–63.