



УДК 665.622.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ НЕФТЕГАЗОВЫХ СЕПАРАТОРОВ**IMPROVING THE OPERATION OF OIL AND GAS SEPARATORS****Ахметзанова Рузиля Наилевна**

магистр
кафедры химической технологии переработки нефти и газа,
Казанский национальный исследовательский
технологический университет
hgf7@mail.ru

Емельянычева Елена Анатольевна

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры химической технологии
переработки нефти и газа,
Казанский национальный исследовательский
технологический университет

Абдуллин Аяз Илнурович

кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры химической технологии
переработки нефти и газа,
Казанский национальный исследовательский
технологический университет

Аннотация. В статье рассматриваются современные решения для модернизации конструкций нефтегазовых сепараторов. Можно выделить следующие тенденции в области конструирования этих аппаратов: введение новых элементов в конструкцию сепаратора или модернизация уже существующих; применение методов автоматизации; технические решения, направленные на решение основных проблем при работе нефтегазовых сепараторов; повышение качества разделения водонефтяной смеси. Повышение эффективности сепарации нефти от газа достигается за счет введения каплеуловителя, депульсатора, фильтров различной конструкции, использования ультразвуковых волн, барботажных тарелок, контрольно-измерительных приборов, дополнительного подогрева нефтегазовой смеси.

Ключевые слова: нефтегазовый сепаратор, конструкция, модернизация, нефть, водонефтяная смесь.

Akhmetzanova Ruzilya Nailevna

Master of the Department of Chemical
Technology of Oil and Gas Processing,
Kazan National Research
Technological University
hgf7@mail.ru

Emelyanycheva Elena Anatolyevna

Ph. D., Associate Professor of Chemical
Technology of Oil and Gas Processing,
Kazan National Research
Technological University

Abdullin Ayaz Ilnurovich

Ph. D., Associate Professor of Chemical
Technology of Oil and Gas Processing,
Kazan National Research
Technological University

Annotation. The article deals with modern solutions for the modernization of the structures of oil and gas separators. The following trends in the design of these devices can be distinguished: the introduction of new elements in the design of the separator or the modernization of existing ones; the use of automation methods; technical solutions aimed at solving the main problems in the operation of oil and gas separators; improving the quality of separation of the water-oil mixture. Increasing the efficiency of oil-gas separation is achieved through the introduction of a drop catcher, depulsator, filters of various designs, the use of ultrasonic waves, bubbling plates, control and measuring devices, additional heating of the oil and gas mixture.

Keywords: oil and gas separator, construction, modernization, oil, oil-water mixture.

Нефтегазосепараторы применяются на нефтяных месторождениях для отделения газа от нефти и очистки попутного газа от частиц влаги, аэрозолей, мелких частиц. Оборудование активно используется на газораспределительных станциях, в энергетических комплексах, также применяется на входных, промежуточных и концевых ступенях промысловых установок подготовки нефти и газа [1].

Ухудшение физико-химических свойств нефти, повышение требований к качеству сдаваемой продукции заставляет изменять и совершенствовать конструкции нефтегазовых сепараторов.

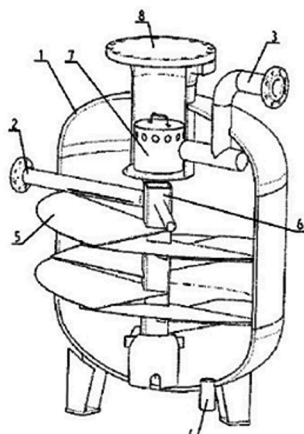
Можно выделить следующие тенденции совершенствования работы нефтегазовых сепараторов:

1. Введение новых элементов в конструкцию сепаратора или модернизация уже существующих;
2. Применение методов автоматизации;
3. Технические решения, направленные на решение основных проблем при работе нефтегазовых сепараторов;
4. Повышение качества разделения водонефтяной смеси.

В качестве нового элемента в конструкцию сепаратора может быть введен съемный каплеуловитель, изображенный на рисунке 1 (позиция 7) [2].



Устройство 7 заполнено волокнистым материалом и является съемным для периодической замены наполнителя. Авторы заявляют о повышении эффективности работы сепаратора за счет того, что капельная влага не проходит сквозь волокна и задерживается в каплеуловителе [2].



1 – емкость, 2 – штуцер ввода нефтегазовой смеси, 3 – штуцер вывода газа, 4 – штуцер вывода нефти, 5 – сливные полки, 6 – опора, 7 – каплеуловитель, 8 – люк

Рисунок 1 – Нефтегазовый сепаратор

Для приема нефтегазоводяной эмульсии можно применять депульсатор, изображенный на рисунке 2 [3].

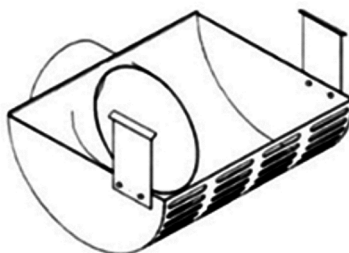
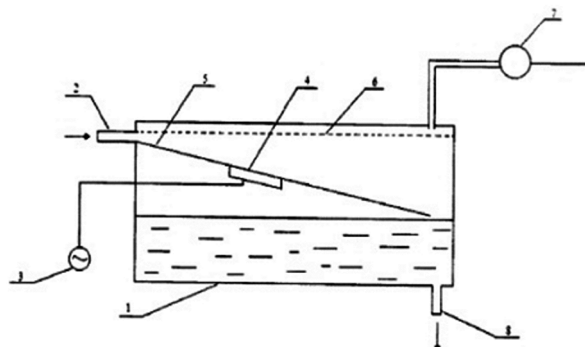


Рисунок 2 – Депульсатор

Устройство гасит пульсацию поступающего потока и образовавшуюся пену, является съемным и выполнено в виде перфорированной полуобечайки [3].

Для повышения качества сепарации возможно применение излучателя ультразвуковых колебаний, который формирует ультразвуковые волны в стекающей по желобу нефти. Ультразвуковая волна представляет собой волну давления в нефти, и сопровождается чередованием высоких и низких давлений, что приводит к «вскипанию» нефти. Образующиеся пузырьки газа за счет подъемной силы всплывают в толще нефти. При их подъеме они соединяются за счет действия сил поверхностного натяжения, происходит «слипание» пузырьков [4]. Конструкция нефтегазового сепаратора с излучателем представлена на рисунке 3.



1 – емкость, 2 – штуцер ввода нефти, 3 – генератор, 4 – излучатель ультразвуковых колебаний, 5 – наклонный желоб, 6 – каплеотбойник, 7 – газосборник, 8 – штуцер вывода дегазированной нефти

Рисунок 3 – Конструкция нефтегазового сепаратора с излучателем



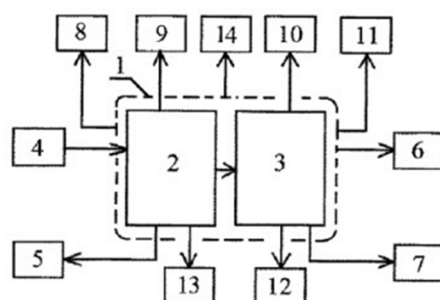
Возможен вариант подачи газа через перфорированную трубу под слой нефти (в горизонтальных сепараторах) [5], а для большего эффекта применяют специальные барботажные тарелки. Считается, что поток газа, проходя через нефтегазовую смесь, объединяется с мельчайшими частицами газа и уносит их, что приводит к улучшению качества сепарации [6].

Кроме того, в горизонтальных сепараторах может применяться дополнительный подогрев смеси для уменьшения ее вязкости. Устройство представляет собой секционный трубчатый тупиковый нагреватель, который приводит к подъему потока нефтегазовой смеси над нагревателем, снижению ее вязкости, увеличению размеров пузырьков газа, ускорению их движения вверх вместе с растворенными пузырьками газа [5].

Для повышения эффективности сепарации важно применение современных методов автоматизации. Используются различные контрольно-измерительные приборы, например, датчик температуры 14 для температурной коррекции измерения плотности нефтесодержащей смеси, изображенный на рисунке 4 [7].

Устройство содержит корпус нефтегазосепаратора, состоящий из гидравлически связанных первой и второй камер, разделенных перегородкой. Первая камера соединена с входом нефтегазовой смеси и выходом воды, вторая – с выходом нефти, а корпус – непосредственно с выходом газа. Управление процессом сепарации осуществляется входным клапаном нефтегазовой смеси, газовым клапаном, насосами воды и нефти на основании показаний датчиков уровня жидкости, давления жидкости, давления газа и температуры. Плотность воды и нефти не одинаково изменяются в зависимости от температуры. Для коррекции результатов измерения плотности нефтесодержащей жидкости при разных температурах в устройство введен датчик температуры 14 [7].

Учет температуры нефтесодержащей смеси дает более объективную информацию для управления исполнительными устройствами 4–7. В результате повышается эффективность работы нефтегазосепаратора [7].



- 1 – корпус, 2, 3 – гидравлически связанные, разделенные перегородкой камеры,
 4 – входной клапан нефтесодержащей смеси, 5 – водяной насос,
 6 – выходной газовый клапан, 7 – нефтяной насос,
 8 – аварийный датчик уровня жидкости, 9 – датчик уровня жидкости первой камеры,
 10 – датчик уровня жидкости второй камеры, 11 – датчик давления газа,
 12 – датчик давления жидкости второй камеры,
 13 – датчик давления жидкости первой камеры, 14 – датчик температуры

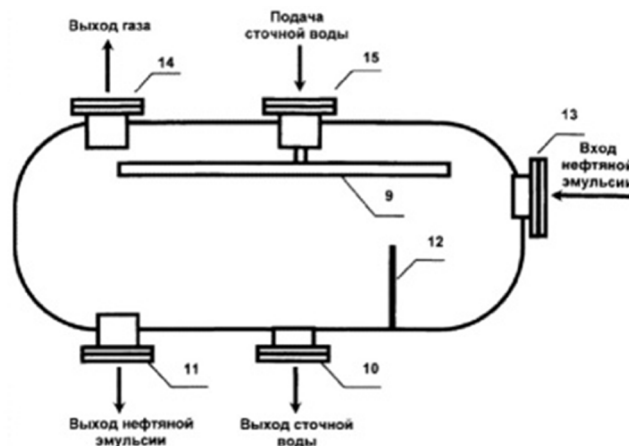
Рисунок 4 – Трехфазный горизонтальный нефтегазосепаратор с температурной коррекцией измерения плотности нефтесодержащей смеси

Технические решения, направленные на решение основных проблем при работе нефтегазовых сепараторов. При сепарации механические примеси осаждаются на дно аппарата, для того, чтобы не останавливать его работу, используют устройство для периодического гидроразмыва осадков, соединенное со штуцером подачи размывочной воды, а также датчик-сигнализатор накопления осадков [8].

Проблема пенообразования решается путем создания эффекта «дождя» при подаче сточной воды с установки предварительного сброса пластовой воды через распределительное устройство, расположенное в верхней части аппарата. Для достижения наилучшего эффекта пеногашения применяют предварительно нагретую сточную воду, при этом в сточной воде содержится некоторое количество деэмульгатора. Отверстия распределительного устройства подачи сточной воды выполняют в виде прорезей или распылительных насадок. Таким образом происходит разрушение пены [9]. На рисунке 5 представлена конструкция аппарата с эффектом пеногашения.

Для нефтегазовых сепараторов со сбросом воды важным является повышение качества разделения водонефтяной смеси.

Конструкция нефтегазового сепаратора со сбросом воды с фильтром представлена на рисунке 6 [10].



- 9 – распределитель для подачи сточной воды с установки предварительного сброса пластовой воды,
- 10 – патрубок отвода сточной воды,
- 11 – патрубок для выхода нефтяной эмульсии,
- 12 – перегородка, 13 – патрубок подачи нефтяной эмульсии,
- 14 – патрубок отвода газа, 15 – патрубок подачи сточной воды

Рисунок 5 – Конструкция нефтегазового сепаратора с эффектом пеногашения



- 1 – узел ввода газожидкостной смеси,
- 2 – узел ввода воды от аппарата пескоуловителя,
- 3 – фильтр тонкослойного течения, 4 – фильтр массообменный трубный,
- 5 – фильтр массообменный пластинчатый, 6 – узел отвода нефти,
- 7 – узел отвода воды, 8 – узел «стоп-промслои»,
- 9 – нефтепереливная перегородка, 10 – каплеуловитель пластинчатый

Рисунок 6 – Конструкция нефтегазового сепаратора со сбросом воды

Фильтр тонкослойного течения 3 предназначен для повышения интенсивности процесса деэмульсации, дегазации потока газожидкостной смеси, а также служит в качестве первой ступени подготовки воды. Состоит из четырех основных секций, каждая из которых представляет собой набор пластин, различной конструкции, установленных под углом 45° к горизонтальной плоскости и перпендикулярно плоскости поперечного сечения емкости. Фильтр массообменный трубный 4 предназначен для обеспечения высокой интенсивности в процессе каплеобразования мелких капель нефти и воды в более крупные и тем самым повышения эффективности процесса подготовки нефти и воды. Фильтр массообменный трубный выступает в качестве второй ступени подготовки воды. Выполнен из набора параллельных горизонтальных труб одного диаметра. Фильтр массообменный пластинчатый 5 предназначен для обеспечения коалесценции крупнодисперсных капель нефти и капель воды, а также для выравнивания потока жидкости по внутреннему диаметру аппарата. Фильтр массообменный пластинчатый выступает в качестве третьей ступени подготовки воды. Выполнен из вертикальных пластин, установленных таким образом, чтобы движение потока по межпластинному пространству проходило вначале под углом 45°, а далее снова выравнивалось и равномерно распределялось по внутренней поверхности аппарата ТФС [10].

Эффективность работы нефтегазодобывающего предприятия определяется успешной реализацией технологических процессов, поэтому разработка улучшенных конструкций аппаратов за счет их модернизации на сегодняшний день является актуальным и перспективным направлением.



Литература:

1. Нефтегазосепаратор НГС // Газовик-Нефть: производство стальных резервуаров. Строительство резервуарных парков и нефтебаз [Электронный ресурс]. – URL : <https://gazovikoil.ru/neftegazoseparator> (дата обращения: 10.03.2021).
2. Патент РФ № 130232 на полезную модель. Нефтегазовый сепаратор / Нагиев Али Тельман Оглы, Жеребцов В.В., дата опубл. 20.07.2013.
3. Патент РФ № 193731 на полезную модель. Нефтегазовый сепаратор / Клемин В.В., Маненков А.В., Беляева Н.П., Макушкина О.М., дата опубл. 12.11.2019.
4. Патент РФ № 154402 на полезную модель. Нефтегазовый сепаратор / Яковлев П.В., Кожухарь Е.Д.; дата опубл. 20.08.2015.
5. Патент РФ № 162844 на полезную модель. Нефтегазовый сепаратор / Кожухарь Е.Д., Шишкин Н.Д.; дата опубл. 27.06.2016.
6. Патент РФ № 182052 на полезную модель. Газожидкостной сепаратор / Алексанян И.Ю., Максименко Ю.А., Васина Н.П., Шевелев М.А.; дата опубл. 01.08.2018.
7. Патент РФ № 166512 на полезную модель. Трехфазный горизонтальный нефтегазосепаратор с температурной коррекцией измерения плотности нефтесодержащей смеси / Зеленский В.А., Щодро А.И.; дата опубл. 27.11.2016.
8. Патент РФ № 169888 на полезную модель. Нефтегазовый сепаратор / Щербинин И.А., Тарасов М.Ю., Столбов И.В.; дата опубл. 05.04.2017.
9. Патент РФ № 2456445 на изобретение. Способ сепарации нефтяной эмульсии / Ибрагимов Н.Г., Рахманов А.Р., Шарипов И.А., Латыпов И.М., Маланчева Е.В., Багаманшин Р.Т., Минхаеров Я.Г., Лебедев А.В.; дата опубл. 20.07.2012.
10. Патент РФ № 196274 на полезную модель. Трехфазный сепаратор для разделения продукции нефтяных скважин / Доровских И.В., Булатов В.А., Нечаев А.С.; дата опубл. 21.02.2020.

References:

1. Oil and gas separator NGS // Gazovik-Neft: production of steel tanks. Construction of re-tank parks and tank farms [Electronic resource]. – URL : <https://gazovikoil.ru/neftegazoseparator> (accessed on 10.03.2021).
2. Patent of the Russian Federation № 130232 for a useful model. Oil and gas separator / Nagiev Ali Telman Ogly, Zhe-rebtsov V.V., date of publication: 20.07.2013.
3. Patent of the Russian Federation № 193731 for a useful model. Oil and gas separator / V.V. Klemin, A.V. Manenkov, N.P. Belyaeva, O.M. Makushkina, date of publication 12.11.2019.
4. Russian patent № 154402 for a useful model. Oil and gas separator / Yakovlev P.V., Kozhukhar E.D.; date of publication 20.08.2015.
5. Patent of the Russian Federation № 162844 for a useful model. Oil and gas separator / E.D. Kozhukhar, N.D. Shishkin; date of publication 27.06.2016.
6. Patent of the Russian Federation № 182052 for a useful model. Gas-liquid separator / Aleksanyan I.Y., Maksimenko Y.A., Vasina N.P., Shevelev M.A.; date of publication 01.08.2018.
7. RF patent № 166512 for a useful model. Three-phase horizontal oil-gas separator with temperature correction of density measurement of oil-bearing mixture / Zelensky V.A., Shchodro A.I.; date of publication 27.11.2016.
8. Patent of the Russian Federation № 169888 for a useful model. Oil and gas separator / Shcherbinin I.A., Tarasov M.Y., Stolbov I.V.; date of publication 05.04.2017.
9. Patent of the Russian Federation № 2456445 for the invention. Method of oil emulsion separation / Ibragimov N.G., Rakhmanov A.R., Sharipov I.A., Latypov I.M., Malancheva E.V., Bagamanshin R.T., Minhaerov Y.G., Lebedev A.V.; date of publication 20.07.2012.
10. Patent of the Russian Federation №196274 for a useful model. Three-phase separator for separation of oil well products / I.V. Dorovskikh, V.A. Bulatov, A.S. Nechaev; date of publication 21.02.2020.