



УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГАЗОЖИДКОСТНОГО СЕПАРАТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ПРОМЫСЛОВОГО СБОРА И ПОДГОТОВКИ ПРОДУКЦИИ

Е.К.Толепбергенов

Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «Каспиймунайгаз», Атырау, Казахстан

Improved Design of a Vertical Gas-Liquid Separator to Increase the Efficiency of Gathering Facility and Process System

E.K.Tolepbergenov

KMG Engineering «Caspimunaigas», Atyrau, Kazakhstan

Abstract

Process flows, both at the well bottom and at the wellhead, usually contain mechanical impurities, which, when collected in the equipment, accumulate at the bottom of the vessels, thereby creating oil sludge. The growth of the sludge layer leads to problems in the efficiency of operation of the equipment due to volume loss, narrowing of the diameter of the pipelines at the outlet, in sumps, tanks and separators, which ultimately reduces the turnaround period of the equipment. To increase the turnaround time of oil and gas separators, improve product separation, and solve problems of reducing base sediments, an improved design of a vertical oil and gas separator has been developed. The developed design of the oil and gas separator solves the main tasks of improving the quality of gas separation from condensate vapor and phase separation from the supplied liquid, as well as cleaning the separator from accumulated base sediments.

Keywords:

Gas-liquid vertical separator;
Design;
Oil gathering and processing;
Mechanical impurities;
Oil emulsion;
Turnaround time.

© 2019 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

В современных системах сбора, подготовки скважинной продукции одним из базовых оборудований является нефтегазовый сепаратор, осуществляющий процесс сепарации добытой из нефтяных скважин продукции (разделения продукции на фазы газ, нефть, вода) последовательно на ступенях сепарации нефти [1-3].

Нефтегазовые сепараторы на производственных объектах месторождений, преимущественно, оснащаются в блочных автоматизированных групповых замерных установках, дожимных насосных станциях и центральных пунктах сбора и подготовки нефти, газа и воды.

В соответствии с назначением в нефтегазовых сепараторах существуют три зоны: разделительная, осадительная и отбойная. В разделительной зоне сепаратора из жидкости отделяется основная масса свободного газа. Достигается это при помощи различных устройств, которые обеспечивают или оптимальную скорость вращения газо-жидкостного потока, или довольно высокую поверхность раздела фаз за счет стечения жидкости

тонким слоем по специальным наклонным желобам. Далее в осадительной зоне поднимающийся нефтяной газ и нефтяная эмульсия высвобождаются от сравнительно крупных частичек жидкости под действием гравитационных сил. В отбойной зоне сепаратора происходит заключительная очистка нефтяного газа и нефтяной эмульсии от мелких частичек жидкости под влиянием сил инерции. Данное явление, в особенности, проявляется при резкой смене направления потока и его прохождении между отбойными пластинами, а также сил адгезии, которые проявляются в прилипании капелек жидкости к поверхности сеточных, насадочных и других отбойников. От технологического применения и его состава конструкции нефтегазовых сепараторов подразделяются на двухфазные и трехфазные сепараторы вертикального и горизонтального исполнения.

На поздних стадиях эксплуатации нефтегазовых месторождений на скважинах и объектах системы сбора продукции рано или поздно приходится встречаться с такими явлениями, как появление в продукции механических примесей, отложения на поверхности оборудования солей, продуктов коррозии, парафина, различных смол

E-mail: tolepbergenov.e@lpcmg.kz

<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20190400406>

и асфальтенов, гидратов. Все отмеченные факторы осложняют процесс разработки месторождений и увеличивают издержки производства. Вынос вместе с нефтью механических примесей имеет место во многих нефтедобывающих регионах Республики Казахстан и ближнего зарубежья.

Механические примеси и твердые частицы в добываемой продукции оказывают отрицательное воздействие и являются глобальной проблемой при эксплуатации, как подземного оборудования добывающих скважин, так и наземного оборудования системы сбора, транспорта и подготовки [4-7].

Технологические потоки, как на забое, так и на устье скважин обычно содержат механические примеси, которые при их сборе в аппараты аккумулируются на дне сосудов, тем самым создают накопленную массу – нефтешлам. Рост слоя шлама приводит к проблемам в эффективности эксплуатации оборудования из-за потери объема, сужению диаметра трубопроводов на выходе, в отстойниках, резервуарах и сепараторах, снижению производительности и возможного блокирования технологического процесса в наземных оборудовании системы сбора, транспортировки и подготовки продукции, что в итоге снижает показатель межремонтного периода основных средств оборудования.

Уменьшение межремонтного периода основных средств наземного и подземного оборудования приводит к ремонту или закупке нового оборудования, что способствует повышению себестоимости добываемой нефти и снижению рентабельности производства.

Нефтегазовые сепараторы по конструкции исполнения и широкого применения разделяются на 2 вида: вертикальные и горизонтальные.

На производственных объектах применяемые вертикальные сепараторы обеспечивают высокую точность замеров расхода жидкости в достаточно широком диапазоне дебитов скважин, включая малодебитные.

Следует отметить, что вертикальные сепараторы, по сравнению с горизонтальными, имеют меньшую производительность по газу и жидкости, не требуют большой площади для его установки, просты в монтаже и установке. Конструкция их позволяет легче удалять из аппарата скопления песка, который осажается из продукции скважин. Поэтому вертикальные сепараторы отличаются наибольшим распространением на нефтяных месторождениях, где в продукции скважин содержится песок.

Однако вертикальные сепараторы имеют и существенные недостатки:

- меньшая пропускная способность сравнительно с горизонтальными при одном и том же диаметре аппарата;
- меньшая устойчивость процесса сепарации в случае поступления пульсирующих потоков;
- меньшая эффективность процесса сепарации.

Сервис вертикальных сепараторов сводится к постоянному поддержанию в них определенного установленного давления и исправного состояния оборудования КИПиА (регулятора уровня, предохранительного клапана, манометра, датчиков).

Пропускная способность горизонтальных сепараторов по газу и жидкости, больше чем у вертикальных. По отдельным данным, пропускная способность горизонтального сепаратора при равных размерах приблизительно в 2.5 раза больше, чем вертикального. Это можно объяснить тем, что в горизонтальном сепараторе капли жидкости, в результате действия силы тяжести, падают вниз перпендикулярно потоку газа. А в вертикальных сепараторах падение капель происходит навстречу потоку.

Горизонтальные сепараторы широко применяются в различных областях. Так, они используются для оснащения дожимных насосных станций, а также для первой, второй и третьей ступеней сепарации на центральных пунктах сбора и подготовки нефти, газа и воды.

Горизонтальные сепараторы также имеют свои недостатки:

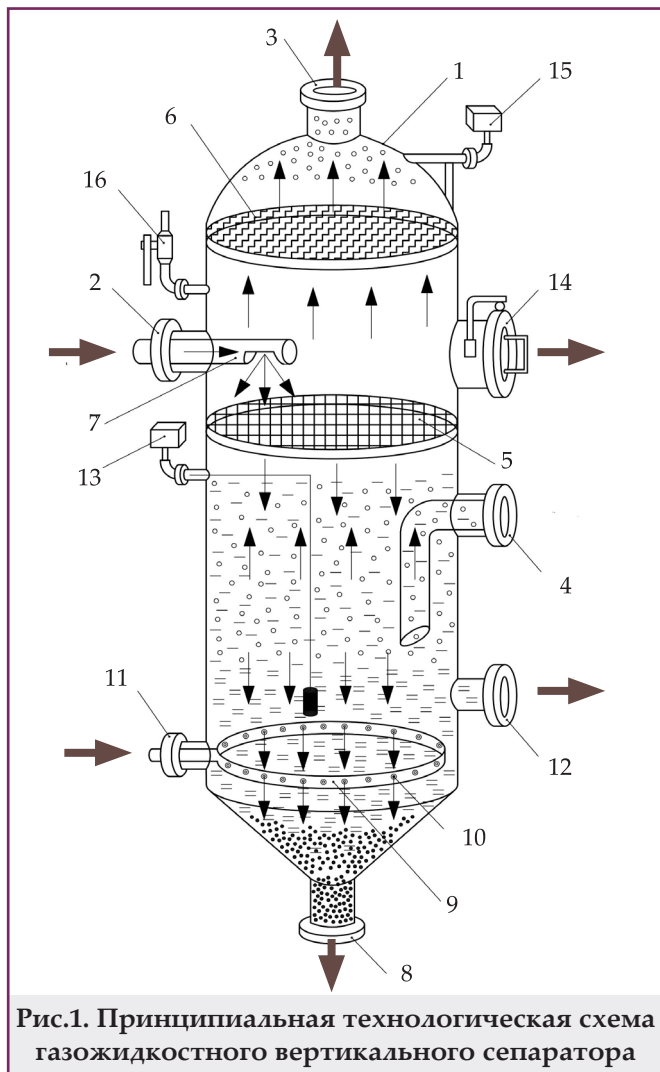
- необходимость большой площади для монтажа и установки аппарата;
- имеют большую металлоконструкцию в связи с внутренними секциями для разделения и подготовки продукции внутри аппарата;
- трудная очистка аппарата от донных осадков (механические примеси и нефтешлам);
- наименьший межремонтный период по сравнению с вертикальными сепараторами на месторождениях с имеющимися песком, механическими примесями в добываемой продукции.

Для увеличения межремонтного периода нефтегазовых сепараторов, улучшения сепарации продукции, решению проблем уменьшения донных осадков (нефтешламов) с коллегами из институтов НИПИ «Нефтегаз» SOCAR, г.Баку, Республики Азербайджан и АО «КазНИПИ мунайгаз» г.Актау, Республики Казахстан разработана усовершенствованная конструкция вертикального нефтегазового сепаратора [8].

Разработанная конструкция нефтегазового сепаратора решает основные задачи по улучшению качества разделения газов от паров конденсата и разделения фаз (нефти, воды) из подаваемой жидкости, а также очистки сепаратора от накопившихся донных осадков.

Принцип действия работы модернизированного типа вертикального газожидкостного сепаратора осуществляется следующим образом (рис.1):

Газожидкостная смесь (нефть, газ, вода) поступает в корпус 1 вертикального газожидкостного сепаратора через патрубок входа газожидкостной смеси 2 и распределительный короб 3, который снижает скорость газожидкостной смеси при входе в сепаратор и вызывает изменение направления её потока вверх или вниз с учетом



объема газа в жидкости (рис.2).

Далее поток жидкости из распределительного короба 3 поступает в коагулятор 4, где производится сепарация жидкости от попутного нефтяного газа, равномерное и не турбулентное распределение поступающего потока.

За счет сил тяжести поток жидкости поступает в коагулятор 4, при котором производится расщепление в каплеобразный вид и разделение фаз жидкости (нефть, газ, вода). Далее основная

масса объема жидкости накапливается в нижней части корпуса 1 сепаратора.

По мере достижения определенного уровня объем накопившейся сточной воды и нефтяной эмульсии с помощью двухфазного уровнемера 13, периодически сбрасывается через патрубок выхода сточной воды 12 и патрубок выхода жидкости (нефтяной эмульсии) 4.

Выделившийся попутный нефтяной газ в процессе движения потока жидкости из коагулятора 5 и распределительного короба 7, за счет низкого удельного веса, направляется вверх в каплеотбойник газа 6.

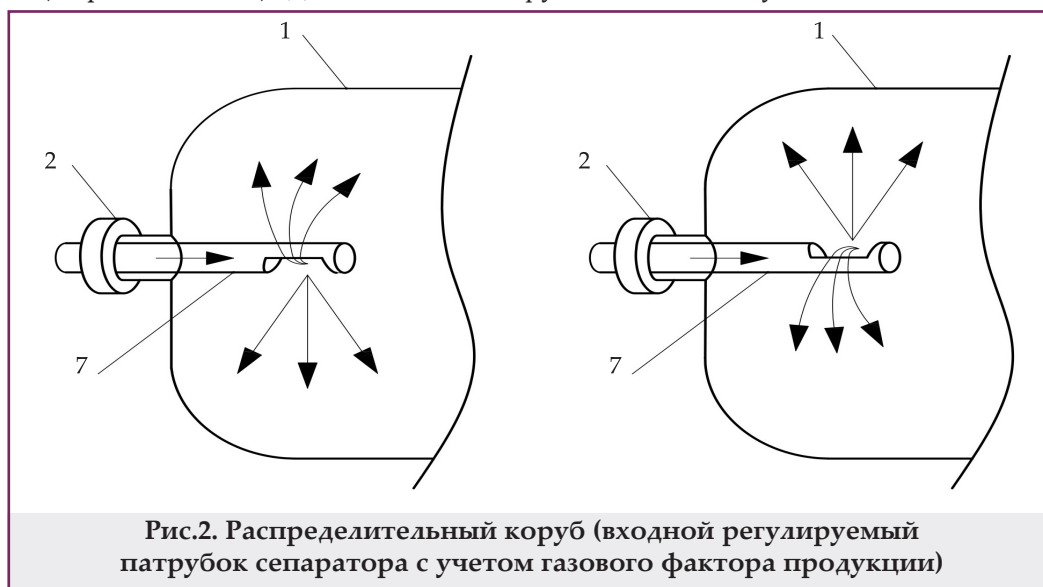
Первично очищенный газ, после каплеотбойника 6, через патрубок выхода газа 3 подается в технологическую линию газа для дальнейшей его подготовки, транспортировки и использования на технологические нужды. Давление газа в сепараторе контролируется с помощью датчика регулятора давления 15.

Для предотвращения нештатных случаев, связанных с превышением давления сепаратора от рабочего, предусмотрено применение механического пропускного предохранительного клапана (ППК) 16. Давление сепаратора будет контролироваться путем обеспечения манометрами давления.

В процессе эксплуатации сепаратора в технологическом потоке происходит выделение механических примесей, которые постепенно накапливаются в днище корпуса 1. Скопление механических примесей в днище сепаратора приводит к снижению потерь объема, уменьшению проходного диаметра трубопроводов на выходе и возможного блокирования процесса.

Промывка сепаратора производится следующим образом: в систему гидроразмыва подается вода под давлением 4-5 МПа с помощью плунжерно-поршневого насоса или насосного агрегата типа ЦА-320 из автоцистерны (АЦН) через патрубок подачи технической воды 11 в трубу круговой формы 9, в которую ввинчены форсунки 10, направленные вниз под углом 45 °С (рис.3).

Струя воды из форсунок 10 приводит к разрушению и смыву накопившихся донных осад-



ков на дне сепаратора, образуя смесь нефтешлама с водой. Далее нефтешламная смесь (нефтешлам+горячая вода) сливается из линии дренажного патрубка 8 сепаратора.

В качестве воды для промывки сепаратора можно применять любой тип воды (морская, сточная) с подогревом ее до температуры 60-80 °С и с добавлением реагента ПАВ (разрушение густой массы).

Периодичность промывки аппарата технической водой производится по мере накопления донных осадков, расчетный расход воды на аппарат составляет в среднем от 5-10 м³, исходя от объема нефтегазового сепаратора 50-100 м³.

Система гидроразмыва сепаратора решает проблему очистки сепаратора от накопившихся

донных осадков, тем самым, увеличивает межремонтный период работы аппарата и поддерживает рабочий объем при эксплуатации.

На текущий период разработанная конструкция газожидкостного сепаратора рассматривается в дочерних закрепленных организациях (далее ДЗО) АО «Казмунайгаз» для апробации применения на производстве в нефтегазовом месторождении Мангистауской области Республики Казахстан. Инженерно-техническое сопровождение эксплуатации модифицированной конструкции сепаратора в период апробации будут осуществлять как персонал производства ДЗО, так и сотрудники института Филиала ТОО «КМГ Инжиниринг» «КазНИПИМунайгаз» в г.Актау.



Выводы и заключения

Разработана усовершенствованная конструкция вертикального газожидкостного сепаратора для улучшения транспортировки продукции в системе промыслового сбора и подготовки продукции.

Применение модифицированной конструкции сепаратора позволит достичь лучших результатов по дегазации газожидкостной смеси за счет новизны устройств газожидкостного сепаратора.

Решение проблем по очистке сепаратора (в автоматизированном режиме) от накопившихся донных осадков, тем самым увеличивает межремонтный период работы аппарата и поддерживает рабочий объем при эксплуатации.

Конструкция модифицированного сепаратора и устройств в газожидкостном сепараторе проста и не требует дорогих расходных материалов, что обуславливает его практическое применение в системе сбора и подготовки нефти и газа при минимальных экономических затратах.

Литература

1. Арнольд, К., Стюарт, М. (2011). Справочник по оборудованию для комплексной подготовки нефти. Промысловая подготовка углеводородов. Москва: ООО «Премимум Инжиниринг».
2. Князев, Р.В. (2017). Анализ эффективности подготовки скважинной продукции на Русскинском месторождении. *Современные инновации*, 5(19), 69-70.
3. Ling, K., Guo, B., & He, J. (2013). New method to estimate surface-separator optimum operating pressures. *SPE-163111-PA. SPE Oil and Gas Facilities*, 2(3), 65-76.
4. Байков, Н.М., Позднышев, Г.Н., Мансуров, Р.И. (1981). Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. Москва: Недра.

References

1. Arnold, K., Stewart, M. (2008). Surface production operations. Design of oil handling systems and facilities. Elsevier, Gulf Professional Publishing.
2. Knyazev, R.V. (2017). Analysis of the well production preparation efficiency at the Russkinskoye field. *Modern innovations*, 5(19), 69-70.
3. Ling, K., Guo, B., & He, J. (2013). New method to estimate surface-separator optimum operating pressures. *SPE-163111-PA. SPE Oil and Gas Facilities*, 2(3), 65-76.
4. Baykov, N.M., Pozdnyshv G.N., Mansurov R.I. (1981). Collection and field preparation of oil, gas and water. Moscow: Nedra.

5. Земенков, Ю.Д., Александров, М.А., Маркова, Л.М. и др. (2015). Техника и технологии сбора и подготовки нефти и газа. Тюмень: ТюмГНГУ.
6. Крюков, В.А., Виноградов, Е.В. (2002). Газожидкостной сепаратор. Патент РФ 2190450.
7. Бойко, С.И., Касапов, Н.К., Клиник, С.В. (2000). Газожидкостный сепаратор. Патент РФ 2153915.
8. Толепбергенов, Е.К., Сулейманов, Б.А., Абитова, А.Ж., Толепбергенов, Н.К. (2017). Газожидкостный вертикальный сепаратор. Евразийский патент 027872.

5. Zemenkov, Yu.D., Alexandrov, M.A., Markova, L.M. et al. (2015). Equipment and technologies of oil and gas collection and preparation. Tyumen: TSOGU.
6. Krjukov, V.A. & Vinogradov E.V. (2002). Gas-and-liquid separator. RU Patent 2190450.
7. Bojko, S.I., Kasapov, N.K., & Kilinnik, S.V. (2000). Gas-and-liquid separator. RU Patent 2153915.
8. Tolepbergenov, E.K., Suleimanov, B.A., Abitova, A.Zh., Tolepbergenov, N.K. (2017). Gas-liquid vertical separator. EA Patent 027872.

Усовершенствованная конструкция вертикального газожидкостного сепаратора для повышения эффективности системы промышленного сбора и подготовки продукции

Е.К.Толепбергенов

Филиал ТОО «КМГ Инжиниринг» «Каспиймунайгаз», Атырау, Казахстан

Реферат

Технологические потоки, как на забое, так и на устье скважин обычно содержат механические примеси, которые при их сборе в аппараты аккумулируются на дне сосудов, тем самым создавая нефтешлам. Рост слоя шлама приводит к проблемам в эффективности эксплуатации оборудования из-за потери объема, сужению диаметра трубопроводов на выходе, в отстойниках, резервуарах и сепараторах, что в итоге снижает показатель межремонтного периода оборудования. Для увеличения межремонтного периода нефтегазовых сепараторов, улучшения сепарации продукции, решению проблем уменьшения донных осадков разработана усовершенствованная конструкция вертикального нефтегазового сепаратора. Разработанная конструкция нефтегазового сепаратора решает основные задачи по улучшению качества разделения газов от паров конденсата и разделения фаз из подаваемой жидкости, а также очистки сепаратора от накопившихся донных осадков.

Ключевые слова: газожидкостной вертикальный сепаратор; конструкция; сбор и подготовка нефти; механические примеси; нефтяная эмульсия; межремонтный период.

Məhsulun mədən yığılı və hazırlanması sisteminin səmərəliliyinin artırılması üçün təkmilləşdirilmiş şaquli qaz-maye separatorun konstruksiyası

Е.К.Толепбергенов

«KaspiyMunayQaz» SC-nin «KMG İnjiniring» MMC, Atırau, Qazaxıstan

Xülasə

Həm quyu dibində, həm də quyu ağzında texnoloji axınlar adətən mexaniki qatışıqlardan ibarət olur ki, onlar da aparatlara yığım vaxtı boruların dibində toplanaraq neft-şlam yaradırlar. Şlam qatının artması həcmın azalması ucbatından avadanlığın istismar səmərəliliyində problemlərə, çıxışda, durulducularda, rezervuarlarda və separatorlarda boru kəmərlərinin diametrinin daralmasına gətirir ki, bu da nəticədə avadanlığın təmirlərarası dövrü göstəricisini aşağı salır. Neft-qaz separatorlarının təmirlərarası dövrünün artırılması, məhsulun seperasiyasının yaxşılaşdırılması, dib çöküntülərinin azaldılması problemlərinin həlli üçün təkmilləşdirilmiş şaquli neft-qaz separatoru konstruksiyası hazırlanmışdır. Hazırlanmış neft-qaz separatoru konstruksiyası qazların kondensat buxarlarından ayrılmasının və verilən mayedən mərhələlərin ayrılmasının, həmçinin separatorun yığılımı dib çöküntülərindən təmizlənməsinin keyfiyyətinin yaxşılaşdırılması üzrə əsas məsələləri həll edir.

Açar sözlər: şaquli qaz-maye separatoru; konstruksiya; neftin mədən yığılımı və hazırlanması; mexaniki qarışıqlar; neft emulsiyası; təmirarası dövr.