



АНАЛИЗ СИСТЕМЫ СЕПАРАЦИИ В ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

Ф.Г.Гасанов

НИПИ «НЕФТЕГАЗ», SOCAR, Баку, Азербайджан

Study of Separation System in Oil and Gas Production

F.G.Hasanov

«OilGasScientificResearchProject» Institute, Baku, Azerbaijan

Abstract

As an extension of the pipeline in the direction of the flowstream, there must be installed a condensate accumulating tank serving as a trap downstream the separation unit to get mechanical solid particles and condensate accumulated and have them separated due to their mechanical energy with regard to special mass from the transported gas in gas production and the gas flow stream should be rerouted by three-way valve upstream the tank. In oil production, in order to perform the separation of the mechanical solid particles in the composition of oil due to special mass difference thanks to their mechanical energy and their accumulation, a vertical tank serving as a trap should be installed on the extension of oil reservoir upstream the oil and gas separator and the oil flow direction must be rerouted towards the oil and gas separator by the three-way valve upstream the tank.

Keywords:

Gas separator;
Oil&gas separator;
Condensate;
Mechanical solid particles;
Screen;
Condensate accumulating tank;
Density.

© 2019 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Газ добываемый на морских месторождениях в азербайджанском секторе Каспийского моря, в процессе сепарации на площадках построенных на месторождениях, разделяется на газ и конденсат и транспортируется по соответствующим трубопроводам.

При транспортировке газа, под влиянием термодинамических условий, в системе газопроводов происходит отделение жидкой фазы и твердых механических примесей и скопление их на неровных по рельефу участках трубопровода, что приводит к снижению пропускной способности газопровода, увеличению гидравлических сопротивлений и потерь давления, появлению неравномерности, вибраций и гидравлических ударов потока, увеличивается внутренняя коррозия и эрозия трубопровода, что, в свою очередь, снижает прочность и срок эксплуатации газопровода и увеличивает риск возникновения аварий.

Аварии в нефтегазовой отрасли сопровождаются полным или частичным обрушением зданий и технических сооружений, утечкой (выбросом) в окружающую среду вредных веществ, взрывом

и пожарами, что представляет опасность для рабочего персонала, гражданского населения и окружающей среды. Предприятия нефтегазового комплекса считаются опасными производственными объектами из-за аварий, связанных с серьезными социально-экономическими и экологическими последствиями.

Постоянное совершенствование производственных мощностей и технологических процессов на производственных объектах необходимо для предотвращения несчастных случаев, аварий и экономического ущерба. С этой точки зрения, анализ системы сепарации на площадках и предложение новых технологий имеют большое значение.

При поступлении в сепаратор смеси из газа, жидкости и твердых частиц жидкость под действием центробежной и гравитационной (тяжести) сил разбивается на мелкие частицы в виде капель. Жидкость и твердые частицы при расчете принимаем в сферической форме, а силу тяжести осаждающей их на дно сепаратора [1]:

$$F_T = \frac{\pi d^3}{6} (\rho_c - \rho_r) g$$

где F_T - сила тяжести, действующая на частицы в газовой среде, Н;

d - диаметр частиц, м;

$\rho_{\text{ч}}$ - плотность частиц, кг/м³;

$\rho_{\text{г}}$ - плотность газа в условиях сепаратора, кг/м³;

g - ускорение свободного падения, $g=9.81$ м/сек².

В условиях сепаратора на жидкость и твердые частицы кроме силы тяжести действуют также аэродинамическая сила, которая стремится вытолкнуть их из сепаратора [1]:

$$F_r = \xi \frac{\rho_r \omega^2 \pi d^2}{2 \cdot 4}$$

ξ - коэффициент сопротивления среды, значение которого зависит от числа Рейнольдса жидкости; ω - скорость подъема газа в свободном поперечном сечении сепаратора, м/сек.

При $F_T = F_r$, частицы в сепараторе остаются во взвешенном состоянии, при $F_T > F_r$ - оседают на дно, а при $F_T < F_r$ - выносятся из сепаратора потоком газа. Значит, для того чтобы частицы оставались в сепараторе во взвешенном состоянии, их минимальные размеры должны быть

$$d_{\text{min}} = \xi \frac{3\rho_r \omega^2}{4(\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{г}})g}$$

Частицы размером больше d_{min} будут оседать на дно, а те которые меньше - будут выноситься из сепаратора потоком газа. Таким образом, независимо от того сколько раз сепарируется газ, пылевидные частицы выносятся из сепаратора потоком газа, а затем поступают потребителю в виде смеси из жидкости и пылевидных твердых частиц.

Следует отметить, что при заданных рабочем давлении и температуре скорости газовой составляющей, жидкости и механических примесей, одновременно проходящих через поперечное сечение трубопровода, приблизительно равны, а массы - разные. Известно, что движущиеся частицы имеют определенную кинетическую энергию, которую можно использовать для отделения жидких и твердых частиц от газовой составляющей при транспортировке по трубопроводу. Поскольку массы газовой составляющей, жидкости и твердых частиц различны, то их кинетические энергии тоже будут различны.

Механическая энергия частицы E остается постоянной и равна сумме её кинетической $E_{\text{к}}$ и потенциальной $E_{\text{п}}$ энергии [2]:

$$E = E_{\text{к}} + E_{\text{п}} = \text{const} \quad \forall \text{ у а } E = mv^2/2 + mgh = \text{const}$$

где m - масса частицы, кг;

v - скорость частицы, м/сек;

g - ускорение свободного падения, м/сек²;

h - указывает высоту, на которой находится частица, м.

При нормальных условиях масса 1 м³ конденсата составляет ~ 760 кг/м³, масса твердых частиц - 1200 кг/м³, масса газовой составляющей - 0.8 кг/м³. Плотность газа при заданном рабочем давлении

и температуре определяется по следующей формуле [3]:

$$\rho_r = \frac{\rho_0 z_n T_n P_p}{P_n z_p T_p}$$

где ρ_0 - плотность газа при нормальных условиях, кг/м³;

P_p - рабочее давление, МПа;

T_p - рабочая температура, К;

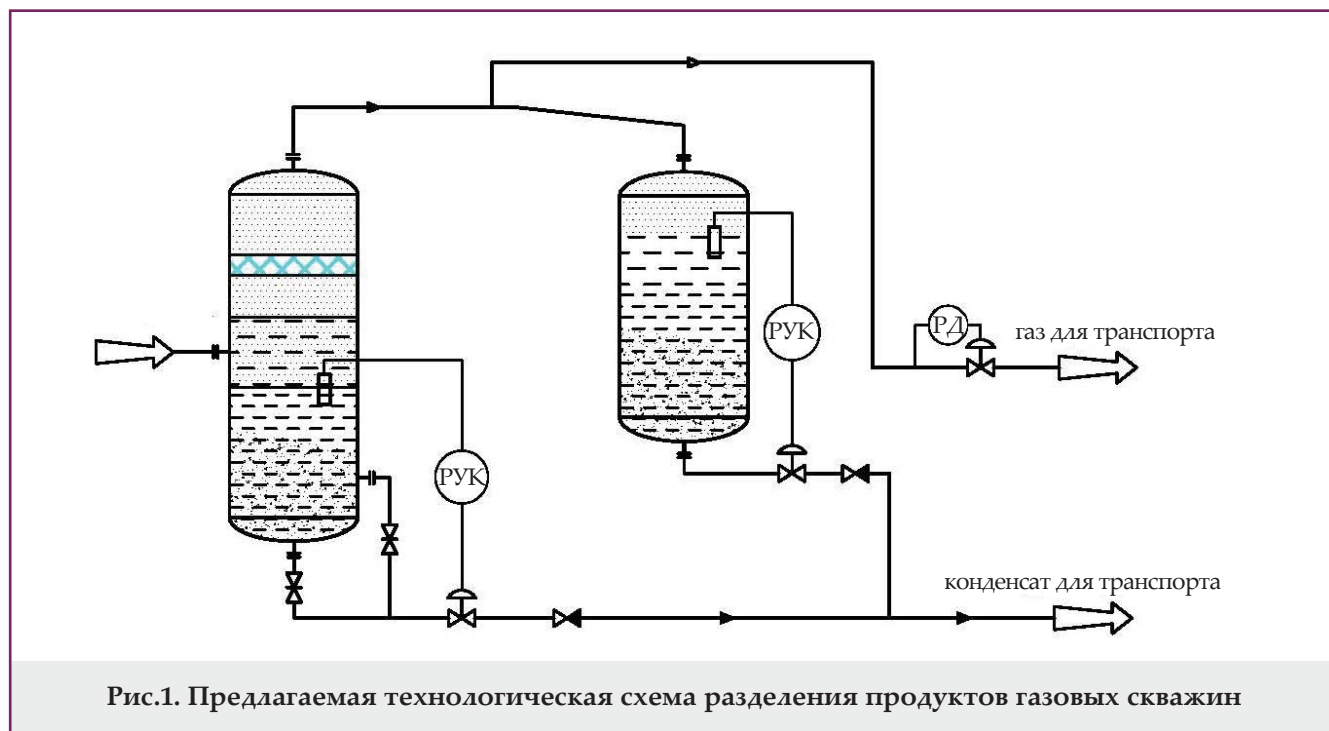
T_n - нормальная температура, 293 К;

P_n - нормальное давление, $P_n = 0.102$ МПа;

z_n и z_p - коэффициенты сжатия газа при нормальных и рабочих условиях. Давление газа, транспортируемого по магистральным трубопроводам, может варьироваться от 1 до 9 МПа. При рабочем давлении в 1 Мпа плотность газа составляет ~ 8 кг/м³; при 9 МПа ~ 70 кг/м³.

Анализ кинетической энергии частиц показывает, что при заданных рабочем давлении и температуре скорости газовой составляющей, жидкости и механических примесей, проходящих через поперечное сечение трубопровода, приблизительно равны, а массы - разные. Массы конденсата и механических примесей превышают массу газовой составляющей в 10 раз. Таким образом, с целью удаления жидкости и механических примесей из отсепарированного газового потока, за счет кинетической энергии и разности их масс, на трубопроводе по направлению потока должен быть установлен вертикальный конденсатосборник. Направление газопровода до конденсатосборника меняют путем установки на нем тройника. В этом случае конденсатосборник играет роль ловушки для конденсата и механических примесей. Конденсат и механические примеси, кинетическая энергия которых по отношению к газовой составляющей превышает более чем в 10 раз, за счет сил инерции будут отделяться от газа и двигаться в направлении конденсатосборника, в котором за счет превращения кинетической энергии в потенциальную ($P=mg$ из-за гравитации) будут оседать, а газ изменив направление потока будет продолжать двигаться по трубопроводу. Выход тройника, установленного на трубопроводе, должен быть направлен вертикально вверх, а затем может изменяться в любом направлении с помощью колен.

На рисунке 1 показана технологическая схема сепарации продукции газовых скважин на площадках. В конденсатосборнике сверху предусмотрен входной штуцер, снизу выходной для вывода жидкости и твердых частиц. Для того чтобы количество растворенного газа содержащегося в выходящей из емкости жидкости не было большим, на выходе емкости установлен регулирующий клапан, с помощью которого верхний уровень жидкости поддерживается на постоянном уровне 70÷80% от высоты емкости. С целью предотвращения

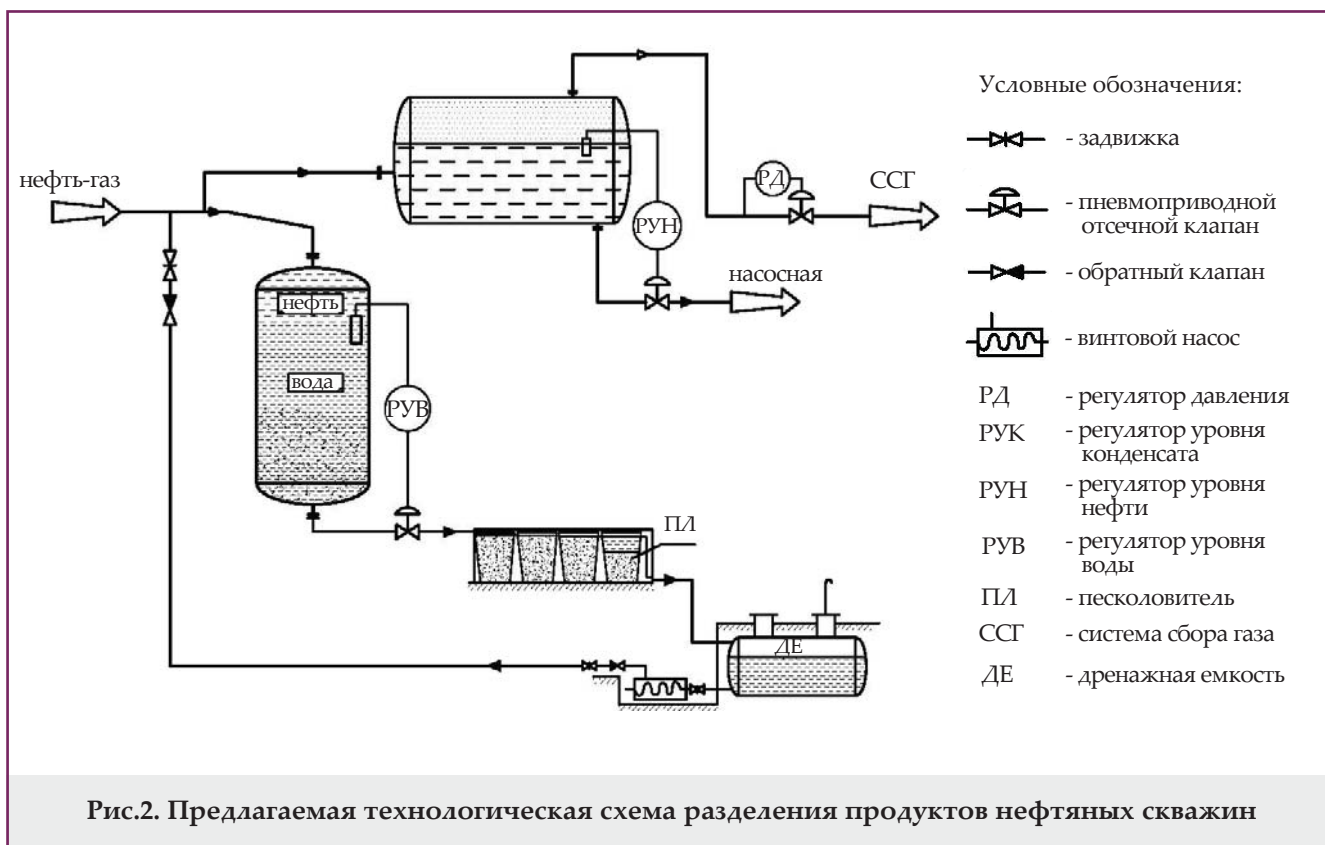


слишком сильного испарения накопленного в емкости конденсата в жаркую погоду, конденсатосборник должен быть покрыт внешней изоляцией.

Для повышения добычи нефтяных скважин на площадках, давление на их выкидных линиях должно быть сведено к минимуму. Именно для этого на площадках должны быть установлены нефтегазовые сепараторы, в которые должна поступать добытая скважинная продукция (нефтегазовая смесь). В сепараторе скважинная продукция разделяется на нефть и газ, после чего отделенный газ подается в систему сбора газа низкого давления, а нефть с помощью насосов подается на транспортировочные трубопроводы. Следует отметить, что добываемая из нефтяных скважин продукция содержит пластовую воду и механические примеси. Мехпримеси, оседая на дно сепаратора, занимают часть его полезного объема, что является причиной скорого выхода из строя рабочих частей нефтяных насосов, что в свою очередь приводит к появлению утечек в насосах, загрязнению окружающей среды и частым ремонтам насосов. Закачиваемые вместе с нефтью в нефтепровод твердые механические частицы оказывают также негативное влияние на эффективную работу трубопровода. Под действием силы тяжести твердые механические частицы скапливаются на неровных по рельефу участках трубопровода, что в результате приводит к снижению пропускной способности трубопровода, увеличению гидравлических сопротивлений и потерь давления,

появлению неравномерности, вибраций и гидравлических ударов потока, увеличивается внутренняя коррозия и эрозия трубопровода. В результате все эти явления снижают прочность и срок эксплуатации трубопровода и увеличивают риск возникновения аварий. Для предотвращения этих явлений механические примеси должны улавливаться до сепаратора. На рисунке 2 предлагается технологическая схема сепарации продукции нефтяных скважин на устьевой площадке. На нефтегазовом коллекторе до сепаратора должна быть установлена вертикальная емкость для удаления механических примесей из нефти. Емкость, установленная на нефтяном коллектора играет роль «ловушки» для механических примесей. Механические примеси, масса которых по отношению к нефти больше, за счет кинетической энергии движутся в направлении емкости, в которой в силу превращения кинетической энергии в потенциальную ($P=mg$ из-за гравитации) будут оседать, а нефть изменив направление потока будет поступать в нефтегазовый сепаратор.

Известно, что добытая нефть содержит некоторую часть воды, а так как плотность воды выше плотности нефти, то в емкости будет происходить отделение нефти от воды. Уровень раздела фаз нефть-вода в емкости необходимо поддерживать на уровне 80÷90% от высоты емкости, для того чтобы вместе с водой со дна емкости происходит вынос механических примесей очищенных от нефти и нефтяных суспензий.



Выводы

1. Для повышения эффективности газодычи после процесса сепарации на площадках требуется очистка газа от пылевидных конденсата и механических примесей. На выходе газового трубопровода в роли «ловушки», для отделения и накопления механических примесей за счет кинетической энергии и разности их масс, должен быть установлен вертикальный конденсатосборник.
2. Для повышения добычи нефтяных скважин, на устьевых площадках должны быть установлены нефтегазовые сепараторы и удалены механические примеси из нефти. До нефтегазового сепаратора в роли «ловушки», для отделения и накопления механических примесей за счет кинетической энергии и разности их масс, должна быть установлена емкость.

Литература

1. Бекиров, Т. М., Шаталов, А. Т. (1986). Сбор и подготовка к транспорту природных газов. Москва: Недра.
2. Демков, В. П., Третьякова, О. Н. (2001). Физика. Теория. Методика. Задачи. Москва: Высшая школа.
3. Смирнов, А. С., Ширковский, А. И. (1957). Добыча и транспорт газа. Москва: Гостоптехиздат.

References

1. Bekirov, T. M. & Shatalov, A. T. (1986). Collecting and preparing the natural gas to transport. Moscow: Nedra.
2. Demkov, V. P. & Tretyakova, O. N. (2001). Physics. Theory. Method. Tasks. Moscow: Higher school.
3. Smirnov, A. S. & Shirkovskij, A. I. (1957). Gas production and transportation. Moscow: Gostoptekhizdat.

Анализ системы сепарации в добыче нефти и газа

Ф.Г.Гасанов

НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

Реферат

При добыче газа после сепарационной установки на трубопроводе по направлению потока, в качестве «ловушки» для отделения и накопления конденсата и механических примесей из транспортируемого газа за счет кинетической энергии и разности их масс, должен быть установлен вертикальный конденсатосборник. Путем установки тройника до конденсатосборника меняют направление газопровода. При добыче нефти до сепаратора на нефтегазовом коллекторе, в качестве «ловушки» для отделения и накопления механических примесей за счет кинетической энергии и разности масс частиц, должна быть установлена вертикальная емкость. Путем установки тройника до емкости поток нефти направляют в нефтегазовый сепаратор.

Ключевые слова: газовый сепаратор; нефтегазовый сепаратор; конденсат; механические примеси; конденсатосборник; плотность.

Neft və qaz hasilatında separasiya sisteminin təhlili

F.Q. Həsənov

«Neftqazəlmətdəqiqatlayihə» İnstitutu, SOCAR, Bakı, Azərbaycan

Xülasə

Qaz hasilatında separasiya qurğusundan sonra nəql olunan qazdan kondensat və mexaniki bərk hissəciklərin xüsusi çəki fərqlərinə görə mexaniki enerjiləri hesabına ayrılması və yığılması üçün axın istiqamətində kəmərin davamı olaraq tələ rolunu oynayan şaquli kondensatyığıcı tutum quraşdırılmalı və tutumdan əvvələ üçlüklə qaz axınının istiqamətinin dəyişdirilməlidir. Neft hasilatında neftin təkibində olan mexaniki bərk hissəciklərin xüsusi çəki fərqlərinə görə mexaniki enerjiləri hesabına ayrılması və yığılması üçün neftqaz separatorundan əvvəl neft kollektorunun davamı üzərində tələ rolunu oynayan şaquli tutum quraşdırılmalıdır və tutumdan əvvələ üçlüklə neft axınının istiqaməti dəyişdirilərək neftqaz separatoruna yönəldilməlidir.

Açar sözlər: qaz separatoru; neftqaz separatoru; kondensat; mexaniki bərk hissəciklər; süzgəc; kondensatyığıcı tutum; sıxlıq.