

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЕПАРАЦИИ ПОПУТНОГО НЕФТЯНОГО ГАЗА ОТ НЕФТИ

Закиров Тимур Рустемович

магистрант, Уфимский государственный нефтяной технический университет, РФ, г. Уфа

Закирова Элина Эдуардовна

магистрант, Уфимский государственный нефтяной технический университет, РФ, г. Уфа

Аннотация. Данная статья посвящена сепарации нефти от газа. Рассмотрены виды сепарации, их преимущества и недостатки, виды сепараторов, методика расчета процесса сепарации по методу Катца, оптимизация сепарации по критерию максимальной производительности по нефти.

Ключевые слова: сепарация, попутный нефтяной газ, газонефтяной сепаратор, межтрубное пространство, продуктивный пласт, мольная концентрация.

Сепарация газа от нефти представляет собой отделение попутного нефтяного газа методом одно- или многократного выделения в условиях пониженного давления [1]. Выделяют два вида процесс разгазирования газа от нефти:

1. контактная или одноступенчатая сепарация. Такой вид сепарации наблюдается в случаях, если пластовая нефть одномоментно разгазируется при снижении давления от пластового до атмосферного. При данном виде сепарации суммарный состав углеводородов не меняется [2];
2. дифференциальная или многоступенчатая сепарация. При таком способе сепарации давление понижается до атмосферного не одномоментно, а ступенчато, и суммарный состав углеводородов непрерывно меняется, так как образующийся газ выводится из системы по мере его выделения. Схема многоступенчатой сепарации представлена на рисунке 1.

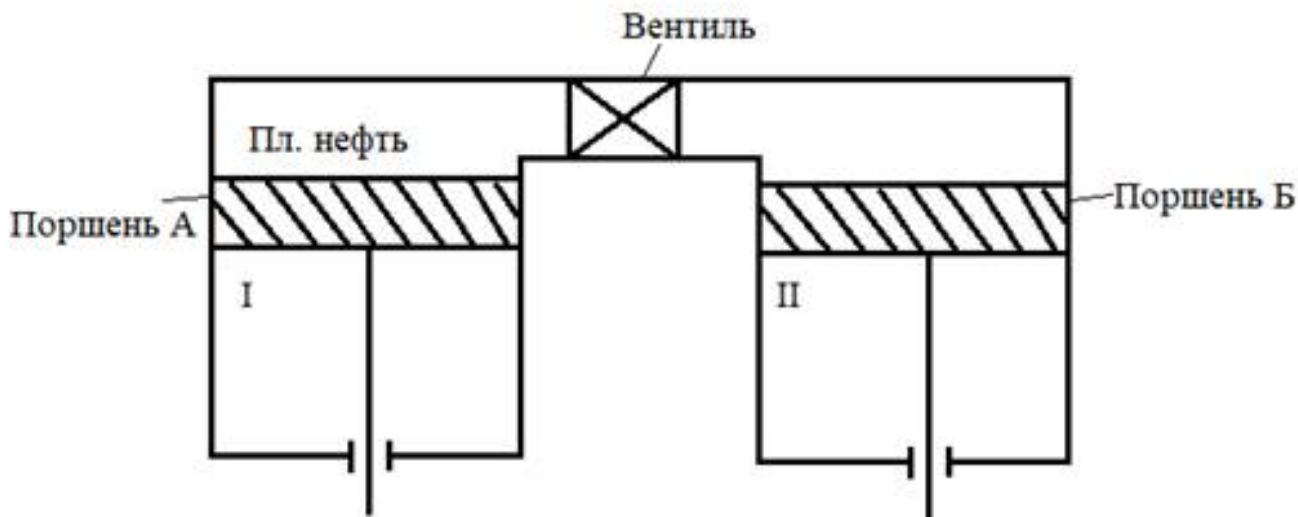


Рисунок 1. Схема дифференциальной сепарации

Принцип работы установки дифференциальной сепарации заключается в следующем. Поршень А перемещают вниз, при этом в камере понижается давление, что вызывает выделение газа из нефти. После этого открывают вентиль и, двигая поршень Б вниз, уводят газ во вторую камеру. Процесс повторяют несколько раз, пока давление не достигнет атмосферного.

Процесс разгазирования осуществляется в сепараторах [3] и резервуарах, в которых поддерживаются определенные давление и температура. Наибольшее распространение на нефтяных месторождениях получили горизонтальные и вертикальные сепараторы.

Горизонтальный газонефтяной сепаратор [4] включает в себя технологическую емкость. Внутри емкости расположены две наклонные полки, пеногаситель, влагоотделитель и устройство для предотвращения образования воронки при дренаже нефти. Газожидкостная смесь поступает через патрубок и распределительное устройство на полки и стекает по ним в нижнюю часть сепаратора. Нефть освобождается от газа, стекая по наклонным полкам. Выделившийся газ проходит через пеногаситель, в котором разрушается пена. Для коагуляции и улавливания мелких капель жидкости используется жалюзийная насадка, в которой коагуляция и улавливание осуществляется за счёт действия инерционных сил и большой поверхности контакта с сепарируемой средой. В горизонтальных сепараторах используют гидроциклонные устройства для повышения эффективности процесса сепарации попутного нефтяного газа из нефти.

Вертикальный сепаратор включает в себя основную сепарационную секцию, осадительную секцию, секцию сбора нефти, секцию каплеудаления. Жидкость поступает по патрубку ввода газожидкостной смеси (ГЖС) в раздаточный коллектор с щелевым коллектором. В сепараторе регулятором поддерживается определенное давление, которое меньше начального давления ГЖС. Время стекания смеси стремятся увеличить с помощью наклонных полок, по которым она стекает в нижнюю часть аппарата. Выделившийся газ проходит через каплеуловительную секцию [5], которая служит для отделения капель нефти. Достоинства таких сепараторов – это простота очистки от отложений механических примесей и парафинов, а также простота регулирования уровня жидкости.

Опыт эксплуатации различных типов газосепараторов показал, что при номинальных расходах газа эффективность его сепарации не превышает 60% для вертикальных сепараторов гравитационного принципа действия; 80% для горизонтальных сепараторов гравитационного принципа действия.

Эффективность работы сепаратора определяется коэффициентом сепарации (отношение массы, уловленной в сепараторе твёрдой или жидкой фазы, к массе этой же фазы, поступившей в сепаратор). Коэффициент сепарации зависит от содержания жидкой или твёрдой фазы во входящем потоке; физических свойств разделяющихся фаз; скорости движения газа в разделительной и отбойной секциях; времени пребывания разделяющихся фаз в разделительной и осадительной секциях; места установки редуccionного органа; конструктивных особенностей и характера действующих сил.

Расчет компонентного состава попутного нефтяного газа на сепараторе первой и второй ступени по методу Катца производят следующим образом. Для проведения расчетов вводятся следующие обозначения:

- Z_i – мольная доля i -го компонента в пластовой нефти ($P > P_{нас}$);
- L – мольная доля углеводородов в жидкой фазе;
- V – мольная доля углеводородов в газовой фазе;
- X_i – мольная доля i -го компонента в жидкой фазе;
- Y_i – мольная доля i -го компонента в газовой фазе.

Причем
$$L + V = 1 \quad \sum X_i = 1 \quad \sum Y_i = 1 \quad \sum Z_i = 1$$

определяются по следующим формулам:

$$L = \frac{N_{\text{мольей в жид.}}}{N_{\text{мольей пл.нефти}}};$$

$$V = \frac{N_{\text{мольей в газе}}}{N_{\text{мольей пл.нефти}}};$$

$$Z(CH_4) = \frac{N_{\text{мольей } i\text{-го компонента}}}{N_{\text{мольей пл.нефти}}};$$

$$Y_i(CH_4) = \frac{N_{\text{мольей } i\text{-го компонента в газе}}}{N_{\text{мольей газа}}};$$

$$X_i(CH_4) = \frac{N_{\text{мольей } i\text{-го компонента в жидкости}}}{N_{\text{мольей жидкости}}}.$$

Также справедливо выражение:

$$N_{\text{всего}}^{i\text{-го комп}} = N_{\text{в жид}}^{i\text{-го комп}} + N_{\text{в газе}}^{i\text{-го комп}}$$

Отсюда получаем равенство:
$$Z_i = L \times X_i + V \times Y_i$$

$$Z_i = X_i \times \left(L + \frac{Y_i}{X_i} \times V \right)$$

Преобразуем данное равенство:

$$X_i = \frac{z_i}{L + K_i \times V},$$

где K_i - константа фазового равновесия i -го компонента.

При расчете состава попутного нефтяного газа (ПНГ) по методу Катца строят таблицу с указанием названий компонентов пластовой нефти, их мольные доли, константы фазового равновесия согласно условиям (давлению и температуре), молярные массы. В следующих столбцах идет расчет состава жидкой и газовой фаз в массовом выражении, параметры L и V определяются методом подбора при этом обязательные условия:

$$L + V = 1 \quad \sum X_i = 1 \quad \sum Y_i = 1$$

Определение состава ПНГ и нефти после сепаратора в массовом выражении ведется путем определения массы отдельных компонентов в 1 моли вещества и путем деления этих значений на общую массу 1 моли вещества получают массовое содержание компонентов.

После расчета состава ПНГ необходимо рассмотреть условие, при котором обеспечивается наибольший выход нефти, а именно нужно подобрать давление внутри газосепаратора. Так, при низких давлениях в сепараторе происходит резкое снижение давления, в результате интенсивно выделяется газовая фаза, и вместе с легкими углеводородами в газовую фазу из нефти переходит большое количество тяжелых углеводородов. При высоких давлениях эффект сепарации также будет снижаться, так как в этой ситуации на первой ступени выделяются только самые легкие компоненты газа, и нефть практически не сепарируется, а при его переходе во вторую ступень ($P=1$ атм) происходит контактное разгазирование, что также приводит к уменьшению массы дегазированной нефти.

Для определения давления, при котором обеспечивается максимальный выход нефти, нужно произвести расчет для различных давлений. После построить график зависимости массы отсепарированной нефти от давления на первой ступени в газосепараторе. Выяснив максимальный выход нефти по графику, можно сделать вывод о том, какое внутри газосепаратора первой ступени нужно поддерживать давление.

Список литературы:

1. Байков Н.М., Позднышев Г.Н., Мансуров Р.И. Сбор и промысловая подготовка нефти, газа и воды. М.: Недра, 1981.- 261с.
2. Бараз В.И. Сбор, подготовка и транспортирование нефтяного газа: Справочник рабочего.- М.:Недра, 1987.- 260с.
3. Смирнов А.С. Сбор и подготовка нефтяного газа на промысле. - М.: Недра, 1971. - 256 с.
4. Персиянцев М.Н. Совершенствование процессов сепарации нефти от газа в промысловых условиях. - М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 1999. - 283 с.
5. Сбор, подготовка и хранение нефти и газа. Технология и оборудование: учебное пособие / Сулейманов Р.С., Хафизов А.Р., Шайдаков В.В. и др. - Уфа: «Нефтегазовое дело», 2007. - 450 с.