**Казанский Федеральный Университет**

**Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов Kazan Federal University.**

**Department of oil & gas technology and carbon materials**

## Расчет низкотемпературного сепаратора очистки газа

**Calculation of a low-temperature gas purification separator**

**Гелеверя Глеб Владимирович, Geleverya Gleb1**

**Валиев Динар Зинурович, Valiev Dinar Zinurovich2**

**Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich3**

**Кемалов Алим Фейзрахманович, Kemalov Alim Feizrahmanovich4**

магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов1

старший преподаватель кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов2

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов3

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти, газа и углеродных материалов 4

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия

УДК 553.98. Шифр научной специальности ВАК: 1.4.12. «Нефтехимия»

E-mail: geleverya21@internet.ru.

**Аннотация:** расчет низкотемпературного сепаратора очистки газа является актуальной в свете роста потребностей в эффективных технологиях очистки газа в условиях снижения температуры и повышения экологии. Цель работы заключается в том, чтобы провести комплексный расчет, который позволит определить количество разделительных элементов сепаратора и рассчитать его гидравлическое сопротивление. Для достижения этих целей, в данном исследовании применяются теоретические методы, основанные на математическом моделировании процессов газовой сепарации и гидравлики. Результаты показывают, что газ, проходящий через низкотемпературный сепаратор, обладает очень низкой плотностью, что обуславливается как низкой температурой, так и легким составом. Сепаратор спроектирован с учетом высоких скоростей потока газа и большим количеством сепарационных элементов, что позволяет достигнуть эффективного разделения фаз. Для более детальной характеристики работы устройства необходима дополнительная информация о составе обрабатываемого газа и условиях процесса. В заключение, полученные результаты подтверждают высокую эффективность работы низкотемпературного сепаратора, при этом подчеркивается необходимость дальнейших исследований для оптимизации числа и размеров сепарационных элементов.

**Abstract:** calculation of a low-temperature gas purification separator is relevant in the light of the growing demand for efficient gas purification technologies in conditions of temperature reduction and environmental improvement. The purpose of the work is to carry out a comprehensive calculation that will determine the number of separator separation elements and calculate its hydraulic resistance. To achieve these goals, this study uses theoretical methods based on mathematical modeling of gas separation and hydraulics processes. The results show that the gas passing through the low-temperature separator has a very low density, which is due to both low temperature and light composition. The separator is designed taking into account high gas flow rates and a large number of separation elements, which makes it possible to achieve effective phase separation. For a more detailed description of the device operation, additional information about the composition of the treated gas and the process conditions is required. In conclusion, the results obtained confirm the high efficiency of the low-temperature separator, while emphasizing the need for further research to optimize the number and size of separation elements.

**Ключевые слова:** низкотемпературная сепарация, разделительные элементы, осушка газа.

**Keywords**: low-temperature separation, separation elements, gas drying.

**Введение (Introduction)**

Современная газодобывающая промышленность сталкивается с необходимостью эффективной и надежной подготовки природного газа к дальнейшей транспортировке и переработке. Одним из ключевых звеньев в этой цепи являются низкотемпературные сепараторы (НТС), предназначенные для удаления жидких фракций, таких как конденсат и водяной пар, из газового потока. Эффективная работа НТС напрямую влияет на надежность работы газотранспортных систем и качество получаемого товарного газа. Объектом данного исследования является процесс низкотемпературной сепарации природного газа, а предметом – расчет параметров и характеристик низкотемпературного сепаратора. Несмотря на широкое применение НТС, оптимизация их конструкции и параметров остается актуальной задачей. Существующие методы расчета требуют уточнения с учетом конкретных условий работы, газового состава и технологических параметров, что свидетельствует о наличии теоретической базы, нуждающейся в доработке. Актуальность данного исследования обусловлена постоянным ростом объемов добычи природного газа и ужесточением требований к качеству товарного газа, а также необходимостью обеспечения стабильной работы оборудования при низких температурах. Проблема заключается в необходимости повышения эффективности и надежности НТС путем оптимизации их конструкции и параметров, а также в уточнении методов расчета с учетом реальных условий эксплуатации. Недостаточно точные расчеты могут привести к неэффективной работе НТС, повышенному гидравлическому сопротивлению, снижению качества газа и аварийным ситуациям.

**Материалы и методы исследования** **(Materials and Methods)**

В рамках данной работы рассматривается низкотемпературный сепаратор, предназначенный для очистки газовых потоков от механических примесей и влаги. Целевыми объектами исследования являются различные конструкции сепараторов, их разделительные элементы, а также характеристики обрабатываемых газов, такие как температура, давление и содержание загрязняющих веществ. Низкотемпературные сепараторы находят применение в нефтегазовой, химической и энергетической отраслях, где важно обеспечить высокое качество газов и защиту оборудования от коррозии и засоров.

Для расчета низкотемпературного сепаратора и определения количества разделительных элементов применяются как общепринятые методики такие как выбора оптимального конструктивного решения. Метод позволят более точно смоделировать параметры работы сепаратора. На основе полученных результатов осуществляется оптимизация конструкции сепаратора с целью повышения его эффективности и надежности.

Таким образом, последовательный подход к исследованию и вычислению характеристик низкотемпературного сепаратора очистки газа позволит не только достичь высоких стандартов очистки, но и оптимизировать эксплуатационные параметры оборудования.

*Таблица 1*

**Исходные данные**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Темп-а в осушителе, Цельсия | Общее давление в осушителе P, Мпа | Скорость Vг, нм3/ч | Производительность установки G, кг/ч | Коэф-т сжимаемости Z | Темп-а точки росы, Цельсия | Давление на абсорбере, Мпа |
| 36 | 6 | 10000 | 150 | 0,72 | -24,03 | 4,22 |

# **РЕЗУЛЬТАТЫ (RESULTS)**

Расчет низкотемпературного сепаратора очистки газа

          

Плотность газа (кг/м³) при заданных температурах и давлении (рабочих условиях) определяется по уравнению:



Критическая скорость газа в сепарационном элементе, м/с:







Необходимая площадь сепарационных элементов Fc, м²:

где, м³/с - номинальная секундная производительность по газу в эксплуатации.





Площадь сечения элемента fc, м²:



В этом случае необходимая площадь разделяющих элементов составляет 0,00785 м².

Количество разделяющего элементов, шт.:



**Дискуссия (Discussion)**

Газ в данном низкотемпературном сепараторе имеет очень низкую плотность, что связано с низкой температурой и, возможно, легким составом. Сепаратор спроектирован для эффективного разделения фаз при относительно высоких скоростях и имеет большое количество сепарационных элементов. Для более детальной характеристики необходима дополнительная информация о составе газа, условиях процесса, и уточнение по объему сепарационных элементов.

**Заключение (Conclusions)**

В результате проведённого исследования были достигнуты следующие ключевые выводы по поставленным задачам. В ходе расчетов установлено, что количественное значение разделяющих элементов в сепарационном устройстве составляет 235 штук. Это подтверждает необходимость тщательного проектирования элементов, обеспечивающих эффективное разделение газовых смесей, что в свою очередь способствует повышению эффективности работы оборудования. Исследование показало, что для заданных условий (плотность газа 0.018 кг/м³ и критическая скорость газа 19.67 м/с) было достигнуто оптимальное значение гидравлического сопротивления устройства. Данный показатель является критически важным для оценки работоспособности сепарационного элемента и определения его способности к эффективному функционированию в системах газопереработки. Работа вносит новизну в область проектирования сепарационных устройств, так как представленное количество разделительных элементов и результаты расчетов гидравлического сопротивления могут быть использованы в дальнейших научных исследованиях и практических разработках. Эти результаты могут служить основой для оптимизации проектирования аналогичных устройств в газовой промышленности, что приведет к уменьшению потерь энергии и повышению качества конечного продукта. Полученные результаты могут быть применены в различных отраслях, где требуется разделение газа на компоненты, в частности в нефтегазовой, химической и энергетической отраслях. Знания о плотности газа, критической скорости и количественном составе разделительных элементов являются необходимыми для разработки эффективных технологий и оборудования. Таким образом, данное исследование способствует расширению теоретических знаний в области газодинамики и предоставляет практические рекомендации, способствующие повышению эффективности сепарационных процессов.

# **Библиография (References)**

1. А.П. Меркулов «Вихревой эффект и его применение в технике». Машиностроение, Москва 1969г – 183с.

2. А.Д. Суслов, С.В. Иванов, А.В. Мурашкин, Ю.В. Чижиков «Вихревые аппараты». Машиностроение, 1985г – 252с.

3. Афанасьев А.И., Афанасьев Ю.М., Бекиров Т.М. Технология переработки природного газа и конденсата. Справочник: в 2 ч. – М.: ООО” Недра Бизнесцентр”, 2002. – Ч. 1. – 517 с.

4. В.А. Истомин «Низкотемпературные процессы промысловой обработки природных газов». Часть 2. Москва, 1999г – 54с.