

## **Моделирование работы аппаратов установки подготовки газа и газового конденсата в технологии низкотемпературной сепарации**

М.О. Писарев, И.М. Долганов, М.А. Волков  
Научный руководитель – д.т.н., профессор Е.Н. Ивашкина

*Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30, [bolhoff@tpu.ru](mailto:bolhoff@tpu.ru)*

Целью исследования стало разработка нестационарных математических моделей аппаратов установки низкотемпературной сепарации (НТС) газа с возможностью имитации работы реального промышленного объекта. При этом необходима возможность отображать различные переходные физико-химические процессы в зависимости от управляющих технологических параметров и времени.

На основе физико-химических закономерностей процесса сепарации газа от жидких углеводородов и воды в работе создана математическая модель, с помощью которой имеется возможность отслеживать изменения в режиме реального времени технологических параметров процесса. Математическая модель реализована в виде программного продукта.

Расчет сепарационного оборудования и разделителей жидкости осуществлялся через законы фазового равновесия с использованием табличных значений констант фазового равновесия. Для уточнения использовались методы расчета (метод Шилова, Тека-Стила) и [1]. Пропускная способность клапанов рассчитывалась с помощью методики расчета движения жидкости через клапан [2]. Учет влияния на систему гидродинамического сопротивления аппаратов и трубопроводов осуществлялся расчетами с использованием формулы Дарси-Вейсбаха, уравнения Бернулли, и др.

Моделирование процесса НТС основывается на описании системы с использованием законов Дальтона, Рауля и Коновалова [3]. Для учета факторов уноса в модели сепараторов используются дополнительные коэффициенты. Плотность газов в условиях сепарации рассчитывалось с помощью уравнения Пенга-Робинсона [3]. Моделирование работы газового эжектора описывается процессом дросселирования с учетом коэффициента сжатия газа. Для математического описания работы теплообменного оборудования применялось основное уравнение теплопередачи.

Дальнейшим этапом работы являлась апробация разработанных математических моделей. Использовались данные с промышленной

установки.

Входные параметры газа: температура 15 °С, давление 7,1 Мпа, количество сырья в аппарат 2070 т/сут.

Были рассчитаны следующие показатели работы газового сепаратора в условиях технологического процесса: давление, расход газа на входе и выходе, расхода жидкости на выходе, уровня жидкости.

Расчеты показали, что в условиях стационарного режима при степени открытия жидкостного клапана 23 % и газового клапана 26 % показатели работы сепаратора остаются неизменными (из сепаратора количество газа составляет 2004 т/сут., жидкости – 66 т/сут.), однако начало перехода с одного режима работы сепаратора на другой наблюдается при изменении степени открытия клапанов (на газовом и жидкостном отводах).

Предложенный математический алгоритм позволяет имитировать изменение поведения системы при различной степени открытия регулирующих клапанов. Было показано, что при изменении скорости оттока газа изменение общего давления в сепараторе не происходит мгновенно. Показатели работы аппарата рассчитываются во времени, благодаря чему имеется возможность рассмотрения изменения параметров работы во времени, а также переходных режимов.

В созданной модели учтено влияние изменения давления в аппарате на фазовое равновесие в системе: увеличение количества отсепарированной жидкости происходит при повышении давления в системе, что приводит снижению уровня жидкости в аппарате. Замедление уменьшения уровня в аппарате наблюдается при закрытии клапана по жидкости.

На основе математической модели установки НТС возможна разработка тренажера для обучения технического персонала.

### Список литературы

1. Танатаров М.А., Ахметшина М.Н., Фасхутдинов Р.М. Технологические расчеты установок переработки нефти.– М.: Химия, 1987.– 350 с.
2. Flow Equations for Sizing Control Valves, Standart, ISA-75.01.01-2007 (60534-2-1 Mod).
3. Bruce E. Poling, John M. Prausnitz: The Properties of Gases and Liquids, Fifth Edition / McGraw-Hill Professional., 2000.– 768 p.