

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА АБСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ ГАЗА  
В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ASPEN HYSYS**

**А.Р. Гатиятов**

*Научный руководитель профессор, доктор ф.-м. наук С.Н. Харламов*

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время один из самых эффективных методов осушки природного газа является абсорбция. Применяется данная технология на многих российских и зарубежных месторождениях для выделения из газовых смесей водного компонента. Абсорбционный метод осушки газа, основанный на разности парциальных давлений водяных паров в газе и осушителе, имеет широкое распространение в газопереработке. Процесс извлечения влаги из газа проходит в абсорбере при контакте жидкого осушителя с влажным газом до тех пор, пока величины парциального давления воды и над раствором осушителя не примут равные значения [2].

Обзор литературы по данной теме затронул различные современные источники, в которых говорится, что довольно часто аппараты для осушки газа (абсорберы) требуют модернизации. Необходимость совершенствования установок абсорбционной осушки газа на газодобывающих предприятиях обуславливается, в частности, ухудшением показателей эффективности их работы, а также изменениями свойств осушаемого газа, что требует в таком случае моделирование технологического процесса.

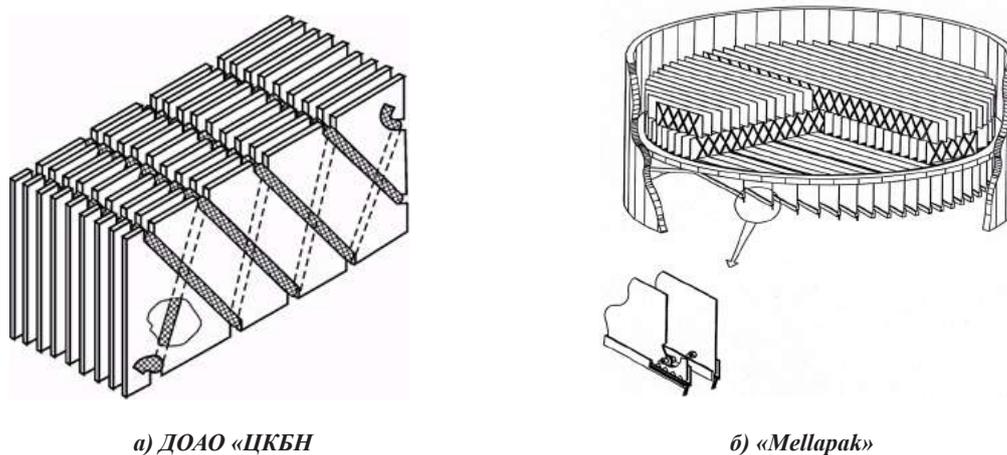
Целью данной работы является поиск новейших технологий физико-математического моделирования процесса абсорбционной осушки природного газа.

Наиболее часто для моделирования процессов добычи, транспортировки и переработки природного газа и нефти используется моделирующей комплекс Aspen HYSYS, который представляет собой интегрированную систему, позволяющую рассчитывать, как стационарные, так и динамические режимы работы, причем для моделирования стационарного и динамического режимов работы используются одни и те же термодинамические модели. Одни и те же объекты можно рассчитывать последовательно с разной степенью детализации.

Все это представляет собой принципиально новое слово в моделировании технологических систем [1]. В данном комплексе используется уравнение состояния Пенга-Робинсона или его расширенная модификация.

**Модернизация абсорбера**

В ходе обзора литературы было выяснено, что в настоящее время модернизации подвергается массообменная часть абсорбера, которая заключается в замене массообменных тарелок на регулярные насадки. Как правило, используется два типа насадок: отечественная насадка, изготовленная по проекту ДООА «ЦКБН» и зарубежная «Mellapak» фирмы «Sulzer chemtech» (рисунок 3а и 3б соответственно). Подобной модернизации подверглись два абсорбера на Западно-Таркосалинском газовом промысле: в абсорбере А4 была установлена зарубежная насадка, в А6 – отечественная.



*Рис. 1. Структурированные насадки [2]*

Были проанализированы результаты испытаний производственных насадочных абсорберов. Для сравнения эффективности производственных абсорберов в работе было проведено моделирование программном комплексе Aspen HYSYS, где был смоделирован процесс абсорбционной осушки газа с технологическими параметрами, приближенными к реально существующим на Западно-Таркосалинском газовом промысле. В качестве теоретического абсорбера (смоделированного в Aspen HYSYS) был выбран тарельчатый абсорбер с количеством тарелок 10 штук.



Рис. 2. Моделирующая схема абсорбционной осушки газа

Результаты данных испытаний производственного тарельчатого и насадочных абсорберов сведены в таблицу 1. Так же в данную таблицу занесены результаты расчета теоретического тарельчатого. Результаты таблицы 1 позволяют сравнить абсорберы в зависимости от типа заполнителя (массообменные тарелки или структурированные насадки). По результатам, приведенным в таблице 1, видно, что смоделированный теоретический тарельчатый абсорбер 1 позволяет достичь точки росы минус 18,7 °С, производственный насадочный А6 (ДАОА «ЦКБН»), в свою очередь, с такой же концентрацией гликоля только минус 11 °С, А4 (Mellapak) – минус 10,5°С. При этом и потери гликоля с осушенным газом выше у производственных абсорберов – 0,4-1,5 г/1000 м<sup>3</sup> по сравнению с теоретическим тарельчатым – 0,16 г/1000 м<sup>3</sup>. Сравнивая теоретический абсорбер с производственными видно, что теоретический абсорбер показывает более высокую степень осушки газа и меньшие потери ТЭГ с осушенным газом при данных технологических параметрах установки. Это связано с тем, что при моделировании процесса создаются идеальные условия и среда. В данном абсорбере мы видим потери гликоля с осушенным газом, которые неизбежны.

Таблица 1

Сравнение результатов испытания производственных абсорберов с теоретическими, смоделированными в программном комплексе HYSYS

Тип абсорбера	Осушаемый газ				Триэтиленгликоль			Точка росы осушенного газа, °С	Потери гликоля с осушенным газом, г/1000 м <sup>3</sup>
	Производительность аппарата		Давление, МПа	Температура, °С	Подача, кг/ч	Температура, °С	Концентрация РТЭГ		
	тыс м <sup>3</sup> /ч	млн м <sup>3</sup> /сут.							
Теоретический тарельчатый 1	400	9,6	6,86	14,2	2000	25,6	98,08	-18,7	0,16
Производственный насадочный А6 (ЦКБН)	416	10,0	6,94	15,9	2003	26,2	98,01	-11,0	0,4
Производственный насадочный А4 (Mellapak)	418	10,0	6,92	15,3	2069	26,1	97,84	-10,5	1,5

#### Давление и расход абсорбента

Для более детального изучения влияния давления и количества абсорбента на эффективность осушки была построена 3D диаграмма данной зависимости (рисунок 3). По ней мы видим, что при снижении давления процесса уменьшается количество воды в газе. Во многих источниках говорится о том, что увеличение расхода гликоля положительно сказывается на эффективность осушки, однако, полученная диаграмма свидетельствует о том, что при пониженном давлении абсорбент хуже справляется с влагой, чем при повышенном. На диапазоне от 3 МПа до 6 МПа увеличение расхода абсорбента увеличивает содержание влаги в осушенном газе, что отрицательно скажется на точке росы. А на диапазоне 6-7 МПа, с увеличением расхода абсорбента уменьшается количество влаги в газе, что говорит о более эффективном извлечении воды из природного газа.

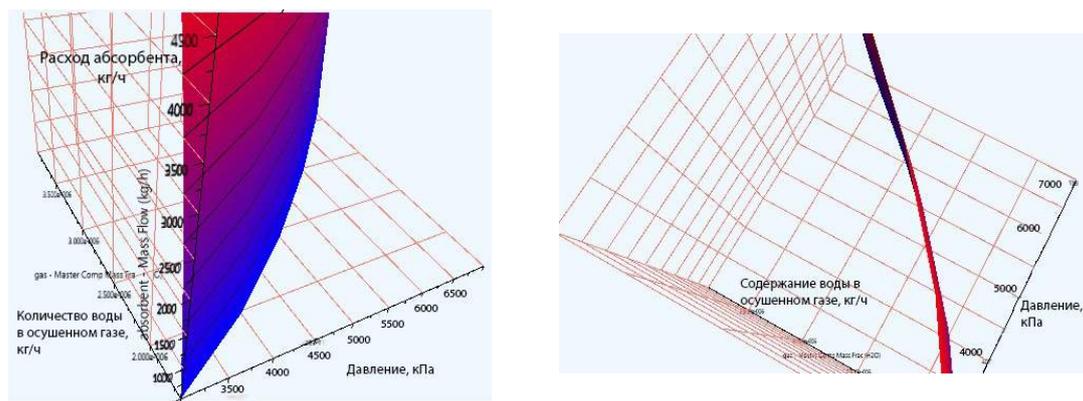


Рис. 3. 3D диаграмма зависимости давления абсорбции, расхода абсорбента и количества влаги в осушенном газе

#### Заключение

По результатам работы можно с уверенностью сказать, что моделирующий программный комплекс Aspen HYSYS максимально близко моделирует процесс абсорбционной осушки. В первой части работы выявлено, что максимальная температура точки росы по воде при данных технологических параметрах может достигать минус 18,7°C. Сравнивая отечественную и зарубежную насадку видно, что насадка, изготовленная по проекту ДОО «ЦКБН» не уступает импортной по температуре точки росы и уносу гликоля с осушенным газом. Во второй части работы выявлено, что расход абсорбента по-разному влияет на количество воды в осушенном газе при пониженном и повышенном давлении. Однако, в работе были использованы некоторые допущения: поток «влажный газ» (рисунок 1) в моделирующем комплексе не имеет длины, т.е. выход из сепаратора есть вход в абсорбер, однако на промысле это не так. Для перехода потока из сепаратора в абсорбер используется трубопровод диаметром  $d_y=1000$  мм и длиной 50 м. Поэтому в дальнейшем планируется максимально приблизить модель данную математическую модель к Западно-Таркосалинского газоконденсатного месторождения, учитывая допущения, которые присутствуют в данной модели.

#### Литература

1. HYSYS. Руководство пользователя, Aspen Tech, 2014.
2. Колокольцев С. Н. Совершенствование технологий подготовки и переработки углеводородных газов: Монография. – М.: ЛЕНАНД, 2015. – 600 с.

### ТРАССИРОВКА ТРУБОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ ТОПОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ

П.В. Григорьева, Д.А. Черенцов

Научный руководитель: доцент К.С. Воронин

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», г. Тюмень, Россия

Трассировкой трубопроводов называется комплекс инженерных и геодезических мероприятий по изысканию трассы. Трассировка включает в себя два основных элемента:

- План трассы, который является точной проекцией трассы на горизонтальной плоскости.
- Продольный профиль трассы, который представляет собой ее вертикальный разрез по линии проекции.

Этот план состоит из отрезков прямых линий с различным уклоном, которые при необходимости могут быть соединены круговыми кривыми.

Идеальная трасса должна быть прямолинейной, без отклонений и перегибов, которые на практике могут привести к значительному увеличению стоимости строительства и ее эксплуатации. Однако чаще всего прямой и продольный план не соответствуют друг другу, и впоследствии эти несоответствия решаются при помощи искривления общего плана трассы (кривые постоянного и переменного радиуса кривизны). Так, в плане должны быть отражены траектории обхода участков с негативными геологическими условиями, большими уклонами и другими неблагоприятными препятствиями.

На первых этапах трассирования магистрального трубопровода, осуществляемых на мелкомасштабных топографических картах, не всегда представляется возможным учесть структуру топографических условий.

В настоящее время проектирование трубопроводов является сложной задачей. Существует множество вариантов прохождения трассы трубопровода между начальной и конечной точками. Выбор трассы чаще основывается на экспертном мнении специалистов разрабатывающих проектную документацию. Однако автоматизация поиска трассы, обладающей наименьшими капитальными затратами является актуальной задачей.

Целью работы является минимизация капитальных затрат на строительство трубопровода, путем нахождения оптимальной трассы трубопровода.