УДК 66.074.31

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕРМОБАРИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА НА НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

♦♦♦♦♦

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THERMOBARIC CONDITIONS ON THE EFFICIENCY OF THE NATURAL GAS TREATMENT PROCESS AT AN OIL AND GAS CONDENSATE FIELD

Мустафин Ильнар Азатович
оператор по добыче нефти и газа 4 разряда,
ООО «Газпром добыча Уренгой»
mustafin.i.a@gmail.com

Бородуля Екатерина Сергеевна
студентка кафедры разработка и эксплуатация газовых и нефтегазоконденсатных месторождений,
Уфимский государственный нефтяной технический университет
cidag@inbox.ru

Аннотация. В статье рассматривается влияние термобарических условий на процессы подготовки природного газа, включая осушку гликолями, с акцентом на оптимизацию режимов работы для повышения эффективности.

Ключевые слова: природный газ, термобарические условия, осушка, гликоли, точка росы, давление, температура, гидраты.

Mustafin Ilnar Azatovich
Oil and gas production operator,
4th category,
«Gazprom dobycha Urengoy» LLC
mustafin.i.a@gmail.com

Borodulya Ekaterina Sergeevna
Student of the Department
Development and Exploitation of Gas and Oil and Gas Condensate Fields,
Ufa State Petroleum Technical University
cidag@inbox.ru

Annotation. The article examines the influence of thermobaric conditions on natural gas treatment processes, including glycol drying, with an emphasis on optimizing operating modes to increase efficiency.

Keywords: natural gas, thermobaric conditions, drying, glycol, dew point, pressure, temperature, hydrates.

Процесс подготовки газа играет ключевую роль в обеспечении его качества, соответствующего требованиям транспортировки и потребления. Важнейшими параметрами, влияющими на эффективность подготовки газа, являются температурный и барический режимы. Их влияние проявляется в изменении фазового состояния компонентов газа, образовании гидратов, эффективности процессов очистки и осушки. Анализ влияния термобарических параметров позволяет оптимизировать технологические процессы для снижения энергетических затрат и повышения выхода товарного газа.

Подготовка природного газа включает удаление механических примесей, сероводорода, углекислого газа, влаги и тяжёлых углеводородов. Основные технологии, используемые на нефтегазоконденсатных месторождениях:

- адсорбционная осушка (с применением цеолитов и силикагелей);
- абсорбционные методы (с использованием гликолей);
- низкотемпературная сепарация (конденсация тяжёлых углеводородов);
- мембранные технологии.

Основными факторами, влияющими на эффективность подготовки газа, являются:

- температура окружающей среды и технологических процессов;
- давление в системах сепарации и осушки;
- фазовое состояние компонентов газа;
- состав и свойства газа, включая содержание тяжёлых углеводородов и влаги.

Температура и давление влияют на фазовые переходы в газе, образование гидратов и эффективность процессов очистки. При понижении температуры возрастает риск образования гидратов, что требует применения ингибиторов или нагрева. Изменение давления влияет на равновесие фаз и эффективность сепарации примесей. Снижение негативного влияния термобарических параметров достигается:

- регулированием режимов работы оборудования;

- использованием антигидратных технологий;
- оптимизацией состава адсорбентов и абсорбентов.

Также температура и давление газа существенно влияют на процессы, происходящие в системе подготовки:

- осушка газа – повышение температуры снижает относительную влажность газа, но увеличивает упругость паров воды, что может ухудшать осушающий эффект гликолей. Давление также играет роль – при высоком давлении газ удерживает больше влаги, что увеличивает нагрузку на гликолевую систему;
- стабилизация газового конденсата – при изменении давления и температуры меняется фазовое равновесие системы углеводородов, что влияет на состав отгоняемых лёгких фракций;
- удаление механических примесей и сероводорода – процессы фильтрации и абсорбции в химических реагентах также зависят от термобарических параметров.

В таблице 1 приведены исходные параметры для расчёта эффективности осушки газа.

Таблица 1 – Исходные параметры для расчёта эффективности осушки газа

Параметр	Значение
Концентрация гликоля, %	99
Температура контакта «газ – гликоль», °С	18
Давление осушаемого газа перед абсорбером, МПа	4
Давление в абсорбере, МПа	4
Расход гликоля, $м^3$/ч	3
Расход осушаемого газа, тыс. $м^3$/ч	300

Для расчёта используется средняя растворимость воды в гликолях при 18 °С:

- ДЭГ – 4 г воды на 100 г гликоля;
- ТЭГ – 7 г воды на 100 г гликоля.

Также учитывается плотность гликолей:

- ДЭГ – 1,12 г/$см^3$;
- ТЭГ – 1,13 г/$см^3$.

ТЭГ является более эффективным осушающим агентом, т.к. поглощает 237,3 кг/ч воды по сравнению с 134,4 кг/ч у ДЭГ.

Для определения влияния температуры и давления на эффективность осушки рассмотрим несколько сценариев. В таблице 2 показано влияние термобарических условий на осушку газа.

Таблица 2 – Влияние термобарических условий на осушку газа

Температура, °С	Давление, МПа	Количество поглощённой воды, кг/ч (ДЭГ)	Количество поглощённой воды, кг/ч (ТЭГ)
10	4	140	250
18	4	134,4	237,3
25	4	130	230
18	6	145	260

При повышении температуры (от 10 до 25 °С) эффективность осушки снижается, т.к. упругость паров воды в газе увеличивается, при этом при увеличении давления (от 4 до 6 МПа) эффективность осушки повышается, т.к. возрастает взаимодействие газа с гликолем.

Для достижения наилучших результатов осушку рекомендуется проводить при пониженной температуре газа и повышенном давлении.

Проведённое исследование показало, что термобарические условия существенно влияют на процесс подготовки природного газа.

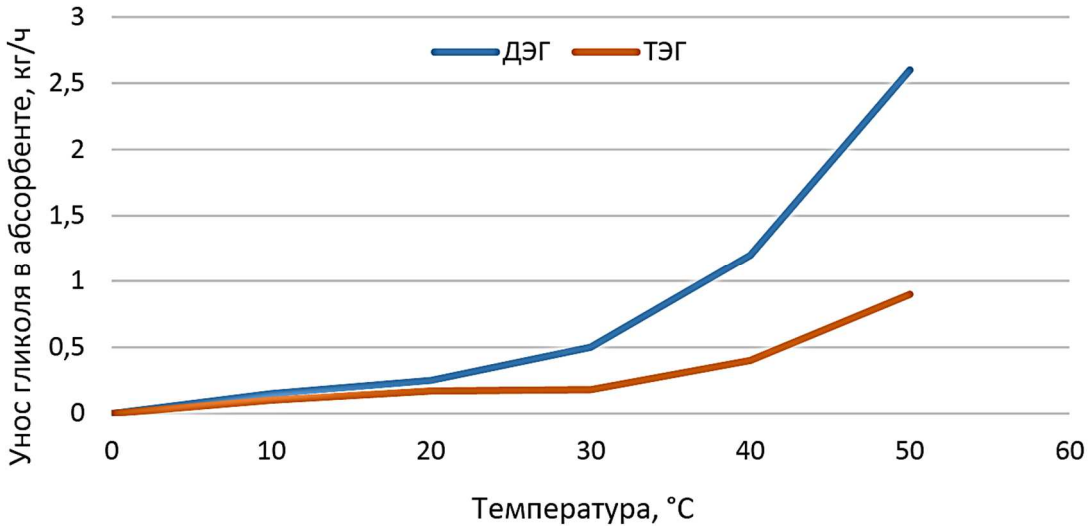

Рисунок 1 – Зависимость температуры точки росы газа и уноса гликоля от температуры контакта

Основные выводы:

1) температура и давление газа оказывают влияние на эффективность осушки – при более низкой температуре процесс идёт эффективнее;

2) использование ТЭГ вместо ДЭГ позволяет увеличить степень осушки газа, особенно при высоких давлениях;

3) при оптимальных термобарических условиях (пониженная температура и повышенное давление) можно добиться снижения затрат на регенерацию гликоля и повышения качества подготовленного газа.

Выводы и практические рекомендации

Влияние термобарических параметров на процессы подготовки газа является значительным и требует учёта при проектировании и эксплуатации систем подготовки. Оптимизация режимов работы позволяет снизить энергозатраты, минимизировать образование гидратов и повысить качество товарного газа. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку адаптивных систем управления параметрами процесса в реальном времени.

Литература

1. Китов Е.С. Анализ технологий промысловой подготовки природного газа Е.С./ Китов, В.И. Ерофеев, С.Н. Джалилова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 10. – С. 31–38.
2. Кусов Г.В. Анализ эффективности подготовки газа на УКПГ-9 Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Технологическая часть Г.В./ Кусов, О.В. Савенок // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 3. – С. 40–51.
3. Кусов Г.В. Анализ эффективности подготовки газа на УКПГ-9 Ямбургского нефтегазоконденсатного месторождения. Модернизация аппаратов осушки газа / Г.В. Кусов, О.В. Савенок // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – № 3. – С. 52–72.
4. Лиинтин И.А. Особенности промысловой подготовки природного газа / И.А. Лиинтин, В.И. Ерофеев, С.Н. Джалилова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2022. – Т. 333. – № 6. – С. 96–102.
5. Манихин О.Ю. Внедрение и оценка эффективности системы предварительной осушки газа при эксплуатации технологического оборудования установки комплексной подготовки газа / О.Ю. Манихин, В.В. Шалай // Омский научный вестник. Серия «Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение». – 2020. – Т. 4. – № 3. – С. 71–80.
6. Турсунов Б.Ж. Влияние технологических параметров на гликолевую осушку газа / Б.Ж. Турсунов, С.А. Гайбуллаев, К.К. Жумаев // Sciences of Europe. – 2020. – № 55-1(55). – С. 33–37.
7. Янгулова Л.Р. Влияние термобарических условий на эффективность применения установок низкотемпературной сепарации при подготовке газа в Надым-Пур-Тазовском регионе Ямало-Ненецкого автономного округа // Молодой учёный. – 2019. – № 22(260). – С. 146–148.

References

1. Kitov E.S. Analysis of technologies of natural gas field preparation / E.S. Kitov, V.I. Erofeev, S.N. Dzhalilova // News of Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources. – 2022. – Vol. 333. – № 10. – P. 31–38.
2. Kusov G.V. Efficiency analysis of preparation of gas on UKPG-9 of Yamburg gas field. Technological part / G.V. Kusov, O.V. Savenok // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – № 3. – P. 40–51.
3. Kusov G.V. Efficiency analysis of preparation of gas on UKPG-9 Yamburg gas field. Modernization of gas drying devices / G.V. Kusov, O.V. Savenok // Science. Engineering. Technology (polytechnical bulletin). – 2016. – № 3. – P. 52–72.
4. Liintin I.A. Features of commercial treatment of natural gas / I.A. Liintin, V.I. Erofeev, S.N. Dzhalilova // News of Tomsk Polytechnic University. Engineering of Georesources. – 2022. – Vol. 333. – № 6. – P. 96–102.
5. Manikhin O.Yu. Implementation and evaluation of efficiency of gas preliminary drying system during operation of process equipment of complex gas treatment unit / O.Yu. Manikhin, V.V. Shalay // Omsk scientific bulletin. Series «Aviation, Rocket and Power Engineering». – 2020. – Vol. 4. – № 3. – P. 71–80.
6. Tursunov B.Zh. Influence of technological parameters on glycol gas drying / B.Zh. Tursunov, S.A. Gaybullaev, K.K. Jumaev // Sciences of Europe. – 2020. – № 55-1 (55). – P. 33–37.
7. Yangulova L.R. Influence of thermobaric conditions on the efficiency of using low-temperature separation units in gas preparation in the Nadym-Pur-Taz region of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug // Young scientist. – 2019. – № 22(260). – P. 146–148.