

Казанский Федеральный Университет.

Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов

Kazan Federal University

Department of oil & gas technology and carbon materials

**Учебное пособие. Серия: Проектирование газоперерабатывающих заводов
и производств сжиженных газов**

**Предпроектные исследования газоконденсатных смесей месторождения
Кандым**

**A study guide. Series: Design of gas processing plants and production of
liquefied gases pre-design studies of gas condensate mixtures of the Kandym
deposit**

Pre-project studies of gas condensate mixtures of the Kandym field

Рахматов Сардор Шавкат угли, Rakhmatov Sardor Shavkat ugli ¹

Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich ²

магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов¹

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных
материалов, Член Экспертного совета Российского газового общества (РГО),

и.о. руководителя группы «Водородная и альтернативная РГО, профессор РАЕ²

E-mail: Rakhmatov2602@mail.ru, kemalov@mail.ru

Аннотация: Цель данной работы: ознакомиться с газоконденсатным месторождением Кандым

Abstract: The purpose of this work: to get acquainted with the gas condensate birthplace of Kandym

Ключевые слова: Кандымская группа газовых месторождений, этан, пропан, бутановые углеводороды.

Keywords: Kandym group of gas fields, ethane, propane, butane hydrocarbons.

1 Введение(Introduction)

Разработка Кандымской группы газовых месторождений, включающей месторождения Кандым, Кувачи-Алат, Аккум, Парсанкуль, Ходжи, Западный Ходжи, является одним из приоритетов Компании. Кандымская группа месторождений расположена на территории Каракульского района Бухарской области, недалеко от границы с Туркменистаном. Площадь контрактной территории составляет 431 кв. км. Ключевым объектом проекта Кандым является газоперерабатывающий комплекс мощностью 8 млрд куб. м. газа в год, один из крупнейших в Средней Азии. Комплекс предназначен для очистки газа от сероводорода и производства товарного газа, стабильного газового конденсата и товарной серы. В состав Кандымского газоперерабатывающего комплекса, входят две технологические линии по 4 млрд куб. м. каждая, объекты внешнего электро- и водоснабжения, система сбора и экспортный газопровод, вахтовый городок, пожарное депо и другие объекты.



Рисунок 1 - Схема нефтегазоносного районирования Республики Узбекистан

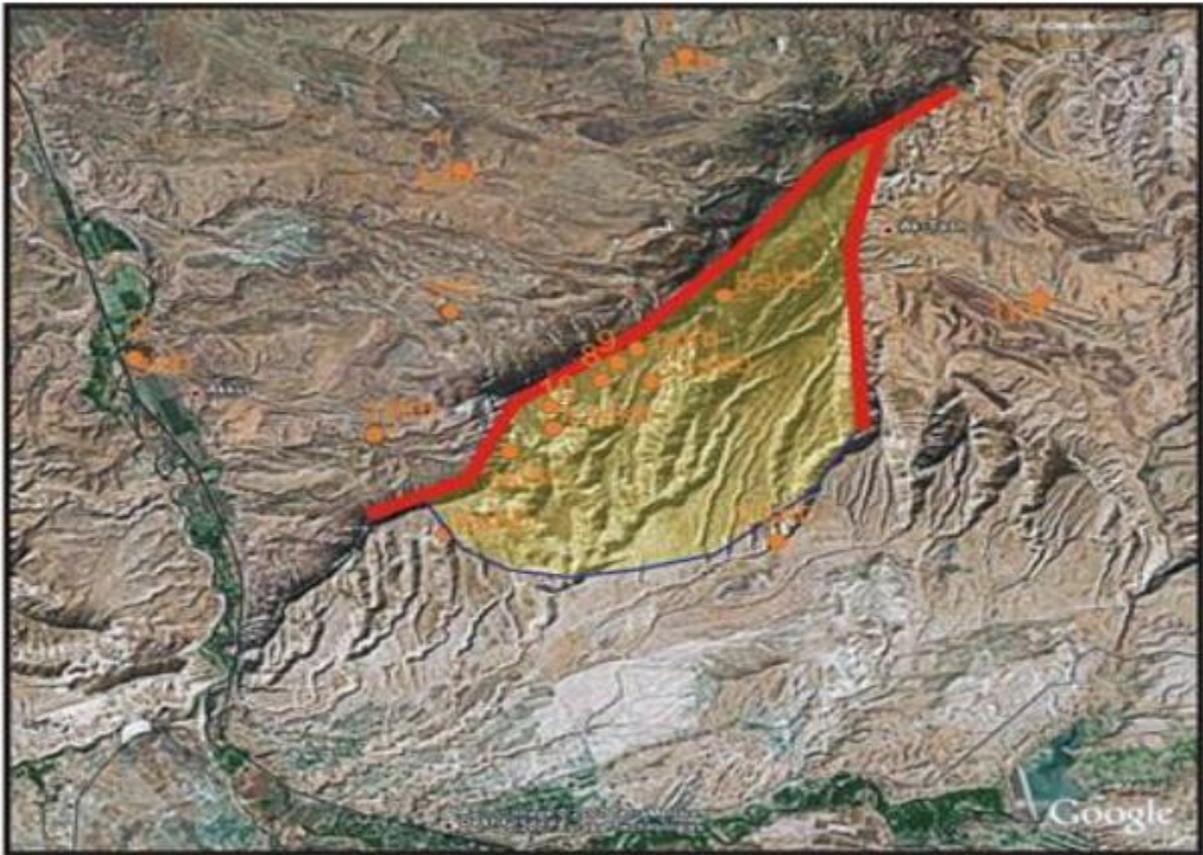


Рисунок 2 - Космоснимок районных работ (желтым отмечен контур Нефтегазоносности месторождения Кандыма. Красным отмечено разрывные данные по сейсмическим данным

1 Introduction

The development of the Kandym group of gas fields, which includes the Kandym, Kuvachi-Alat, Akkum, Parsankul, Khodzhi, and Western Khodzhi fields, is one of the Company's priorities. The Kandym group of deposits is located in the Karakul district of the Bukhara region, not far from the border with Turkmenistan. The area of the contract area is 431 sq. km. The key facility of the Kandym project is a gas processing complex with a capacity of 8 billion cubic meters. meters of gas per year, one of the largest in Central Asia. The complex is designed to clean gas from hydrogen sulfide and produce commercial gas, stable gas condensate and commercial sulfur. The Kandym gas processing complex includes two technological lines of 4 billion cubic meters each. m. each, external power and water supply facilities, collection system and export gas pipeline, shift camp, fire station and other facilities



Рисунок 1 - Схема нефтегазоносного районирования Республики Узбекистан

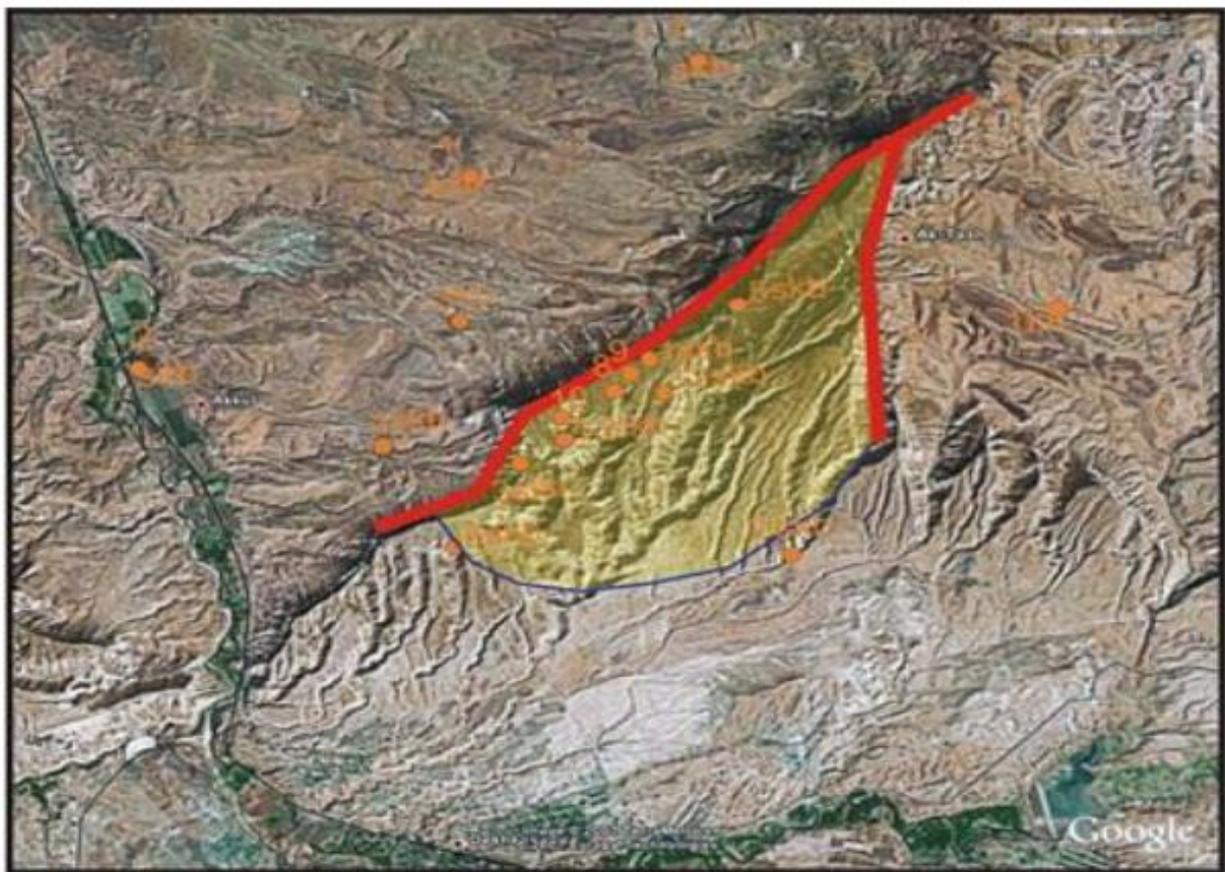


Figure 2 - Satellite image of regional work (yellow indicates the contour of the oil and gas potential of the Kandym field. Red indicates discontinuous data from seismic data)

1. Предпроектные данные

Содержание метана в составе газа составляет в среднем 91,46 % мольн.
Содержание высокомолекулярных гомологов метана в составе газа в среднем составляет:

этана – 2,36 % мольн.,

пропана – 0,4 % мольн.,

суммы бутанов – 0,21 % мольн.

Содержание фракции C₅ и выше составляют 0,5 % моль.

Содержание неуглеводородных компонентов в составе растворенного в нефти газа колеблется в пределах:

азота - 0,3 мольн.,

углекислого газа – 2,8 % мольн.,

сероводорода – 1,97 % мольн.

Абсолютная плотность смеси газа составляет 0,75 кг/м³.

Плотность по отношению к воздуху 0,58.

Данные по составу газа взяты из справочник: «Газовые и газоконденсатные месторождения. В.Г. Васильев, В.И. Ермаков И.П. Жабрев и др.

Таблица 1 - Плотность каждого компонента в смеси газа

метан	этан	пропан	бутан	пентан	азот	Диоксид углерода	Серо водород
0,668	1,26	1,86	2,495	3,174	1,16	1,83	1,43
91,46	2,36	0,4	0,21	0,5	0,3	2,8	1,97

Молекулярная масса смеси. Значение молекулярной массы смеси $N_{см}$ (кг/моль) вычисляется по формуле:

$$N_{см}=22,4 \rho_{см}$$

Подставляем в эту формулу значение плотности смеси находим молекулярную массу смеси, которая вышла 16,848. Кинематическая вязкость смеси газа $1,134 \cdot 10^{-4}$.

Влажность газов. При добыче природного газа и промышленном получении искусственных газов в их состав входит большое количество водяных паров, значительная часть которых удаляется при сушке. Содержание водяных паров в газовой смеси характеризует влажность газа. Различают абсолютную и относительную влажность.

Абсолютной влажностью называется физическая величина, численно равная массе водяных паров, содержащихся в единице объема. Измеряется абсолютная влажность в граммах или килограммах на кубический метр.

Относительной влажностью называется физическая величина, численно равная отношению фактической абсолютной влажности газа к максимально возможной, характеризующей состояние насыщения (максимальной влажности) при данной температуре.

Относительная влажность смеси газа составляет 36,954. Низшая теплота сгорания данного газа составляет 37,46 МДж/м³, Данные были вычислены по высшей теплоте сгорания, которые взяты из ГОСТ. Значение высшей точки теплоты сгорания взяты из ГОСТ 30319.1-96 таблица 2 которые приведены в таблице ниже

Все данные были рассчитаны для стандартных условий

Таблица 2 – Значения высших теплот сгорания при стандартных условиях

метан	этан	пропан	бутан	пентан	азот	Диоксид углерода	Серо водород
$3,38 \cdot 10^3$	153,188	36,916	25,137	73,5	3,789	65,436	-

Ниже по расчетным данным приведены данные по низшей теплоты сгорания при стандартных условиях $Q_{нсм}$ -31,25 МДж/м³. Теоретический объем воздуха-47,847. Теоретическая температура горения $6,413 \cdot 10^3$ которая была

вычислена из формулу теоретической температуры горения теплового баланса топки. Зависимость динамической вязкости η от температуры T описывается формулой Сатерленда которую мы вычислили по формуле приведенной ниже

$$\eta = \eta_0 \left(\frac{T}{273} \right)^{1,5} \frac{(273 + C)}{(T + C)}$$

Общие сведения по месторождению Кандым

Месторождение Кандым насчитывает примерно 98 добывающих скважин.

Карты суммарных отборов и текущего состояния разработки по скважинам приведены на рисунках.

Технологический режим работы нефтедобывающих скважин.

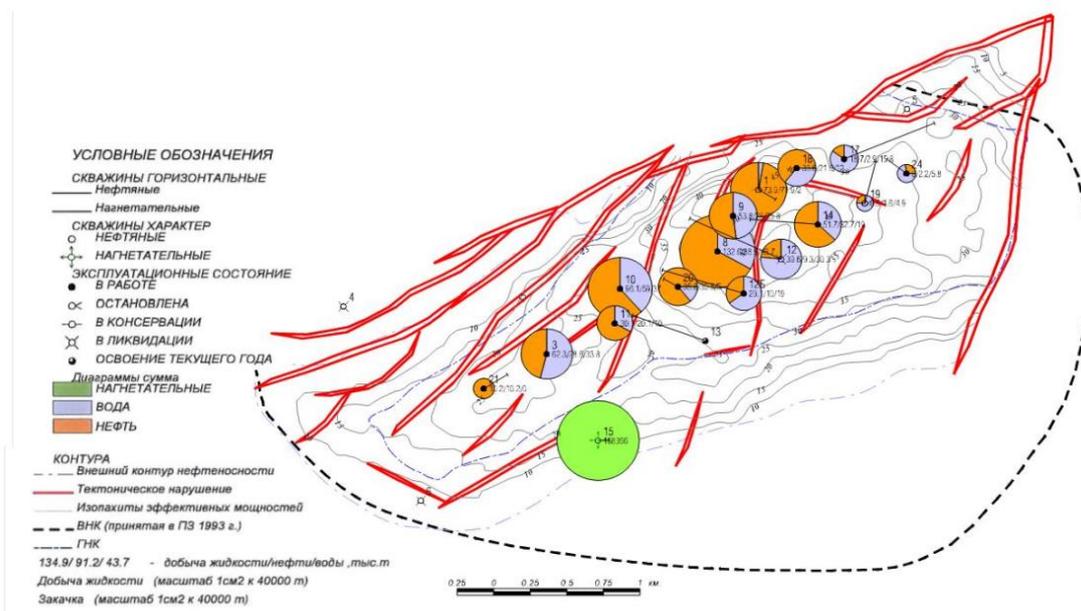


Рисунок 3 - Карта накопленных отборов по месторождению Кандым

Начальные запасы сырого газа по месторождению Кандым согласно подсчету запасов составляют 202 млрд.м³, запасы нефти составляет около 10 млн.тонн, газонасыщенный объем – 1726,1 тыс.м³. С учетом оцененных объемов добытого свободного газа, текущие запасы составят 463,7 млн.м³. Среднее текущее пластовое давление в газовой части залежи примем на уровне 23,0 МПа. При таком пластовом давлении остаточный газ займет объем 1747,4 тыс.м³.Кандымский газоперерабатывающий комплекс мощностью в 8 млрд куб.

м газа в год предназначен для очистки и подготовки газа Кандымской группы месторождений — производства товарного газа, стабильного газового конденсата и товарной серы.

В рамках проекта на территории Кандымского месторождения обустроены система сбора природного газа, ГПЗ, административный корпус, ремонтные зоны и другие предзаводские объекты, а также автономный жилой комплекс на 150 человек.

В геологическом строении принимают участие отложение палеозойского фундамента и юрского мелового и неоген-антропогенного осадочного чехла. Отложение фундамента куполами приведенный на рисунке ниже

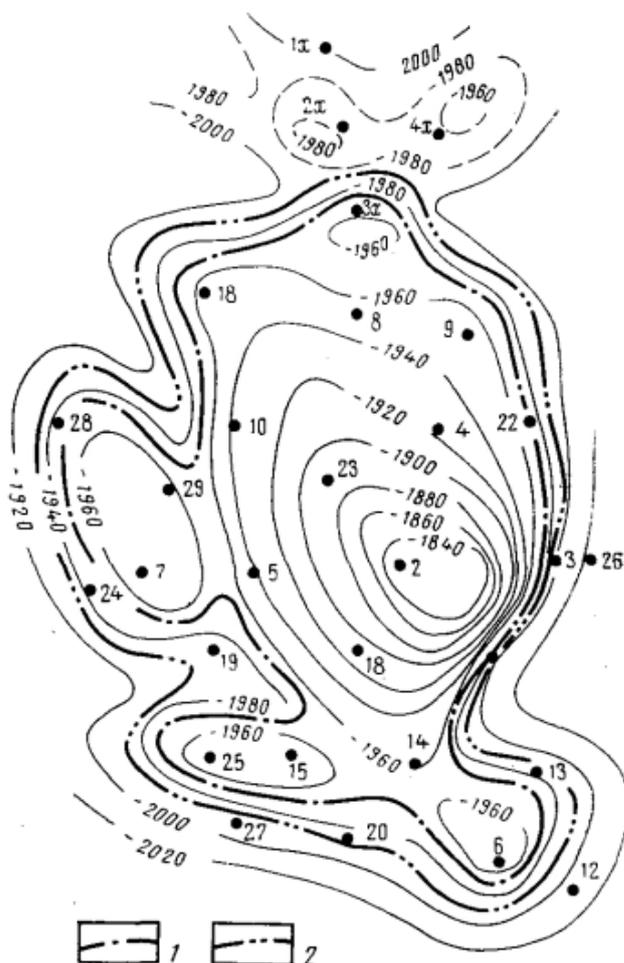


РИС. 123. Газоконденсатное месторождение Кандым. Структурная карта по кровле горизонта XV₁₆ (по Б. Я. Календареву).

Контурсы газоносности: 1 — внутренний; 2 — внешний

Рисунок 4 - Газоконденсатное месторождение Кандым. Структурная карта по кровле горизонта

Согласно существующим представлениям, рассматриваемое месторождение Кандым расположено в пределах нефтегазоносного района Юго-Западного Гиссара. Также месторождение Кандым относится к Бухара-Хивинскому нефтегазоносному району. Кандым входит в нефтяной проект Кандым-Хаузак Шады.

Местоположение нефтегазоносного района Юго-Западный Гиссар по отношению к другим нефтегазоносным районам Узбекистана показано на рисунке 5.

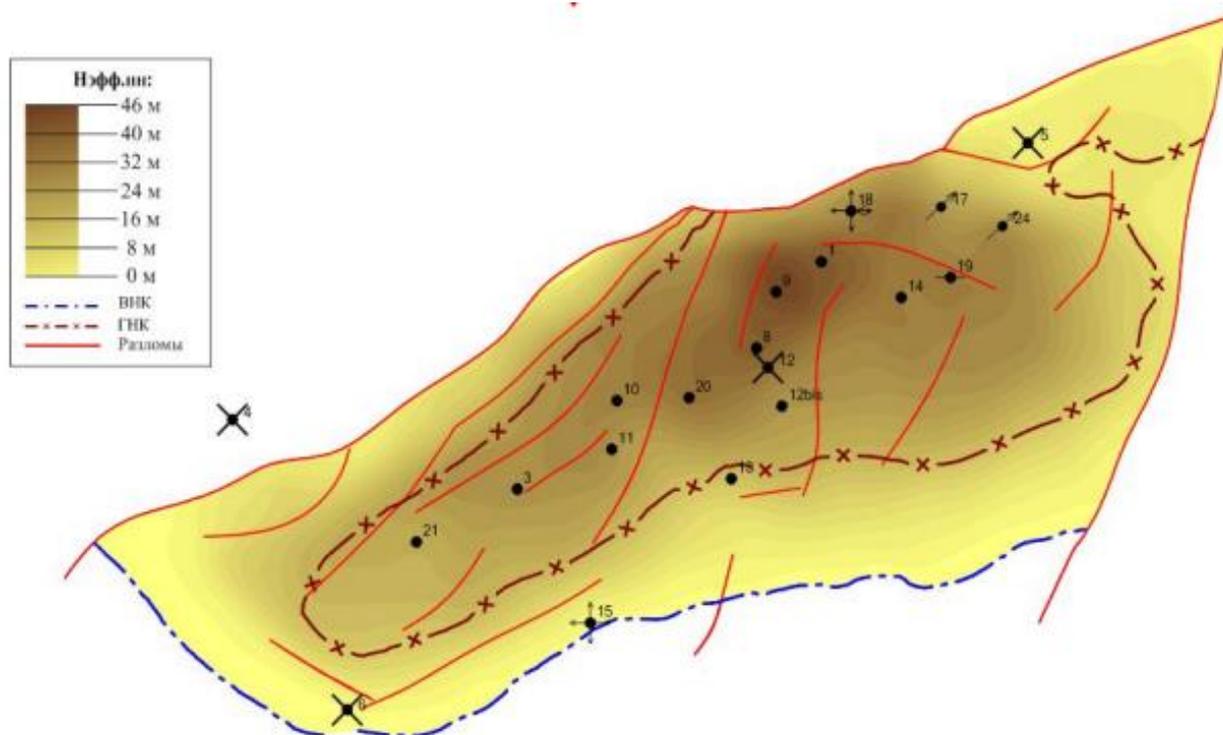


Рисунок 5-Карта эффективных нефтенасыщенных толщин месторождения Гиссар

Продуктивные сульфатно-карбонатные отложения имеют в рассматриваемом районе повсеместное распространение и представляют собой комплекс фациально взаимосвязанных карбонатных, в меньшем объеме, сульфатных пород, мощность которых довольно стабильна и составляет в пределах описываемой площади 540-560м. Характерной особенностью разреза является его четко выраженное трехчленное строение. Нижняя часть разреза представлена фракциями открытого карбонатного шельфа и сложена преимущественно плотными, пелитоморфными, нередко глинистыми известняками. Средняя часть представлена более разнообразным генетическим

комплексом карбонатных пород, среди которых преобладают водорослевые, обломочные известняки. Верхняя часть разреза представлена фациями зарифовой лагуны и сложена комплексом сульфатно-карбонатных пород с преобладанием последних. Каждый из указанных элементов разреза отличается не только по литологическому составу слагающих их пород, но и по объему развитых в них коллекторов, их ФЕС. В соответствии со сложившимся в практике нефтегазоразведочных работ выделением промысловых горизонтов на месторождении Кандым в составе сульфатно-карбонатных отложений выделены XV, XVa и XVI горизонты. Между собой пласты XV, XVa и XVI горизонтов подобны и не содержат перекрывающих покрышек, поэтому продуктивное тело представляет собой единый монолитный карбонатный массив в ловушке массивного типа. Запирающими элементами ловушки являются разрывные нарушения с боков и соляноангидритовая толща сверху. Отсюда УВ, заключенные в пластах XV и XVa, образуют единую флюидодинамическую систему. Продуктивная толща характеризуется сложным строением по разрезу, носящим слоистый характер. Размещение коллекторов в объеме резервуара весьма неравномерное. Карбонатные коллекторы, слагающие залежь, представлены прослоями и линзами известняков (от 0,4 до 2,4 м), плотными, крепкими, темно- и светло-серыми, от средне- мелкозернистых до тонко-микрозернистых, 21 комковато-водорослевыми, местами доломитизированными, с различной степенью глинистости; в основной массе - низкопористыми (3 – 10,5 % и лишь в единичных случаях 17 – 19 %), слабопроницаемыми. Тип коллектора поровотрещинный и трещинно-поровый. Породы-коллекторы обоих типов развиты по всему разрезу продуктивных отложений, переходя по латерали из одного типа в другой. Выдержанных по площади плотных непроницаемых пластов в разрезе месторождения нет, все пласты гидродинамически связаны между собой и представляют единый массивный природный резервуар.

Основная литература:

1. Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А. Установка комплексной подготовки газа на примере Уренгойского газоконденсатного месторождения (Complex gas treatment plant using the example of the Urengoy gas condensate field) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 01; URL: energy-sources.esrae.ru/20-113 (дата обращения: 08.07.2024).
2. Тулибаев А.Н., Валиев Д.З., Кемалов А.Ф. Анализ воздействия природного газа на экологию // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 02; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/24-123 (дата обращения: 08.07.2024).
3. Тулибаев А.Н., Кемалов Р.А. Обзор процессов первичной переработки нефти и разделение природных и нефтяных газов (Overview of primary oil processing and separation of natural and petroleum gases) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 02; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/24-134 (дата обращения: 08.07.2024).
4. Додоев К.И., Кемалов Р.А. Техничко-технологические расчеты абсорбера и очистка газа от кислых компонентов на основе Кандымского Аккум месторождения (technical and technological calculations of the absorber and gas purification from acidic components based on the Kandym Akkum field) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 02; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/24-156 (дата обращения: 08.07.2024).
5. Тулибаев А.Н., Кемалов Р.А. Расчет точки росы, абсорбера и ГФУ в примере Кандымского газоконденсатного месторождения (Calculation of dew point, absorber and GFU (Gas fractionation unit) in the example of the Kandym gas condensate field) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 03; URL: Energy-sources.esrae.ru/ru/35-144 (дата обращения: 08.07.2024).

6. Фазлыева Э.М., Кемалов Р.А. Исследование Заполярного нефтегазоконденсатного месторождения (Study of the Zapolyarny field) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 04; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/36-155 (дата обращения: 08.07.2024).
7. Нуруллин А.Р., Кемалов А.Ф., Кемалов Р.А. Моделирование установки парового риформинга метана с выделением водорода. практикум по дисциплине: «Процессы и аппараты нефте- и газохимической переработки» // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 04; URL: Energy-sources.esrae.ru/ru/36-170 (дата обращения: 08.07.2024).
8. М.А. Берлин, В.Г. Гореченков, Н.П. Волков. Переработка нефтяных и природных газов. - М: Химия, 1981. - 470 с.
9. Мовсумзаде Э.М., Лapidус А.Л., Михайлов С.А., Сыркин А.М., Теплов Н.С. Газопереработка месторождений Урало-Поволжья и Оренбургской области – М.: ОАО «ЦНИИТЭ Нефтехим» 2000. – 227 с.
10. Николаев В.В., Бусыгина Н.В. Основные процессы физической и физико-химической переработки газа – М.: Недра, 1998. – 184 с.
11. Бекиров Т.М. Первичная переработка природных газов – М.: Химия, 1987. – 256 с.
12. Бекиров Т.М., Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата – М.: Недра, 1999. – 595 с.
13. Газохимия в XXI веке. Проблемы и перспективы. Труды московского семинара по газохимии 2000-2002 гг. Под ред. А.И. Владимирова, А.Л. Лapidуса. – М.: Нефть и газ РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 288 с.
14. Бармин И.В. Сжиженный природный газ: вчера, сегодня, завтра / И.В. Бармин, И.Д. Кунис. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2009. – 256 с.
15. Сидягин А.А., Расчет и проектирование аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие/ А.А. Сидягин, В.М. Косырев. – Н. Новгород: НГТУ, 2009. – 150 с.

16. Леонтьев А.П., Беев Э.А., Расчет аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие/ Леонтьев А.П., Беев Э.А – Тюмень: ТГНУ, 2000. - 74с.
17. Загорученко В.А., Бикчентай Р.Н., Вассерман А.А. и др. Теплотехнические расчеты процессов транспорта и регазификации природных газов. Справочное пособие. М., Недра, 1980.
18. Леонтьев А.П., Беев Э.А.. Расчет аппаратов воздушного охлаждения: учеб. пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2000. – 74 с.
19. Тараканов Г. В. Технология переработки природного газа и газового конденсата на Астраханском газоперерабатывающем заводе : учеб. Пособие / Г. В. Тараканов ; Астрахан. гос. техн. ун-т. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2013. – 148 с.
20. Проблемы освоения месторождений Уренгойского комплекса. - М: Недра, 1998. - 464 с.
21. Рахматов С.Ш., Кемалов Р.А. Расчетные методы определения физико-химических свойств и состава газа и газоконденсата (Calculation methods for determining the physico-chemical properties and composition of gas and gas condensate) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 05; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/37-161 (дата обращения: 08.07.2024).
22. Рахматов С.Ш., Кемалов Р.А. Технология очистки углеводородного газа от кислых компонентов (Technology of purification of hydrocarbon gas from acidic components) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 06; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/38-164 (дата обращения: 08.07.2024).
23. Нуруллин А.Р., Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. Моделирование установки Клауса. Практикум по дисциплине: «Процессы и аппараты нефте- и газохимической переработки» (Simulation of the Klaus installation. a workshop on the discipline: "Processes and devices of oil and gas chemical processing") // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 06; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/38-169 (дата обращения: 08.07.2024).

24. Додоев Каноат Истамович, Кемалов Руслан Алимович Технико-технологические расчеты абсорбера и очистка газа от кислых компонентов на основе Кандымского Аккум месторождения (Technical and technological calculations of the absorber and gas purification from acidic components based on the Kandym Akkum field) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2024. – № 01; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/39-189 (дата обращения: 08.07.2024).

25. Кемалов Руслан Алимович, Кемалов алим Фейзрахманович, Аббас Халил Биалал изучение процессов получения сжиженного природного газа (Studying the processes of obtaining liquefied natural gas) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2024. – № 01; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/39-192 (дата обращения: 08.07.2024).

Дополнительная литература:

1. Кемалов Р.А., Рахматов С.Ш. Технология очистки углеводородного газа от кислых компонентов (technology of purification of hydrocarbon gas from acidic components) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 06; URL: energy-sources.esrae.ru/38-251 (дата обращения: 08.07.2024).

2. Гаспарини Р.Т., Кемалов Р.А., Кемалов А.Ф. Диоксид углерода CO₂ в изменении климата и некоторые методы анализа (carbon dioxide CO₂ in climate change and some methods of analysis) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 05; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/37-165 (дата обращения: 08.07.2024).

3. Кемалов Руслан Алимович, Кемалов Алим Фейзрахманович анализ Астраханского газоконденсатного месторождения. технологии, применяемые на АГКМ, пути развития. Составление технологических блок-схем по подготовке и переработке природного газа и газового конденсата // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon

materials. – 2024. – № 01; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/39-183 (дата обращения: 08.07.2024).

4.

5. Михайлов Д.С., Кемалов Р.А. Оценки ресурсов и рисков добычи газа на Оренбургском газоконденсатном месторождении (Assessment of resources and risks of gas production at the Orenburg gas condensate field) // Природные энергоносители и углеродные материалы & natural energy sources and carbon materials. – 2023. – № 05; URL: energy-sources.esrae.ru/ru/37-159 (дата обращения: 08.07.2024).

6. Аршакян И. И., Тримбач А.А. Повышение эффективности работы установок охлаждения газа / Газовая промышленность. 2006. №12. С. 52-55.

7. ГОСТ Р 51364 – 99. Аппараты воздушного охлаждения. Общие технические условия.

8. Фомин А.В. Регулирование и оптимизация режимов работы систем охлаждения технологического газа на компрессорных станциях магистральных газопроводов: дисс. ... канд. техн. наук. М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2012. 152 с.

9. Глаголев, К.В. Физическая термодинамика: учеб. пособие / К.В. Глаголев, А.Н. Морозов. – М.: МГТУ, 2007. – 272 с.

10. Иванов, А.Е. Механика. Молекулярная физика и термодинамика: Учебник / А.Е. Иванов, С.А. Иванов. – М.: КноРус, 2016. – 320 с.

11. Иванов, А.Е. Молекулярная физика и термодинамика. том 1 / А.Е. Иванов. – М.: Русайнс, 2018. – 272 с.

12. Квасников, И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т. 4: Квантовая статистика / И.А. Квасников. – М.: КомКнига, 2014. – 352 с.

13. Квасников, И.А. Термодинамика и статистическая физика. Т.2: Теория равновесных систем: Статистическая физика / И.А. Квасников. – М.: УРСС, 2016. – 432 с.

14. Квасников, И.А. Термодинамика и статистическая физика: Теория равновесных систем: Статистическая физика / И.А. Квасников. – М.: УРСС, 2015. – 436 с.

15. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля) Литература по нефтегазовой отрасли - <http://cyberleninka.ru/>
16. Фарахов, Т. М. Моделирование процессов охлаждения газов при контакте с жидкостью и модернизация колонных аппаратов / Т. М. Фарахов, А. Г. Лаптев. - (Исследования. Конструирование. Расчеты. Опыт эксплуатации) (Процессы и оборудование химических и нефтегазовых технологий). - Текст : непосредственный // Химическое и нефтегазовое машиностроение. - 2019. - № 4. - С. 12-15. - Библиогр.: с. 15 (12 назв.). - ISSN 0023-1126
17. Байков, Н.М. Производство и использование сжиженных газов за рубежом /Н.М. Байков, Т.А. Сайфеева, Н.И. Тайгузин; редактор Е.И. Кушнирова. — Москва: ВНИИОЭНГ, 2005. — 84с.

Выводы (Conclusions)

Собрана информация по газовому месторождению Кандыма в ходе которого мы изучили местонахождение предпроектные сведения состоящие физико-химических свойств, состава газа, относительной влажности плотности теплоты сгорания, зависимость динамической вязкости от температуры

Охарактеризовано по открытым источникам Кандымское газовое месторождение, так же приведена информация по месторождению и отложений в залежах

Список использованной литературы (References)

1. Омонов, Расулжон Рахмонали угли. Анализ эффективности интенсификации нефтедобычи на Кандымском нефтегазоконденсатном месторождении. (Республика Узбекистан) [Электронный ресурс] : выпускная квалификационная работа бакалавра : 21.03.01 / Расулжон Рахмонали угли Омонов. — Красноярск : СФУ, 2016.
2. Васильев В.Г., Жабрив И.П., Львов М.С. и др. Газовые и газоконденсатные

месторождения. Справочник. М., Недра, 1983.

3. Высоцкий И.В. Геология природного газа, М., Недра, 1979, 392 с.

4. Генезис углеводородных газов и формирование месторождений. М., Наука, 1977, 290 с.

5. Геология и геохимия нефти и газа (Под ред. В.И. Ермолкина): Учебник. Недра, 1993, 288 с.

6. Гришин Ф.А. Промышленная оценка месторождений нефти и газа. М., Недра, 1975, 304 с.

7. Губкин И.М. Учение о нефти. Изд. Третье. М., Наука, 1975.

8. Дахнов В.Н. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. Гостоптехиздат, 1962.

9. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Б. Промысловая геофизика. Недра, 1986, 344 с.

10. Еременко Н.А. Геология нефти и газа. М., Недра, 1968.

11. Ермаков В.И., Зыкин М.Я. Совершенствовать рациональные методы разведки газовых месторождений. Газовая промышленность, 1978, № 10

12. Ермаков М.О., Гудымова Т.В., Хвилевичкий М.О. Анализ структуры сырьевой базы газовой промышленности основных газодобывающих регионов страны. /НТО, серия : Геология и разведка газовых и газоконденсатных месторождений. М., 1987, вып.12, с.41.