

## **2.ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ**

### **2.1. Геологическое строение месторождения и залежей.**

В разделе приводится краткая характеристика литолого-стратиграфического разреза вскрытых отложений с указанием глубин зон возможного поглощения бурового раствора, зон аномально высокого и аномально низкого пластового давления; при наличии зон многолетнемерзлых пород приводятся их толщина и распределение по площади на глубину.

Дается характеристика каждой залежи, указывается количество скважин, вскрывших залежь, тип залежи по фазовому состоянию углеводородов в недрах; литологическая характеристика пластов, покрышек и вмещающих пород; приводится описание структурных планов залежей по кровле и подошве проницаемых частей продуктивных горизонтов; показываются зоны замещения и выклинивания коллекторов (размеры, особенности их распространения), тектонические нарушения, зоны слияния прослоев продуктивных пород-коллекторов, наличие (или отсутствие) непроницаемых прослоев (перемычек) между газонасыщенной и нефтенасыщенной частями залежи, а также между нефтенасыщенной и водонасыщенной частями пластов. Особое внимание уделяется характеристике (размерам, форме распространения по площади) так называемых бесконтактных зон - между нефтяной и газовой и между нефтяной и водяной частями залежей, - обусловленных наличием между этими частями залежей непроницаемых прослоев.

Указываются высоты газовых шапок, нефтяных частей залежей (в том числе нефтяных оторочек), их размеры по площади, абсолютные отметки ВНК, ГНК, ГВК. Показываются внешние и внутренние контуры нефтеносности и газоносности, выделяются чисто нефтяные, газонефтяные, газоводонефтяные, водонефтяные, а также переходные зоны.

Анализируется изменение нефтегазонасыщенных толщин коэффициентов расчлененности и песчанистости по площади залежи, при необходимости приводятся карты.

Рекомендуется создание адресной геологической модели объекта разработки.

Для сложных, сильно расчлененных продуктивных пластов могут быть построены пространственные блок-диаграммы, позволяющие более детально представить особенности геологического строения залежей.

Фактические данные по скважинам и пластам систематизируются в таблицы, геологическое строение месторождения и отдельных залежей (эксплуатационных объектов) иллюстрируются соответствующими картами.

К разделу 2 рекомендуется следующий табличный и графический материал.

Таблица П.2.1. Глубины, отметки и толщины продуктивных пластов (горизонтов) по скважинам.

Приводятся глубины, абсолютные отметки кровли и подошвы пласта (горизонтов), толщины, характер насыщенности всех прослоев, глубины и отметки ВНК, ГНК, ГВК.

При наличии большого объема информации (на стадии составления проектов разработки и доработки) приводятся лишь выборочные данные по скважинам, обосновывающие начальное и текущее положения ВНК, ГНК.

Таблица П.2.2. Характеристика толщин продуктивных пластов (эксплуатационных объектов). Для крупных газонефтяных залежей с широкими водонефтяными и подгазовыми зонами характеристика толщин (как и коллекторских свойств пластов) приводится по зонам.

Таблица П.2.3. Статистические показатели характеристик неоднородности пластов (горизонтов).

При наличии соответствующих данных проводятся отдельно для нефтяной и газовой частей газонефтяной залежи, а при необходимости по зонам.

Прерывистость пластов и неоднородность характеризуются всеми показателями, которые прямо или косвенно учитываются в гидродинамических расчетах, определяются по принятым в районе методикам.

Перечень рекомендуемых графических приложений включает:

- литолого-стратиграфический разрез месторождения;
- структурные карты по кровле и подошве каждого продуктивного пласта;
- карты общей, эффективной насыщенной, эффективной газонасыщенной толщин с контурами нефте- и газоносности, границами зон замещения или выклинивания коллекторов;
- геологические разрезы (продольные и поперечные).

При необходимости приводятся корреляционные схемы, строятся карты толщин непроницаемых разделов (перемычек), карты коэффициентов песчанистости, расчлененности, блок-диаграммы и др.

## **2.2. Физико-гидродинамическая характеристика продуктивных коллекторов, вмещающих пород и покрышек.**

Включает характеристику коллекторских свойств пород -коллекторов по данным анализа образцов керна, материалам ГИС и данным гидродинамического исследования пластов и скважин. При этом определяется открытая пористость, проницаемость пород по воздуху и воде (пластовой и предлагаемой для заводнения), коэффициенты нефтенасыщенности, газонасыщенности, содержание связанной воды, остаточная нефтенасыщенность пород в газовых частях залежей. По данным лабораторных исследований образцов керна из продуктивных пластов определяется вещественный состав, глинистость и карбонатность пород, их гранулометрический состав, степень отсортированности зерен, коэффициенты сжимаемости.

Дается характеристика коллекторских свойств вмещающих пород и покрышек (общая пористость, проницаемость, давление прорыва пород-перемычек, напряжение трещинообразования - модуль Юнга, коэффициент Пуассона).

Проводится анализ коллекторских свойств, определенных различными методами, количество определений и надежность полненных данных, средние величины показателей коллекторских свойств и принятые значения для проектирования.

Оценивается неоднородность коллекторских свойств - их изменчивость по разрезу и площади залежи. При необходимости строятся в изолиниях карты - открытой пористости, проницаемости, нефтенасыщенности, статистические ряды их распределения. Определяются коэффициенты коллекторских свойств пород отдельно по нефтяной и газовой частям залежей.

Характеризуется гидропроводность и пьезопроводность пород, определяется подвижность нефти в пластовых условиях.

Гидродинамические данные используются для определения статистических показателей только по проницаемости.

Для низкопроницаемых коллекторов (менее  $0,050 \text{ мкм}^2$ ) приводятся объемная и активная глинистость, характеристика порового пространства коллекторов по данным фотографирования шлифов с помощью электронного микроскопа, а также, где возможно применение методов интенсификации включая гидроразрыв, углы и азимуты залегания пород, напряжения трещинообразования в них и во вмещающих породах.

Для низкопроницаемых коллекторов (коллекторов с активным глинистым цементом) приводятся зависимости проницаемости и пористости от минерализации фильтрующейся воды.

Приводятся смачиваемость коллекторов, физико-гидродинамические характеристики вытеснения нефти рабочим агентом (вода, газ, растворы химических продуктов, уголекислота, пар и др.) - диапазон изменения и средние значения величин начальной и остаточной нефтенасыщенности и соответствующих им конечных значений фазовых проницаемостей для нефти и воды, зависимости начальной и остаточной

нефтенасыщенности от проницаемости.

Для средних, крупных и уникальных по запасам месторождений приводятся зависимости фазовых проницаемостей для нефти, рабочих агентов и капиллярного давления от насыщенности водой, построенные по результатам лабораторных исследований вытеснения нефти рабочими агентами для представительных образцов пород (по характерным участкам, зонам, слоям пласта).

Для сложных нефтегазоконденсатных месторождений, при разработке которых возникают трехфазные фильтрационные течения, а также при разработке нефтяных месторождений с применением водогазовой репрессии рекомендуется лабораторными методами определить относительные фазовые проницаемости для трехфазных систем (нефть-газ-вода) или воспользоваться имеющимися в технической литературе методами их расчета на основе фазовых проницаемостей двухфазных систем (нефть-вода и нефть-газ) [71, 72].

Характеризуется активность продвижения законтурных вод. Определяются начальные пластовые давления по каждой залежи. Табличные приложения к разделу 2.2:

Таблица П.2.4. Характеристика коллекторских свойств и нефтегазонасыщенности. Заполняется отдельно для нефтенасыщенной и газонасыщенной частей залежи, при отсутствии исходных данных в графах писать "Нет исходных данных".

При определении средних значений и коэффициентов вариации параметров по лабораторным исследованиям керна используются совокупности их значений, равных или превышающих установленные (принятые) величины их нижних пределов.

Таблица П.2.5. Статистические ряды распределения проницаемости.

При возможности приводятся данные отдельно для нефтенасыщенной и газонасыщенной частей залежи.

Таблица П.2.6. Характеристики вытеснения нефти рабочим агентом (водой, газом) по зонам продуктивных пластов.

При наличии исходной информации сведения приводятся отдельно по нефтяной, водонефтяной, газонефтяной, газоводонефтяной зонам залежи.

При применении новых методов повышения нефтеотдачи в графах 6,7,8 приводятся данные для каждого из используемых рабочих агентов.

Таблица П.2.7. Характеристики вытеснения газа водой (нефтью) по зонам продуктивных пластов.

Указанные выше зависимости (начальной и остаточной нефтенасыщенности от проницаемости и др.), если возможности их определения имеются, представляются в виде графиков (см. рис. 2.3-2.8).

При наличии закономерностей в характере изменения параметров по площади строятся карты проницаемости, пористости, нефтенасыщенности и др.

### **2.3. Свойства и состав нефти, газа, конденсата и воды**

В разделе 2.3 приводятся краткие сведения об условиях отбора и количестве глубинных и поверхностных проб нефти, газа и воды, отобранных из скважин на разных участках залежи и использованных для определения свойств и состава пластовых флюидов. Характеризуется представительность этих проб.

Приводятся данные анализа и расчета изменения свойств нефти (плотности, давления насыщения, газосодержания, объемного коэффициента, вязкости в пластовых условиях и при 20<sup>0</sup>С) по площади и разрезу залежи. В газонефтяных и нефтегазовых залежах особое внимание уделяется переходной зоне ниже ГНК, в нефтяных залежах - в зоне ВНК. Приводятся свойства нефти, газа, конденсата, воды (табл.П.2.8).

Все данные по свойствам пластовых жидкостей и газов приводятся по РД-39-0147035-225-88 (инструкция ВНИИнефти) в соответствии с ОСТ 39-112-80 "Нефть. Типовое исследование пластовой нефти. Объем исследований. Форма представления результатов".

Исследования выполняются аккредитованными лабораториями по данной специализации с выдачей экспертного заключения о свойствах и составе нефти, газа, конденсата и воды с представлением соответствующих таблиц и графиков. Дается стандартная классификация сырой нефти.

По результатам определяются параметры, необходимые для проектирования разработки месторождений, проектирования систем «пора, разделения и промышленной подготовки нефти, газа и конденсата, их внешней транспорта. Для месторождений, на которых проектируется газлифтная эксплуатация скважин, дополнительно приводятся составы и свойства газа, рекомендуемого для газлифта.

В табличной форме представляются данные о компонентном составе растворенного газа и пластовой нефти (табл.П.2.9), конденсата (табл.П.2.10), физико-химических свойствах и фракционном составе разгазированной нефти (табл.П.2.11), содержании ионов и примесей в пластовой и предлагаемой для заводнения воде (табл.П.2.12).

Для залежей, по которым рассмотрены варианты разработки на режимах истощения, приводятся зависимости газосодержания, объемного коэффициента и вязкости и пластовой нефти и нефтяного газа от давления при 20 °С температуре и при 20 °С (рис. 2.1).

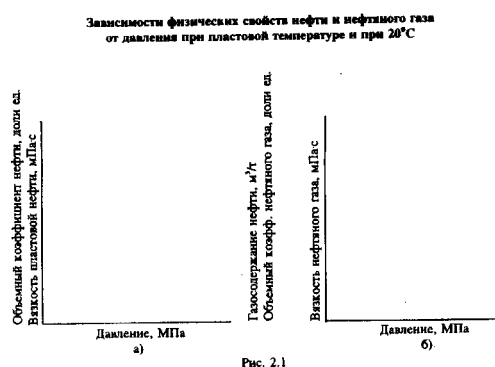


Рис. 2.1

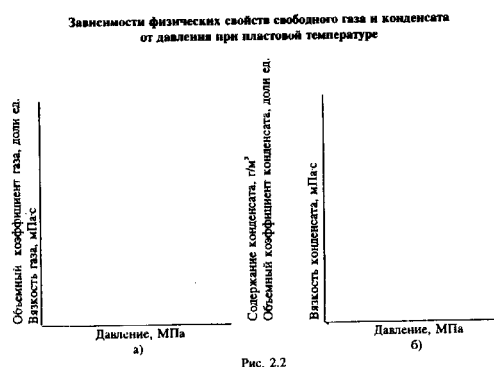


Рис. 2.2

Для газонефтяных, нефтегазовых залежей и газовых залежей с нефтяной оторочкой, содержащих запасы газа и конденсата промышленного значения, дополнительно приводятся состав и свойства свободного газа, устанавливаются зависимости содержания конденсата, объемного коэффициента и вязкости газа и конденсата от давления при пластовой температуре (рис. 2.2).

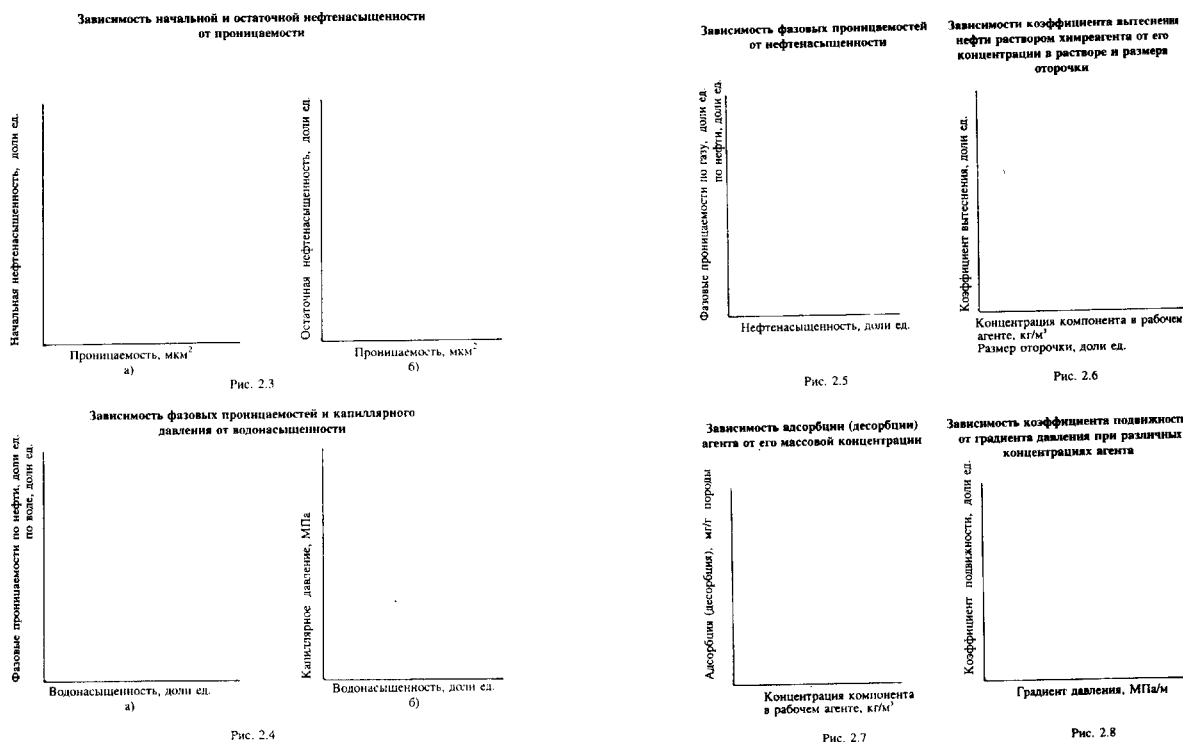
Приводятся данные о начальной нефтенасыщенности, ее распределении и подвижности в газовых шапках, анализа газосодержания, объемного коэффициента, плотности и вязкости пластовой воды в начальных пластовых условиях, ее общей минерализации, жесткости, ионного состава, определяется возможность выпадения солей из пластовой воды при изменении пластовых условий. Для месторождений парафинистых нефтей определяется возможность выпадения

твердой фазы из нефти при изменении пластовых условий и при применении новых технологий разработки и эксплуатации нефтяных месторождений [65]. Приводятся данные о содержании в пластовых водах йода, бора, брома и других полезных компонентов, дается оценка возможности их промышленного извлечения, указываются необходимые дополнительные специальные геолого-разведочные работы по изучению подземных вод.

Приводятся рекомендации по использованию подземных вод для народного хозяйства в качестве источника тепловой энергии для целей обогрева зданий, теплиц и т.п.

При применении тепловых методов повышения нефтеотдачи приводятся зависимости вязкости пластовых жидкостей от давления и температуры, а при закачке пара растворимость его в пластовых жидкостях. При применении пара и горячей воды обосновываются источники пресных вод и методы утилизации попутных вод.

Для тепловых методов приводятся теплофизические свойства пород и пластовых жидкостей (таб.П.2.13).



Приводится сравнение ранее принятых и уточненных в процессе разработки свойств пластовых флюидов, обосновываются величины, принятые при проектировании.

Исследования нефтей должны проводиться в аккредитованных аналитических лабораториях.

#### 2.4. Запасы нефти, газа и конденсата.

В разделе 2.4 приводятся утвержденные ГКЗ РФ (или ЦКЗ-нефть Роскомнедра) подсчетные параметры, балансовые и извлекаемые запасы нефти, растворенного газа, свободного газа и конденсата, распределение их по зонам и категориям. При промышленном содержании в нефти, растворенном, свободном газе и конденсате, пластовой воде ценных неуглеводородных компонентов дополнительно приводятся их запасы с тем, чтобы в последующих разделах была дана экономическая оценка эффективности их использования.

В таблицах П.2.14 и П.2.15 приводятся подсчетные параметры, извлекаемые запасы нефти, свободного и растворенного газа. Начальные запасы приводятся по последнему подсчету, а остаточные балансовые и извлекаемые запасы нефти, газа, конденсата и компонентов - на дату составления проектного документа.

Таблица П.2.15 заполняется для газонефтяных и нефтегазовых залежей с указанием промышленной ценности запасов свободного газа и конденсата.

В этом разделе указываются также запасы нефти, газа и конденсата, находящиеся в пределах заповедных территорий, водохранилищ, городов и крупных населенных пунктов.

В газонефтяных и нефтегазовых залежах, где выделяются бесконтактные зоны, обусловленные наличием непроницаемых перемычек между нефтяной и газовой, а также между нефтяной и водоносной частями залежей, для проектирования разработки производится оценка балансовых запасов нефти в этих зонах. Эти запасы представляются в виде таблицы, где, наряду с абсолютными величинами балансовых запасов нефти, приводятся также относительные доли запасов нефти от общих запасов каждой залежи.

В газонефтяных (нефтегазовых) залежах, где часть нефти в процессе разработки

переместилась в газовую шапку, подсчитываются балансовые и извлекаемые запасы внедрившейся нефти. Это важно, так как нефтенасыщенность и коэффициент извлечения нефти в зоне внедрения ее в первоначально газонасыщенную часть залежи могут отличаться от их величин, рассчитанных для нефтяной части залежи.