

ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ НЕФТЕГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Практикум

УДК 622.323(07)
ББК 33.361я73
О753

Рецензенты:

Арбузов В. Н., канд. физ.-мат. наук, доцент отделения нефтегазового дела инженерной школы природных ресурсов НИ ТПУ;

Воронков А. А., начальник управления по разработке месторождений ОАО «Томскгазпром».

О753 Основы разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений:
практикум / сост.: Е. В. Безверхая, Е. Л. Морозова, Т. Н. Виниченко,
М. Т. Нухаев. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2019. – 104 с.

Практикум полностью соответствует рабочим программам по дисциплине «Основы разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений» для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология», направления 21.05.02.03 «Геология нефти и газа».

УДК 622.323(07)
ББК 33.361я73

Электронный вариант издания
см.: <http://catalog.sfu-kras.ru>

© Сибирский федеральный
университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

Практическая работа 1. Категории запасов перспективных и прогнозных ресурсов нефти и газа	3
Практическая работа 2. Разработка нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений	18
Практическая работа 3. Источники пластовой энергии и режимы работы нефтяных и газовых залежей.....	38
Практическая работа 4. Физико-химические свойства пластовых вод.....	56
Практическая работа 5. Поддержание пластового давления при системах разработки с заводнением.....	63
Практическая работа 6. Определение количества воды для поддержания пластового давления, приемистости скважины	92
Библиографический список.....	102

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: «Категории запасов перспективных и прогнозных ресурсов нефти и газа»

Краткие теоретические сведения

Понятие о запасах и ресурсах

Весь последовательный ход изучения нефтегазоносных объектов направлен в первую очередь на их локализацию и выявление залежей нефти и газа в горизонтах и пластах в подготовленных к поисковому бурению ловушках. До того момента, пока первая скважина не вскрыла пласт или горизонт, можно лишь предполагать возможность обнаружения в нем залежи на основе аналогии с соседними залежами той же структурно-фациальной зоны.

Когда скважины прошли этот пласт или горизонт, наличие в нем залежи устанавливается опробованием или с помощью комплекса промыслово-геофизических и других исследований. Факт установления продуктивности горизонтов и пластов, т. е. факт выявления залежей, служит границей, разделяющей запасы и ресурсы.

Масса нефти и конденсата и объем газа на дату подсчета в выявленных, разведанных и разрабатываемых залежах, приведенные к стандартным условиям, называются запасами.

На подсчитанную величину запасов влияют объем и качество информации, полученной при поисковых и разведочных работах и разработке, а также применяемые методы подсчета.

Подсчитываемые запасы одной и той же залежи по мере накопления фактических данных на разных стадиях геологоразведочных работ или с учетом данных эксплуатационного разбуривания и разработки могут претерпевать существенные изменения. Естественно, чем выше степень изученности, чем больше фактических данных и выше их качество, тем достовернее подсчитанные запасы. Если объем и качество информации получаемой по выявленным залежам в процессе поисков, разведки и разработки, увязать с определенными стадиями изученности залежей, то станет понятной сущность деления запасов на категории.

Наряду с выявленными залежами в нефтегазоносных горизонтах и пластах, а также в литолого-стратиграфических комплексах объектов, не изученных поисковым бурением, могут содержаться скопления УВ, наличие которых предполагается на основании геолого-геофизических исследований и сложившихся представлений о геологическом строении. Это предполагаемые залежи в продуктивных, но не вскрытых бурением пластах на установленных месторождениях или на подготовленных к бурению площадях, а также в литолого-стратиграфических комплексах

с доказанной и предполагаемой нефтегазоносностью в пределах крупных геоструктурных элементов (1 порядка).

Масса нефти и конденсата и объем газа на дату оценки, приведенные к стандартным условиям, в указанных выше объектах называются ресурсами.

Оцененные ресурсы отличаются от запасов, а также друг от друга не только различной степенью изученности, но и разной степенью обоснованности. Например, обоснованность запасов в продуктивных пластах, пройденных бурением и характеризующихся благоприятной в отношении нефтегазоносности геолого-геофизической характеристикой, значительно выше обоснованности ресурсов в продуктивных пластах, еще не вскрытых бурением.

В Классификации запасов и ресурсов 1983 г. впервые законодательно введено понятие «ресурсы». Ресурсы по степени обоснованности разделены на категории, образующие с категориями запасов единый ряд А-Д. Четкое ограничение ресурсов от запасов является свидетельством более низкой степени изученности и обоснованности, а в конечном счете и достоверности ресурсов.

Запасы нефти, газа, конденсата и содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение, по степени изученности подразделяются на разведанные (промышленные) категории А, В, С₁ и предварительно оцененные – категория С₂.

Ресурсы этих же полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов по степени их изученности и обоснованности подразделяются на перспективные – категория С₃ и прогнозные – категории Д₁ и Д₂.

Запасы полезных компонентов, содержащихся в нефти и газе в промышленных количествах, а также их перспективные и прогнозные ресурсы соответственно подсчитываются или оцениваются по тем же категориям и в тех же границах, что и содержащие их полезные ископаемые.

Условия отнесения запасов и ресурсов к различным категориям

В соответствии с Классификацией запасов и Инструкцией по ее применению условиям отнесения запасов и ресурсов к той или иной категории являются:

- 1) разная степень разбуренности залежи (или ее части);
- 2) связанная со стадийностью работ характеристика данных, по которым устанавливается нефтегазоносность перспективных объектов подсчета и оценки прогнозных ресурсов;
- 3) обусловленные каждой категорией запасов и перспективных ресурсов требования к изученности основных параметров, характеризующих тип, форму, условия залегания и размеры залежи нефти и газа; тип, строение, свойства и характер насыщения пород-коллекторов,

вмещающих УВ; состав и свойства плохопроницаемых пород – покрышек; состав и свойства нефти, газа, конденсата и содержащихся в них полезных компонентов; основные показатели и параметры, от которых зависят условия разработки залежей; гидрогеологические и геокриологические условия проводки скважин.

Категории запасов и ресурсов

Категория А – запасы залежи (ее части), изученной с детальностью, обеспечивающей полное определение типа, формы и размеров залежи, эффективной нефте- и газонасыщенной толщины, типа коллектора, характера изменения коллекторских свойств; нефте- и газонасыщенности продуктивных пластов, состава и свойств нефти, газа и конденсата, а также основных особенностей залежи, от которых зависят условия ее разработки (режим работы, продуктивность скважин, пластовые давления, дебиты нефти, газа и конденсата, гидропроводность и пьезопроводность и др.).

Запасы категории А подсчитываются по залежи (ее части) разбуренной в соответствии с утвержденным проектом разработки месторождения нефти или газа.

Категория В – запасы залежи (ее части), нефтегазоносность которой установлена на основании полученных промышленных притоков нефти или газа в скважинах на различных гипсометрических отметках. Тип, форма и размеры залежи, эффективная нефте- и газонасыщенная толщина, тип коллектора, характер изменения коллекторских свойств, нефте- и газонасыщенность продуктивных пластов, состав и свойства нефти, газа и конденсата в пластовых и стандартных условиях и другие параметры, а также основные особенности залежи, определяющие условия ее разработки, изучены в степени, достаточной для составления проекта разработки залежи.

Запасы категории В подсчитываются по залежи (ее части) разбуренной в соответствии с утвержденной технологической схемой разработки месторождения нефти или проектом опытно-промышленной разработки месторождения газа.

Категория С₁ – запасы залежи (ее части), нефтегазоносность которой установлена на основании полученных в скважинах промышленных притоков нефти или газа (часть скважин опробована испытателем пластов) и положительных результатов геологических и геофизических исследований в неопробованных скважинах.

Тип, форма и размеры залежи, условия залегания вмещающих нефть и газ пластов-коллекторов установлены по результатам бурения разведочных и эксплуатационных скважин и проверенными для данного района методами геологических и геофизических исследований. Литологический состав, тип коллектора, коллекторские свойства, нефте- и газонасыщенность, коэффициент, вытеснения нефти, эффективная нефте- и газонасыщенная толщина продуктивных пластов изучены

по керну и материалам геофизических исследований скважин. Состав и свойства нефти, газа и конденсата в пластовых и стандартных условиях изучены по данным опробования скважин. По газонефтяным залежам установлена промышленная ценность нефтяной оторочки. Продуктивность скважин, гидропроводность и пьезопроводность пласта, пластовые давления, температура, дебиты нефти, газа и конденсата изучены по результатам испытания и исследования скважин. Гидрогеологические и геокриологические условия установлены по результатам бурения скважин и по аналогии с соседними разведанными месторождениями.

Запасы категории C_1 подсчитываются по результатам геолого-разведочных работ и эксплуатационного бурения и должны быть изучены в степени, обеспечивающей получение исходных данных для составления технологической схемы разработки месторождения нефти или проекта опытно-промышленной разработки месторождения газа.

Категория C_2 – запасы залежи (ее части), наличие которых обосновано данными геологических и геофизических исследований:

- неразведанных частях залежи, примыкающих к участкам с запасами более высоких категорий;
- в промежуточных и вышезалегающих неопробованных пластах разведанных месторождений.

Форма и размеры залежи, условия залегания, толщина и коллекторские свойства пластов, состав и свойства нефти, газа и конденсата определены в общих чертах по результатам геологических и геофизических исследований с учетом данных по более изученной части залежи или по аналогии с разведанными месторождениями.

Запасы категории C_2 используются для определения перспектив месторождения, планирования геологоразведочных работ или геолого-промысловых исследований при переводе скважин на вышележащие пласты частично для проектирования разработки залежей.

Категория C_3 – перспективные ресурсы нефти и газа подготовленных для глубокого бурения площадей, находящихся в пределах нефтегазоносного района и оконтуренных проверенными данным района методами геологических и геофизических исследований, а также не вскрытых бурением пластов разведанных месторождений, если продуктивность их установлена на других месторождениях района.

Форма, размер и условия залегания залежи определены в общих чертах по результатам геологических и геофизических исследований, а толщина и коллекторские свойства пластов, состав и свойства нефтей или газа принимаются по аналогии с разведанными месторождениями.

Перспективные ресурсы нефти и газа используются при планировании поисковых и разведочных работ и прироста запасов категории C_1 и C_2 .

Категория D_1 – прогнозные ресурсы нефти и газа литолого-стратиграфических комплексов, оцениваемые в пределах крупных региональных структур с доказанной промышленной нефтегазоносностью.

Количественная оценка прогнозных ресурсов нефти и газа категории Д₁ производится по результатам региональных геологических и геохимических исследований и по аналогии с разведанными месторождениями в пределах оцениваемого региона.

Категория Д₂ – прогнозныe ресурсы нефти и газа литолого-стратиграфических комплексов, оцениваемые в пределах крупных региональных структур, промышленная нефтегазоносность которых еще не доказана. Перспективы нефтегазоносности этих комплексов прогнозируются на основе данных геологических, геофизических и геохимических исследований. Количественная оценка прогнозных ресурсов этой категории производится по предположительным параметрам на основе общих геологических представлений и по аналогии с другими, более изученными регионами, где имеются разведанные месторождения нефти и газа.

Назначение запасов и ресурсов нефти и газа

Так, данные о запасах месторождений и перспективных ресурсов нефти и газа, числящихся на государственном балансе, используются при разработке схем развития отраслей экономики и при планировании геологоразведочных работ. Между тем назначение каждой категории запасов преследует более конкретные цели.

Данные о запасах вновь разведанных залежей, подготовленных для промышленного освоения, используются при проектировании предприятий по добыче, транспортировке и комплексной переработке нефти и газа.

По предварительно оцененным запасам категории С₂ определяются перспективы месторождения, планируются геологоразведочные работы.

Перспективные ресурсы используются при планировании поисковых и разведочных работ и прироста запасов категорий С₁ и С₂.

Прогнозные ресурсы категории Д₁ используются для обоснования наиболее эффективных направлений, планирования геологоразведочных работ и прироста запасов на перспективу, обоснования долгосрочных схем развития добычи нефти и газа.

Прогнозные ресурсы категории Д₂ как менее обоснованные и базирующиеся на общих геологических представлениях и аналогии с более изученными территориями используются при планировании региональных геологоразведочных работ и выборе направлений ранних этапов поисков.

Группы запасов нефти и газа и основные принципы их подсчета и учета

По народнохозяйственному значению запасы нефти, газа, конденсата и содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение, подразделяются на две группы, подлежащие самостоятельному подсчету и учету:

Геологические – запасы месторождений (залежей), находящиеся в недрах. *В геологических запасах нефти, растворенного газа, конденсата и содержащихся в них компонентов, имеющих промышленное значение, подсчитываются и учитываются извлекаемые запасы.*

Извлекаемые запасы – часть балансовых запасов, которая может быть извлечена из недр при рациональном использовании современных технических средств и технологии добычи с учетом допустимого уровня затрат (замыкающих) и соблюдения требований по охране недр и окружающей среды.

Коэффициенты извлечения нефти и конденсата определяются на основании повариантных технологических и технико-экономических расчетов и утверждаются ГКЗ РФ с учетом заключений по ним Министерства нефтяной промышленности, Министерства газовой промышленности и Министерства геологии РФ.

Запасы месторождений нефти и газа, расположенные в пределах охранных зон крупных водоемов и водотоков, населенных пунктов, заповедников, памятников природы, истории и культуры, относятся к балансовым или забалансовым на основании технико-экономических расчетов, в которых учитываются затраты на перенос объектов или затраты, связанные с применением специальных способов разработки месторождений. Если фактическая ценность ожидаемой продукции нефтегазодобывающих предприятий выше всех суммарных затрат, необходимых для освоения месторождения, то практически все разведанные (A , B и C_1) и предварительно оцененные (C_2) запасы должны быть отнесены к группе балансовых.

Таким образом, классификация запасов и ресурсов предусматривает жесткие требования при отнесении запасов к балансовым или забалансовым.

Классификация запасов предусматривает учет забалансовых запасов всех категорий.

На месторождениях, введенных в разработку, классификация запасов обязывает производить перевод запасов категорий C_1 и C_2 в более высокие категории по данным бурения и исследования добывающих скважин, а в необходимых случаях – по данным доразведки. *В тех случаях, когда в результате доразведки, проведенной на разрабатываемом месторождении, балансовые и извлекаемые запасы категорий $A+B+C_1$ изменяются по сравнению с ранее утвержденными ГКЗ РФ более чем на 20%, необходимо проводить пересчет запасов.*

Пересчет запасов производится и в тех случаях, когда в процессе разработки или доразведки залежей намечается списание балансовых и извлекаемых запасов категорий $A+B+C_1$, не подтвердившихся или не подлежащих отработке по технико-экономическим причинам, превышающее нормативы, установленные действующим положением о порядке списания запасов полезных ископаемых с баланса предприятий по добыче нефти и газа.

При пересчете запасов на разрабатываемых месторождениях необходимо сопоставить данные разведки и разработки по запасам, условиям залегания, эффективной газонефтенасыщенной толщине, площади залежи, коллекторским свойствам пород и их нефтегазонасыщенности, коэффициентах извлечения. При анализе баланса движения запасов следует установить конкретные причины изменений запасов и их категоричности. По месторождениям, на которых выявилось изменение запасов, утвержденных ГКЗ РФ, сопоставление данных разведки и разработки, а также анализ причин их расхождений, должны производиться совместно организациями, разведывавшими и разрабатывающими месторождение.

Построение структурной карты и профиля структуры залежи. Подсчет запасов объемным методом

Структурная карта – это изображение в горизонтальной плоскости (на плане) линий пересечения изучаемой поверхности напластования (обычно кровли продуктивного горизонта) с горизонтальными плоскостями в масштабе. Эти линии называются стратоизогипсами. В географии при изображении рельефа аналогом структурной карты является топографическая карта.

Исходными данными для выполнения работы являются:

1. Варианты расположения скважин на исследуемом участке месторождения. Работа выполняется в двух вариантах – сначала «а», а затем – «б». В варианте «а» исходят из предположения, что пробурено только 5 разведочных скважин (в таблице даны 5 цифр), в варианте «б» разработка этого же геологического участка ведется всеми 12 скважинами. Для каждого из вариантов необходимо построить структурную карту, профиль и посчитать количество извлекаемых запасов объемным методом.

2. Данные, приведенные в табл. 1.

Поэтому, вариант задания для этой работы будет состоять из двух цифр. Первая – номер варианта расположения скважин «а» и «б», вторая – номер варианта для данных из табл. 1. Номера вариантов назначает преподаватель.