

КОНЦЕПЦИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА МНОГОПЛАСТОВЫХ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ И ЕЕ АПРОБАЦИЯ В УСЛОВИЯХ ЮЖНО-РУССКОГО И БЕРЕГОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Саранча А.В., Саранча И.С., Митрофанов Д.А., Овезова С.М.

ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень, Российская Федерация, (625000, Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: sarantcha@mail.ru

Накопленный опыт разработки многопластовых нефтяных и газовых месторождений иногда свидетельствует об ошибочности решений в области выделения эксплуатационных объектов, применяемых на начальных этапах разработки, когда объем исходной информации, необходимой для проектирования, весьма ограничен. Высокая степень изученности характерна для разбуренных месторождений, когда решения относительно выделения эксплуатационных объектов уже сформированы и возможна лишь их корректировка. На начальных же этапах зачастую применялась и применяется практика объединения значительного числа пластов в единый эксплуатационный объект, что приводило к недостаточно полной выработке отдельных продуктивных интервалов, снижая эффективность извлечения углеводородного сырья из недр Земли. В статье представлена схема выделения эксплуатационных объектов на многопластовом Южно-Русском и Береговом нефтегазоконденсатном месторождении, которая заключается в поэтапном анализе по каждому из представленных в статье критериев на предмет возможности объединения пластов в единые объекты разработки. Решения по выделению эксплуатационных объектов по предложенному алгоритму апробированы и вошли в работы по технико-экономическому обоснованию коэффициентов извлечения нефти на указанных месторождениях. Предлагаемые решения позволяют не только достичь высоких показателей извлечения углеводородного сырья, но и избежать снижения экономической эффективности на поздних этапах разработки месторождения, вызванного необходимостью бурения дополнительного фонда скважин при разобщении ошибочно объединенных на начальной стадии пластов.

Ключевые слова: выделение эксплуатационных объектов, многопластовые нефтегазоконденсатные месторождения, Южно-Русское месторождение, Береговое месторождение.

THE CONCEPT OF ALLOCATION OF OPERATIONAL OBJECTS ON THE MULTILAYER GAS CONDENSATE FIELDS AND HER APPROBATION IN TERMS OF THE SOUTH RUSSIAN AND COASTAL DEPOSITS

Sarancha A.V., Sarancha I.S., Mitrofanov D.A., Ovezova S.M.

Federal state budget higher professional educational institution "Tyumen State Oil and Gas University", Tyumen, Russian Federation (625000, Tyumen, Volodarskogo street. 38), e-mail: sarantcha@mail.ru

The experience gained in the development of multilayer oil and gas fields, sometimes indicative of erroneous decisions in the selection of operational facilities, which are used in the initial stages of development, when the amount of the initial information necessary for planning is very limited. High degree of knowledge characteristic of developed fields, when decisions regarding the allocation of production facilities has already been formed and is only possible adjustments. At the initial stages, often applied and applied practice of combining a large number of layers, in a single production facility, leading to insufficient production of individual productive intervals, reducing the efficiency of extraction of hydrocarbons from the Earth. The article presents the allocation of operational objects stacked on the Yuzhno-Russkoye and Beregovoe oil and gas condensate field, which is step-by-step analysis of each of the given criteria concerning the possibility of merging layers in a common interest development. Decisions on allocation of production facilities on the proposed algorithm is tested and included in the feasibility study of oil recovery on the specified fields. The proposed solution allows not only to achieve high rates of extraction of hydrocarbon raw materials, but also to avoid the reduction of economic efficiency in the late stages of field development, caused by the necessity of drilling additional wells in dividing mistakenly merged at the initial stage of formation.

Keywords: allocation of operating facilities, the multilayer oil and gas fields, Yuzhno-Russkoye field, Beregovoe field.

Разработка многопластовых месторождений, содержащих различные виды углеводородных флюидов (нефть, газ, газоконденсат и вода), является сложной оптимизационной задачей, от грамотного решения которой зависит, насколько эффективно и рационально будут эксплуатироваться недра. Определяющую роль при решении данного вопроса играет степень изученности месторождения, а именно наличие достоверной информации относительно конфигурации залежей, геолого-физических характеристик продуктивных пластов, их природных режимов, физико-химических свойств и компонентного состава углеводородного сырья.

Высокая степень изученности позволяет максимально снизить риск ошибки при выборе эксплуатационных объектов, сформировав наиболее рациональную схему их выделения. В то же время очевидно, что высокая степень изученности характерна для разбуренных месторождений, здесь решения относительно выделения эксплуатационных объектов уже сформированы и возможна лишь их корректировка.

Таким образом, наиболее актуален вопрос выделения объектов эксплуатации именно на начальном этапе разработки. Как правило, объем исходной информации для проектирования на данной стадии весьма ограничен. В этой связи выбор оптимального количества объектов является задачей неоднозначной. По мере появления новой информации их число может как значительно возрасти, так и существенно уменьшиться. Подобные изменения могут существенным образом отразиться как на технологической, так и на экономической эффективности проекта. В этой связи целесообразно обратиться к практике разработки многопластовых месторождений Западной Сибири. Накопленный опыт свидетельствует, что объединение значительного числа пластов в единый эксплуатационный объект приводит к недостаточно полной выработке отдельных продуктивных интервалов. В качестве примера можно привести Самотлорское, Усть-Балыкское и другие месторождения [1,2]. Изначально объединенные многопластовые горизонты впоследствии были разукрупнены. Причиной этого явилось в первую очередь несоответствие применяемой технологии разработки геолого-физическим характеристикам отдельных пластов. Причем в ряде случаев ошибочное объединение в единые объекты разработки разнопродуктивных пластов нанесло необратимый ущерб недрам. И даже бурение значительного числа дополнительных скважин не в полной мере способствовало исправлению сложившейся неблагоприятной ситуации с выработкой запасов. Поэтому на начальных этапах разработки месторождения более критичный подход при объединении пластов в единые эксплуатационные объекты, по нашему мнению, является наиболее оправданным, в первую очередь с позиции достижения высоких коэффициентов извлечения.

Проблема выделения эксплуатационных объектов тесно связана с зарождением и развитием нефтяной промышленности, в разное время ею занимались многие отечественные и зарубежные исследователи: Акульшин А.И., Бадьянов Ю.Е., Ефремов Е.П., Быков Н.Е., Бойко В.С., Дияшев Р.Н., Еремин Н.А., Каналин В.Г., Лысенко В.Д., Максимов М.И., Маскет М., Мищенко И.Т., Муравьев И.М., Нестеров И.И., Салманов Ф.К., Шпильман К.А., Пермяков И.Г. и др.

Опираясь на работы перечисленных исследователей, а также на собственный опыт авторов статьи, был сформирован алгоритм выделения эксплуатационных объектов для многопластовых нефтегазоконденсатных месторождений Ямало-Ненецкого автономного округа, который имеет следующую последовательность.

1. На первом этапе в самостоятельные объекты разработки относят пласты, принадлежащие к одной группе пластов (ПК, БТ, АТ или Ю); данное ограничение в первую очередь связано с технологическими возможностями успешной эксплуатации скважин.

2. Вторым этапом является рассмотрение залежей углеводородов на предмет их залегания друг под другом, т.е. совмещение залежей в плане.

3. Далее все залежи дифференцируются по типу насыщения, выделены три основные группы: газовые (включая газоконденсатные) нефтяные и нефтегазовые. Объединение в объекты эксплуатации рассматривалось только в пределах групп, при этом при наличии существенных запасов газа в чисто газовых залежах таковые выделяются в самостоятельные объекты разработки (например, залежи Сенманского или Туронского яруса).

4. На четвертом этапе предварительно объединенные залежи, совпадающие в плане, рассматриваются на предмет залегания друг под другом одинаковых зон насыщения, т.е. чистонефтяные зоны (ЧНЗ) могут разрабатываться единым фильтром только с чистонефтяными зонами. Известно, что одновременная эксплуатация различных зон насыщения залежей может негативно отразиться на показателях разработки и степени выработки запасов нефти и газа ввиду существенных отличий процессов и характеристик вытеснения. Поэтому на данном этапе рассматривается возможность одновременной эксплуатации предварительно выделенных в один объект залежей, не совпадающих в плане по условиям залегания зон насыщения. Например, не рекомендуется одновременная эксплуатация чистонефтяной и водонефтяной зон (ВНЗ), так как образование конуса воды и преждевременное обводнение в водонефтяных зонах при одновременной эксплуатации неизбежно отрицательно повлияет на нефтеотдачу залежи с чистонефтяной зоной (рис. 1).

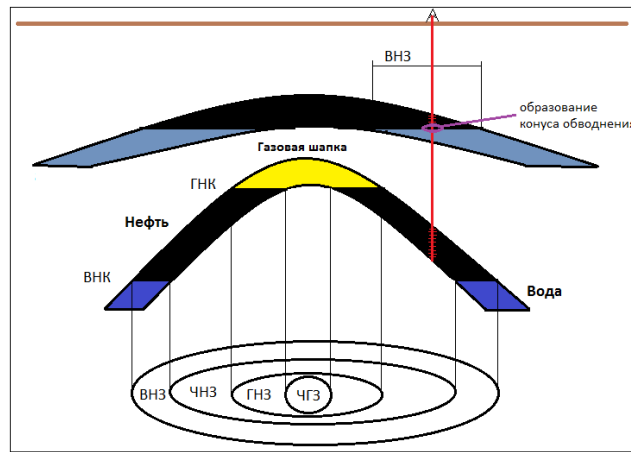


Рис. 1. Схема залегающей нефтяной залежи над газонефтяной: ВНК – водонефтяной контакт; ГНК – газонефтяной контакт; ЧГЗ – чисто газовая зона; ГНЗ – газонефтяная зона

5. На пятом этапе подробно рассматриваются показатели расчлененности залежей и их эффективные толщины. Высокие показатели расчлененности позволяют эксплуатировать залежи массивного типа, запасы которых отнесены к контактными, совместно с чистонефтяными и чистогазовыми залежами. Естественные глинистые барьеры препятствуют образованию конусов воды и нефти, что благоприятно отражается на выработке запасов нефти и газа, позволяя достигать приемлемые значения коэффициентов извлечения. Таким образом, выделенные на четвертом этапе чистонефтяные или чистогазовые залежи и пласты с **контактами запасами** в отдельные объекты на данном этапе в принципе могут быть объединены в единые эксплуатационные объекты при условии высоких показателей расчлененности. Также важным критерием, рассматриваемым на данном этапе, являются эффективные толщины, которые должны быть близкими по значениям для предотвращения разноскоростной выработки, что особенно важно при эксплуатации контактных запасов.

6. Одним из определяющих параметров при объединении пластов в единые объекты являются фильтрационные свойства залежей, которые рассматриваются на шестом этапе. Близкие значения проницаемости позволяют обеспечить равномерную выработку запасов нефти и газа.

7. Успешная совместная эксплуатация двух и более пластов единым фильтром во многом зависит и от сопоставимости физико-химических свойств пластовых флюидов, которые анализируются на седьмом этапе.

8. На завершающей стадии выделения эксплуатационных объектов проводится детальный геолого-промысловый анализ. Для этого привлекаются данные каротажных диаграмм, результаты испытания скважин, практика разработки месторождений аналогов, а также созданные геолого-гидродинамические модели.

Таким образом, на начальных этапах (1–7) формируется первоначальная схема выделения эксплуатационных объектов в первом приближении. Последующие корректировки в нее вносятся в результате проведения детального геолого-промыслового анализа, результатов геологического моделирования и технологических расчетов, выполненных с использованием трехмерных математических моделей.

Естественно, что значительное число критериев существенно увеличивает количество самостоятельных эксплуатационных объектов, однако столь критичный подход к их выбору может быть наиболее оправданным в условиях начальной стадии изученности месторождения.

Вводимые в разработку многопластовые месторождения Ямала являются полигоном для применения накопленного опыта разработки прошлых лет. Для апробации вышеописанного подхода по выделению эксплуатационных объектов подходящими являются Южно-Русское и Береговое нефтегазоконденсатные месторождения, расположенные недалеко от г. Новый Уренгой [4,7].

Месторождения многопластовые, характеризуются значительным этажом нефтегазоносности, порядка 2000 м. По величине извлекаемых запасов газа месторождения относятся к уникальным и крупным, а Южно-Русское входит в десятку самых крупных месторождений ЯНАО находящихся в промышленной эксплуатации [5].

Южно-Русское месторождение

По Южно-Русском месторождению на начало 2011 г. промышленная нефтегазоносность установлена в терригенных отложениях, туронского яруса (пласты Т₁₋₂) и апт-альб-сеноманского ярусов (пласты ПК₁, ПК₆, ПК₉, ПК₁₀, ПК₁₂, ПК₁₃¹, ПК₁₃², ПК₁₄, ПК₁₅, ПК₁₆¹, ПК₁₆², ПК₁₇¹, ПК₁₇², ПК₁₈, ПК₁₉, ПК₂₀¹, ПК₂₀² и ПК₂₁₋₂₂), отложениях неокома (пласты БТ₄⁰, БТ₄, БТ₁₂, АТ₆ и АТ₁₁), в верхнеюрских отложениях сиговской (пласты Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³, Ю₁⁴⁻¹ и Ю₁⁴⁻²) и среднеюрских отложениях тюменской свит (пласт Ю₂¹ и Ю₂²). В целом по месторождению выделен 31 продуктивный пласт, представленный 70 залежами, в их числе: 8 газовых, 45 газоконденсатных, 12 нефтегазоконденсатных и 5 нефтяных. Газовые залежи пластов Т₁₋₂ и ПК₁, содержащие основные запасы газа, уже были выделены в качестве самостоятельных эксплуатационных объектов. Проектный фонд по ним практически полностью реализован. В этой связи далее в статье о них упоминаться не будет. На рисунке 2 представлены геологические модели 29 нижележащих пластов (с ПК₆ по Ю₂²), которые в настоящее время в разработку не введены.

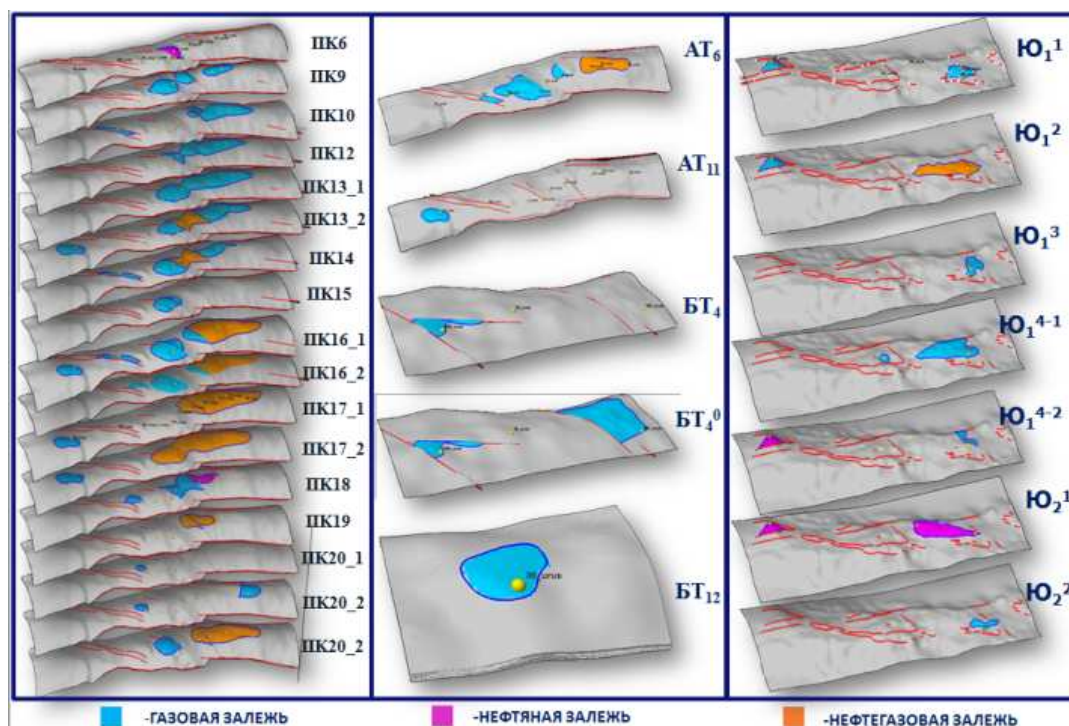


Рис. 2. Модели пластов Южно-Русского месторождения

На этапе совмещения контуров залежей в пределах групп пластов, рассмотренных на втором этапе, можно выделить 15 эксплуатационных объектов разработки. Соблюдение дальнейших критериев существенно увеличило их число, доведя на седьмом этапе до 31. Детальный геолого-промысловый анализ, а также результаты трехмерного гидродинамического моделирования однозначно показали необходимость выделения нефтегазовых залежей в самостоятельные эксплуатационные объекты, поскольку обеспечить устойчивую работу системы разработки при условии вскрытия скважиной двух и более нефтегазовых пластов не представляется возможным. Кроме того, для разработки подобных залежей преимущественно предлагается использование горизонтальных скважин. Таким образом, на последнем этапе число эксплуатационных объектов достигло 34 ед., в их числе 18 газовых, 4 нефтяных и 12 нефтегазовых. Хронология выделения эксплуатационных объектов на различных этапах представлена в таблице 1.

Еще раз необходимо отметить, что выделение столь существенного количества эксплуатационных объектов обусловлено в первую очередь, сложным геологическим строением и значительной разницей свойств залежей. В этой связи представленная концепция применительно к многопластовым нефтегазоконденсатным месторождениям видится вполне оправданной. В основу ее формирования в первую очередь заложены принципы рационального недропользования. Далее рассмотрим результаты выделения эксплуатационных объектов по предложенному алгоритму на Береговом месторождении.

Таблица 1

Хронология выделения эксплуатационных объектов

Этапы выделения	Количество эксплуатационных объектов выделенных на определенных этапах														
	ПК			АТ			БТ			Ю			Месторождение в целом		
	Н	НГК	Г	Н	НГК	Г	Н	НГК	Г	Н	НГК	Г	Н	НГК	Г
Совмещение в плане	4			5			3			3			15		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Характер насыщения	7			5			3			6			21		
	2	1	4	-	1	4	-	-	3	2	1	3	4	3	14
Условия залегания	12			5			4			6			27		
	2	1	9	-	1	4	-	-	4	2	1	3	4	3	20
Коэффициент расчлененности	16			5			3			6			30		
	2	6	8	-	1	4	-	-	3	2	1	3	4	8	18
Эффективная толщина	16			5			3			6			30		
	2	6	8	-	1	4	-	-	3	2	1	3	4	8	18
Фильтрационные свойства	20			5			3			6			34		
	2	10	8	-	1	4	-	-	3	2	1	3	4	12	18
Свойства пластовых флюидов	20			5			3			6			34		
	2	10	8	-	1	4	-	-	3	2	1	3	4	12	18

Береговое месторождение

Промышленные притоки нефти, газа и газового конденсата на Береговом месторождении получены при опробовании терригенных отложений апт-альб-сеноманского (пласты ПК₁, ПК₉, ПК₁₂¹, ПК₁₂², ПК₁₃¹, ПК₁₄, ПК₁₅¹, ПК₁₆⁰, ПК₁₆¹, ПК₁₆², ПК₁₆³, ПК₁₇¹, ПК₁₉¹, ПК₁₉² и ПК₂₀) ярусов, в отложениях берриас-валанжина (пласты АТ₆², АТ₇, АТ₈¹, АТ₈², АТ₉, АТ₁₀¹, БТ₀, БТ₁¹, БТ₁², БТ₂¹, БТ₄², БТ₅³, БТ₁₀, БТ₁₁) и юрских отложениях (пласты Ю₂, Ю₄) на Береговом и Южно-Геологическом месторождениях. Всего на месторождениях выделяется 31 продуктивный пласт, представленный 54 залежами, из которых 27 газоконденсатных, 18 газовых, 4 нефтегазоконденсатных, 4 нефтяных и 1 газонефтяная.

В результате выделения эксплуатационных объектов по предложенному алгоритму были получены 13 объектов эксплуатации, в их числе 2 газовых, 1 газонефтяной, 5 газоконденсатных, 3 нефтегазоконденсатных и 2 нефтяных.

Таким образом, авторы считают, что предложенный алгоритм по выделению эксплуатационных объектов, реализованный на Южно-Русском и Береговом месторождении, позволит не только достичь высоких показателей извлечения углеводородного сырья, но и избежать снижения экономической эффективности на поздних этапах разработки месторождения, вызванного необходимостью бурения дополнительного фонда скважин при разобщении ошибочно объединенных на начальной стадии пластов.

Список литературы

1. Базив В.Ф. Экспертно-аналитическая оценка эффективности систем разработки нефтяных месторождений с заводнением. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2007. – 396 с.
2. Дияшев Р.Н. Некоторые причины негативных последствий совместной разработки многопластовых месторождений и учет их при формировании эксплуатационных объектов (часть 1) // Нефтяное хозяйство. – 2005. — № 6. – С. 92–96.
3. Иванов А.В., Марченко А.В., Лапердин А.Н., Мулявин С.Ф. Проблемы разработки уникальных газовых месторождений ЯНАО и пути их решения // Горные ведомости. – 2010. — № 1. – С. 36–41.
4. Кильдешев С.Н., Кубасов Д.А., Дорофеев А.А., Саранча А.В. Концепция выделения эксплуатационных объектов на Южно-Русском многопластовом нефтегазоконденсатном месторождении // Горные ведомости. – 2011. — № 7 (86). – С. 52–59.
5. Кильдышев С.Н., Кубасов Д.А., Дорофеев А.А., Саранча А.В. Выделение объектов эксплуатации на многопластовом Южно-Русском нефтегазоконденсатном месторождении // Территория Нефтегаз. – 2011. № 6. – С. 42–47.
6. Кильдышев С.Н., Кубасов Д.А., Дорофеев А.А., Саранча А.В. Подход к выделению объектов эксплуатации на многопластовом Южно-Русском нефтегазоконденсатном месторождении // Наука и ТЭК. 2011. № 6. С. 27–31.
7. Отчет «Технологическая схема разработки Берегового и Южно-Геологического месторождений», СибНАЦ, г. Тюмень, 2011.

Рецензенты:

Грачев С.И., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ТюмГНГУ, г. Тюмень;

Леонтьев С.А., д.т.н., профессор, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Институт геологии и нефтегазодобычи, ФГБОУ ТюмГНГУ, г. Тюмень.