УДК 622.276

С.В.КОЛЕСНИКОВ
ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефть»

ОБОСНОВАНИЕ И ОПЫТ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ОБЪЕКТОВ НА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ООО «ЛУКОЙЛ-ПЕРМНЕФТЬ»

Проблема оптимальной разработки нефтяных эксплуатационных объектов в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефть» стоит особенно остро в условиях демпингового падения цен на нефть. Это требует внедрения современных и обоснованных методов выделения эксплуатационных объектов. Для решения задачи выделения самостоятельных объектов на разрабатываемом в Пермской области месторождении использован метод электрогидродинамической аналогии. Внедрение и разработка месторождений без апробации и грамотного экономического обоснования может привести к большим материальным и трудовым затратам.

Взвешенный подход в ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефть» при разработке месторождений углеводородов позволил выделить ряд перспективных объектов и обосновать их разработку.

The problem of optimum development of petroleum operational objects in OOO "LUKOIL-PERMNEFT" costs is especially sharp in conditions демпингового of fall of the prices on petroleum. It requires introduction of the modern and proved methods for allocation of operational objects. For the decision of a task of allocation of independent objects on a developed deposit in the Perm area the method of electrohydrodynamical analogy is used.

Introduction and the development of deposits without approbation and competent economic substantiation can result in the large material and human expenses.

The weighed approach in OOO "Lukoil-Permneft" by development of deposits petroleum has allowed to allocate a number of perspective objects and to prove their development.

При разработке многопластовых месторождений, когда несколько залежей объединены в один эксплуатационный объект (ЭО), одной из важнейших проблем является сложность контроля за основными технологическими показателями разработки отдельных пластов. Усложняется процесс регулирования разработки отдельных залежей, что приводит к снижению суммарного дебита пластов, уменьшению коэффициента охвата объекта разработкой, сокращению безводного периода эксплуатации, снижению удельной продуктивности пластов, и, в конечном счете, к уменьшению коэффициента нефте- или газоотдачи. С другой стороны, формирование самостоятельной сетки скважин на каждую залежь может привести к неоправданному завышению капитальных вложений на строительство и обустройство скважин. Было изучено состояние разработки газовых залежей Константиновской площади Батырбайского месторождения, где, согласно проекту разработки, газовые залежи подольского (Пд), каширского (К) и верейских (B_1 и B_3-B_4) пластов объединены в один эксплуатационный объект. Так как ситуация, при которой скважинами вскрыты по два-четыре разных по своему энергетическому состоянию и коллекторским свойствам пласта, не позволяет сделать подробный анализ выработки по каждой залежи, специалисты ООО «ЛУКОЙЛ-Пермнефть» приняли решение о разукрупнении ЭО и приступили к созданию программы, предусматривающей раздельную эксплуатацию газовых залежей.

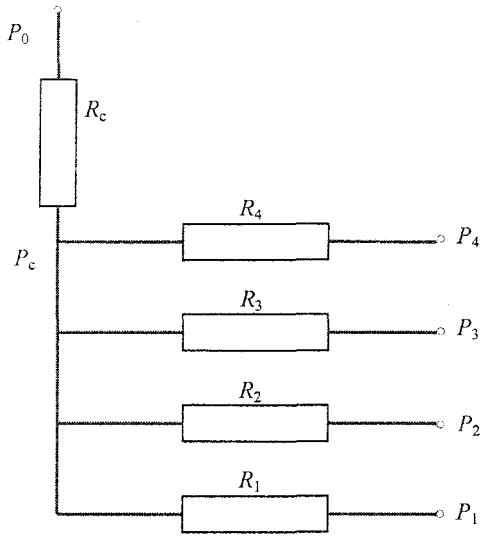


Рис.1. Эквивалентная электрическая схема при условии отсутствия внескважинных перетоков газа

P_1-P_4 – пластовые давления в пластах 1-4; P_c – забойное давление в скважине; P_0 – буферное давление в скважине; R_1-R_4 – сопротивления соответствующих пластов; R_c – сопротивление скважины

В рамках создания данной программы выполнен следующий объем работ:

- проанализирована динамика добычи природного газа по скважинам данной площади;
- по данным промысловых исследований определены фильтрационно-емкостные свойства отдельных пластов, в том числе их газопроводимость; установлена тесная корреляционная связь между удельным дебитом пластов и их газопроводимостью;
- по соотношениям газопроводимости пластов установлены распределение добычи природного газа по отдельным пластам и добыча газа с начала разработки по каждому пласту;
- рассчитаны остаточные запасы газа по всему объекту и в каждом пласте;
- на основе метода электрогидродинамической аналогии для каждой конкретной скважины и вскрываемой ею совокупности пластов построена эквивалентная электрическая схема, где аналогом объемного расхода служит сила тока, аналогом депрессии – разность электрических потенциалов, аналогом фильтрационного сопротивления пластов – электрическое сопротивление проводников (рис.1).

Для определения структуры схемы выявлялось наличие газодинамической связи между пластами. Газодинамическая связь между пластами имеется, если одновременно выполняются следующие условия: а) распределение начальных пластовых давлений по горизонтам подчиняется барометрической формуле; б) газоводяные контакты находятся на одной отметке; в) составы газов во всех горизонтах одинаковы. Проведенный анализ показал, что указанная связь отсутствует (см. таблицу). Газ пластов различен по составу и свойствам, в пласте Пд содержится сероводород, внескважинные перетоки газа отсутствуют.

Параметры пластов

Пласт	Индекс пласта	Начальное пластовое давление, МПа	Отметка контакта, м	
			газонефтяного	газоводяного
Пд	1	9.57	–	756
К	2	9.96	836	845
B_1	3	9.81	831	854
B_3-B_4	4	10.11	872	880

На основе принципа неразрывности движения для каждой конкретной скважины решены системы уравнений, описывающие соответственно эквивалентную схему (рис.1) и схему раздельного вскрытия пластов.

При совместном вскрытии пластов суммарный дебит

$$Q_{совм} = Q_1' + Q_2' + Q_3' + Q_4' = (P_c^2 - P_0^2)/R_c,$$

где $Q_1' = (P_1^2 - P_c^2)/R_1$; $Q_2' = (P_2^2 - P_c^2)/R_2$; $Q_3' = (P_3^2 - P_c^2)/R_3$; $Q_4' = (P_4^2 - P_c^2)/R_4$; Q_1' – дебит i-го пласта при его совместном вскрытии с другими; P_i – давление в i-м пласте; P_c – забойное давление; R_i – эквивалентное фильрационное сопротивление i-го пласта; R_c – гидравлическое сопротивление скважины; P_0 – буферное давление.

При раздельном вскрытии пластов

$$Q_1 = (P_1^2 - P_0^2)/(R_1 + R_c);$$

$$Q_2 = (P_2^2 - P_0^2)/(R_2 + R_c);$$

$$Q_3 = (P_3^2 - P_0^2)/(R_3 + R_c);$$

$$Q_4 = (P_4^2 - P_0^2)/(R_4 + R_c),$$

где Q_i – дебит i-го пласта при раздельном вскрытии пластов.

Результаты расчетов показывают, что степень взаимовлияния пластов зависит от сопротивления скважины, количества совместно вскрываемых пластов, разницы в фильтрационных сопротивлениях пластов. Одновременно замечено, что чем «хуже», с точки зрения фильтрационно-емкостных характеристик, пласт, тем при совместном вскрытии он сильнее задавливается со стороны более «хороших» пластов. Отмечено, что в случае раздельного вскрытия пластов (по сравнению с совместным) средний по пластам дебит возрастает на 22 %.

При работе над программой систематизирована необходимая для принятия решения о разукрупнении ЭО и формирования самостоятельной сетки скважин на каждый горизонт информация по газовым скважинам: количество вскрытых пластов, оптимальный дебит, техническое состояние скважины, текущее пластовое давление, опережающая выработка пластов, сравнение отметок газоводяного и газонефтяного контактов с нижним отверстием интервала перфорации, близость скважины к внешнему контуру газоносности и контурам обводнения, наличие воды в скважине.

Последовательно рассмотрено несколько вариантов разукрупнения ЭО. Во всех вариантах предусмотрен годовой отбор 60 млн м^3 газа (отбор ограничен нуждами Осинского района Пермской области) и опережающая выработка нижележащих пластов. Варианты отличаются по количеству проектных скважин на каждый горизонт, темпам отборов по пластам и соответственно кратности запасов по пластам при намечаемых уровнях отборов. Первый рассматриваемый вариант предусматривает перевод на каждый пласт такого минимального количества скважин, которое обеспечило бы заданный уровень отбора, второй – консервацию пласта Пд в связи с высоким содержанием в газе пласта сероводорода. В качестве оптимальных и альтернативных выбраны третий и четвертый варианты. Согласно третьему варианту используется весь действующий фонд скважин (22 скважины), что, хотя и обусловит снижение коэффициента эксплуатации, позволит в условиях техногенного обводнения обширных зон пластов более гибко регулировать процесс разработки залежей, минимизируя обусловленные заводнением пластовые потери газа. В четвертом варианте отбор по пласту Пд задан в объеме 5 млн м^3, что связано с использованием этого газа только на установке для подготовки нефти (без строительства установки сероочистки).

Для дальнейших расчетов принят четвертый вариант. Выработаны конкретные предложения по разукрупнению ЭО, для реализации которых необходимо провести 13 капитальных ремонтов скважин, предусматривающих, в основном, изоляционные работы. Составлены схемы намечаемого вскрытия пластов. Кроме того, спроектирована принципиальная схема индивидуального транспорта содержащего сероводород газа пласта Пд на основе использования стеклопластиковых труб; рассчитаны основные проектные технологические показатели разработки каждого газоносного пласта.

Состоятельность предлагаемого подхода подтверждена исследованиями скважин после выделения пластов в самостоятельные объекты разработки. В настоящее время успешно выполнены капитальные ремонты скважин на двенадцати из тринадцати скважин. Не осуществлен перевод одной из скважин, эксплуатирующей в настоящее время пласт К-В$_1$, на пласт Пд, где газ отличается высоким содержанием агрессивного сероводорода, в связи с «консервацией» пласта Пд до строительства индивидуальной системы сбора газа. Среднее по скважинам отношение ожидаемого дебита газа Q_0 к фактически полученному $Q_ф$ после разукрупнения объекта весьма близко к единице (рис.2).

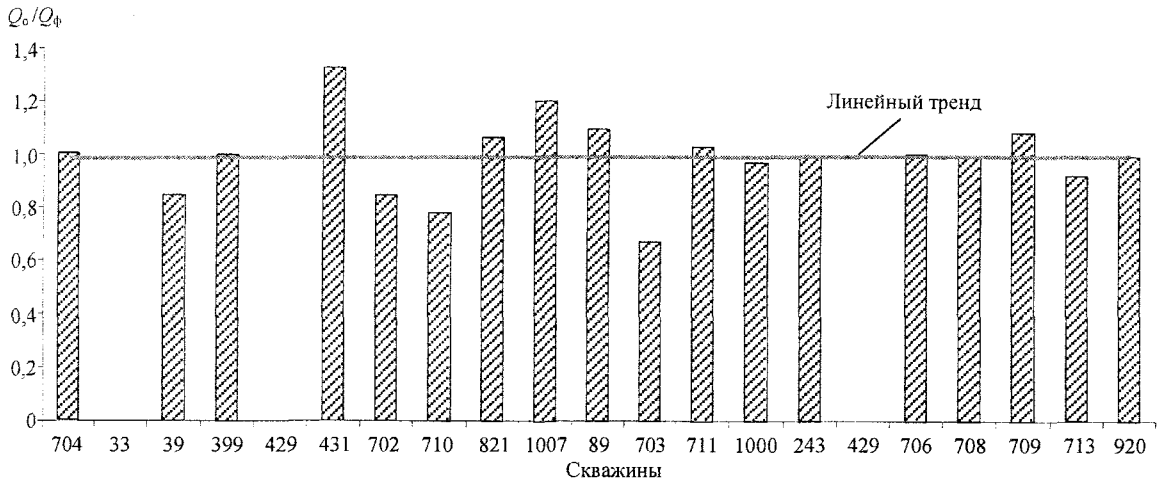


Рис.2. Динамика отношения $Q_o/Q_ф$ после разукрупнения объекта

Выделение газовых залежей в самостоятельные объекты разработки позволило установить, что текущее распределение средневзвешенного давления по пластам весьма неравномерно, что обусловлено различной степенью выработки пластов и их техногенным обводнением. Очевидно, что выделение газовых пластов в самостоятельные объекты вместе с созданием фонда контрольных скважин (наблюдательных и пьезометрических) на каждом объекте позволит в дальнейшем более качественно контролировать и регулировать процесс их разработки.