

## ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РАЗРАБОТКИ КАШИРО-ПОДОЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ АРЛАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

### PARTICULARITIES AND PERSPECTIVES OF DEVELOPMENT DESIGN OF KASHIRO-PODOLSK DEPOSITS OF ARLAN FIELD



#### Косов А.А.

Главный специалист отдела разработки и проектирования  
нефтяных месторождений ООО «НИПИ НГ»

#### Kosov A.A.

Main specialist of the Department of oil field development  
and design, NIPI of oil and gas

В статье поднимается вопрос о дальнейшей разработке каширо-подольского объекта – основного карбонатного объекта Арланского месторождения. Рассматриваются проблемы выработки отдельных пластов, фактического выполнения утвержденных проектных решений, использования горизонтальных скважин при разработке, энергетической ситуации на объекте. Даются предложения по решению основных возникших проблем в рамках создания нового проектного документа.

The issue of further development of Kashiro-Podolsk object, the main carbonate object of Arlan field, is brought up. Problems considered are the separate layer production, actual implementation of approved design decisions, use of the horizontal wells in development and energy situation on the object. Suggestions for the main problems' solving are given within the scope of the new design document creation.

Каширо-подольский объект является крупнейшим из карбонатных объектов разработки Арланского месторождения. В последнее время объекту уделяется особое внимание, так как крупнейшие терригенные коллектора месторождения имеют достаточно большую выработку (более 90%) и при сохранении существующего темпа разработки в скором времени будут отработаны. Таким образом, основные запасы нефти останутся на каширо-подольском объекте, выработка которого на октябрь 2009 г. составляет менее 50%.

Каширо-подольский объект объединяет в себе 4 продуктивных пласта – три каширских (K1, K2+3 и K4) и подольский ПЗ. На территории Республики Башкортостан залежи каширо-подольского объекта находятся на Арланской, Николо-Березовской и Ново-Хазинской площадях.

Всего за историю разработки объекта в работе участвовали 565 скважин: 548 скважин в добыче, 64 скважины в закачке (из них 47 первоначально были в отработке). По состоянию на 01.10.2009 г. из продуктивных пластов каширо-подольских отложений Арланского месторождения отобрано 49,5% от извлекаемых запасов нефти. Более 93% накопленной добычи нефти приходится на Арланскую площадь. Данная площадь вместе с Николо-Березовским участком составляют основной ЛУ месторождения – на него

приходится более 98% добытой нефти каширо-подольских отложений. На Ново-Хазинскую площадь приходится менее 2% добытой нефти рассматриваемых пластов, за всю историю на ней участвовало в добыче 18 скважин, поддержание пластового давления не осуществлялось. На небольшой Калегинский лицензионный участок, разрабатываемый двумя добывающими скважинами, приходится всего 0,1% добытой нефти, причем только из одного продуктивного пласта K2+3.

Согласно расчетам, общее распределение добытой нефти месторождения по каширо-подольским пластам следующее: на каширские пласты K1 и K2+3 приходится более 80% добытой нефти, из подольских пластов добыто менее 20%. Текущий КИН по каширским пластам составил 0,109, по подольскому пласту 0,083.

Серьезной проблемой для разработки каширо-подольского объекта является его неоднородное геологическое строение. Результаты проведения потокометрических исследований показывают, что при совместной работе скважин на каширских и подольских пластах, последние практически не вырабатываются. Для более полного вовлечения в работу подольских пластов, доля притока из которых при совместной работе с каширскими пластами по проведенным исследованиям профиля притока составляет 3,3%,

необходимо введение отдельной закачки на каширские и подольские пласты при помощи скважинного оборудования для совместно-отдельной закачки.

Величина накопленной добычи нефти на одну скважину показывает общую низкую эффективность скважин, работающих на каширо-подольском объекте, связанную с неравномерностью сетки скважин и малым числом нагнетательных скважин: на 1 нагнетательную скважину на Арланской площади приходится более 8 добывающих, при проектном соотношении 1:3, по остальным площадям поддержание пластового давления вообще не осуществляется. В результате наиболее продуктивные скважины каширо-подольских отложений располагаются на Арланской площади – средняя накопленная добыча нефти на 1 скважину здесь составляет около 10,8 тыс.т. На Николо-Березовском участке, Ново-Хазинской площади и Калегинском участке этот показатель составляет 3,8 тыс.т, 5,3 тыс.т и 3,6 тыс.т нефти, соответственно.

Предыдущими проектными документами по разработке каширо-подольских отложений Арланского месторождения были обозначены следующие основные проектные решения по каширо-подольским отложениям Арланской и Николо-Березовской площадей:

- 9-точечная система размещения скважин по сетке 283x283 м с плотностью сетки 8 га/скв., трансформация базовой сетки в площадную 5-точечную в зонах с увеличенными толщинами пластов и уплотнение сетки в этих зонах с 8 до 4 га/скв.;

- создание 18 элементов разработки, состоящих из центральной вертикальной нагнетательной скважины и окружающих ее 3-4 горизонтальных добывающих, с расстоянием между нагнетательной и добывающими скважинами 283 м;

- давление на устье нагнетательных скважин не должно превышать 8,0-8,5 МПа.

По Ново-Хазинской площади предыдущие проектные документы предусматривали разработку этих отложений осуществлять с ППД. Для этой цели по основным залежам нефти планировалось пробурить и освоить под закачку 8 нагнетательных скважин, кроме этого, для создания очагов воздействия, дополнительно должны были быть пробурены и освоены 10 новых добывающих скважин.

Соседство с таким крупным объектом, как ТТНК, не лучшим образом сказалось на истории разработки каширо-подольского объекта, так как ему вынужденно досталась второстепенная роль, нередко его разрабатывали как возвратный объект путем перевода отработанных скважин с нижележащего объекта ТТНК. Вследствие этого, система разработки каширо-подольского объекта на Арланской площади является неустановившейся, сетка неравномерная, расстояния между скважинами колеблются от 400 метров до 100-150 метров в зонах уплотнения, отдельные выдержанные девятиточечные элементы присутствуют только на юге Арланской площади. Однако при анализе работы новых пробуренных и переведенных с других объектов скважин выяснилось, что хотя перевод скважин на каширо-подольские горизонты не является полноценной заменой утвержденного проектного бурения и уменьшает эффективность разработки с точки зрения соответствия

проектной сетке, существенной разницы в работе скважин, пробуренных с 2002 по 2008 гг. и переведенных на каширо-подольские отложения в тот же период, нет.

Как отмечалось ранее, в ряде проектных решений было обозначено следующее: по каширо-подольским отложениям Арланской и Николо-Березовской площадей бурение 73 добывающих ГС и формирование 18 элементов разработки, состоящих из центральной вертикальной нагнетательной скважины и окружающих ее 3-4 горизонтальных скважин с длиной ствола 250 метров, вписывающихся в девятиточечную обращенную схему с сеткой 283x283.

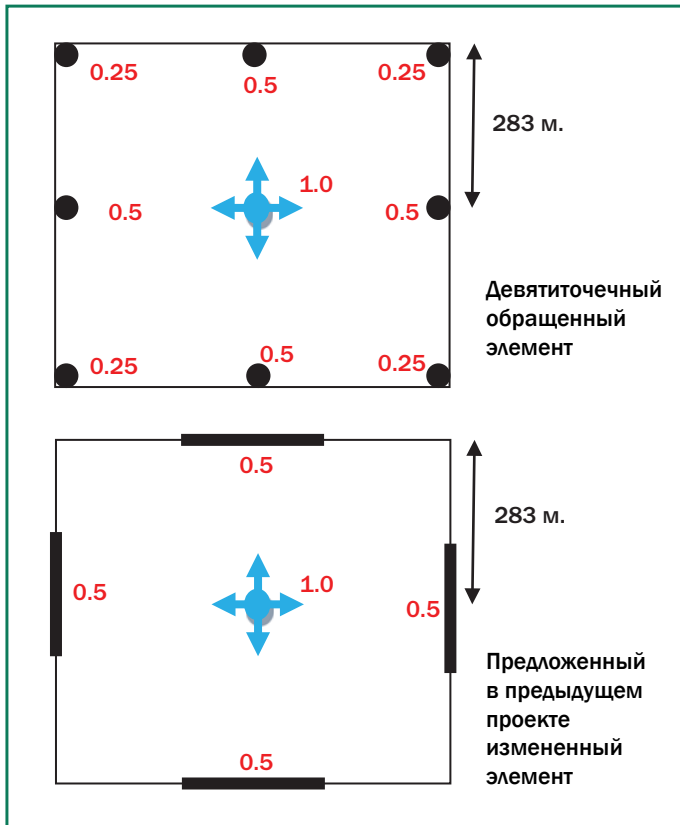
Таким образом, элемент, состоящий из 1 нагнетательной и 8 наклонно-направленных скважин предложено заменить на элемент, состоящий из 1 нагнетательной и 4 горизонтальных добывающих скважин (т.е. 2 добывающие скважины элемента заменяются на 1 горизонтальную скважину длиной около 250 м).

Всего с 1992 г. (год начала бурения горизонтальных скважин на каширо-подольские отложения) было пробурено 43 горизонтальных скважины. За прошедшие 17 лет предпринимались попытки формирования утвержденных элементов с участием горизонтальных скважин, но интенсивное разбуривание каширо-подольского объекта, в том числе горизонтальными скважинами, началось только с 2007 г. В течение 2007 г. были введены 24 новые добывающие наклонно-направленные скважины и 3 горизонтальные, а за 2008 г. введено 13 добывающих наклонно-направленных скважин и 13 горизонтальных скважин.

На данный момент на Арланской площади каширо-подольского объекта находятся два полноценных сформированных элемента, состоящих из нагнетательной скважины и четырех горизонтальных добывающих скважин, с расстоянием от нагнетательной до добывающих скважин 200-250 м, три неполных элемента, состоящих из 1 нагнетательной и 3 горизонтальных добывающих скважин и пять несформированных элементов из 1 нагнетательной скважины и 1-2 горизонтальных добывающих. Всего на каширо-подольский объект за всю историю разработки пробурено 43 горизонтальных скважины.

Сравнение по величинам накопленной добычи нефти на 1 скважину показывает, что удельная добыча горизонтальных скважин не сильно превышает добычу наклонно-направленных скважин – 5,9 тыс.т/скв. и 4,9 тыс.т/скв., соответственно. Благодаря появившейся за последние годы промысловой информации о работе элементов с использованием горизонтальных скважин, была проанализирована фактическая работа этих элементов и отдельных скважин, пробуренных в период с 1992 по 2008 гг. В результате выяснилось следующее:

1. Начальные дебиты нефти горизонтальных скважин в 1,6 раз выше, чем наклонно-направленных скважин;
2. Начальные дебиты по жидкости горизонтальных скважин в 1,5 раз выше, чем наклонно-направленных скважин;
3. Текущие дебиты нефти горизонтальных скважин в 1,1 раз выше;
4. Текущие дебиты жидкости горизонтальных скважин в 1,4 раза выше, чем наклонно-направленных скважин;
5. Общая эффективность горизонтальных скважин в 1,2 раза выше, чем наклонно-направленных скважин.



**Рисунок 1.**

Коэффициенты участия скважин в работе элемента с применением ГС и элемента базовой 9-точечной обращенной схемой расстановки

Полученные средние показатели были использованы при сравнительном анализе работы элементов и определения эффективности замены базового десятиточечного обращенного элемента на элемент с участием горизонтальных скважин. Коэффициенты участия скважин в работе элементов приведены на рисунке 1.

Средняя накопленная добыча десятиточечного обращенного элемента равна  $4,9 \cdot (0,25 \cdot 4 + 0,5 \cdot 4) = 14,7$  тыс.т. Средняя накопленная добыча элемента с участием горизонтальных скважин равна  $5,9 \cdot (0,5 \cdot 4) = 11,8$  тыс.т. Необходимо также учесть, что полученная разница в остаточном потенциале скважин не настолько велика, чтобы элемент с участием горизонтальных скважин в дальнейшем догнал по накопленной добыче классический десятиточечный обращенный элемент. Текущий средний дебит нефти горизонтальных скважин после накопления – 5,9 тыс.т нефти и текущий средний дебит нефти наклонно-направленных скважин после накопления – 4,9 тыс.т нефти (2,0 т/сут и 2,3 т/сут, соответственно) отличаются всего на 0,3 т/сут, что составляет около 10%. При аналогичном сравнении дебитов жидкости получаем разницу в 1,5 т/сут (4,0 т/сут и 5,5 т/сут, соответственно), т.е. около 40% в пользу горизонтальных скважин. Текущая обводненность горизонтальных скважин составляет 57,2%, наклонно-направленных скважин – 49,1%. При сравнении начальных и текущих

дебитов становится ясно, что разрыв между показателями наклонно-направленных и горизонтальных скважин с течением времени уменьшается, особенно по дебиту нефти, что также подтверждает вывод о маловероятности выхода накопленной добычи элементов с участием горизонтальных скважин на уровень классического десятиточечного обращенного элемента в будущем. Таким образом, несмотря на то, что работа горизонтальных скважин на каширо-подольских отложениях является несколько более эффективной, чем наклонно-направленных, замена в элементах разработки двух наклонно-направленных скважин на одну горизонтальную скважину понижает эффективность элемента в целом. К тому же строение пластов каширо-подольских отложений позволяет при бурении горизонтальной скважиной вовлечь в разработку только один основной целевой пласт (как правило, K1), наклонно-направленные скважины позволяют вовлечь в разработку запасы всех пластов, которые она проходит.

Энергетическая ситуация на Арланской площади следующая: с одной стороны забойные давления нагнетательных скважин превышают утвержденные проектом величины, с другой стороны – компенсация недостаточна для поддержания начального пластового давления. Такая ситуация сложилась, в первую очередь, из-за нехватки нагнетательных скважин – на 1 нагнетательную скважину на площади приходится более 8 добывающих, что для утвержденной десятиточечной обращенной системы разработки крайне недостаточно.

По результатам анализа энергетического состояния, для его оптимизации и распространения компенсации отборов закачкой по всей площади залежей на Арланской площади каширо-подольского объекта рекомендуется кроме доразбуривания залежей по утвержденной сетке и доведения ее плотности до 8 га/скв. привести соотношение добывающих/нагнетательных скважин к проектному значению 3:1. Дополнительно это даст возможность привести давления на устьях нагнетательных скважин к рекомендуемому проектом 8,5 МПа без сокращения суммарных уровней закачки.

По остальным площадям, с имеющим место фактическим отсутствием сформированной системы разработки и отсутствием ППД, необходимо доразбуривание залежей каширо-подольского объекта по утвержденной десятиточечной схеме размещения скважин по сетке 283x283 м и доведение плотности сетки до утвержденной 8 га/скв. Во избежание разгазирования флюида недопустимо дальнейшее снижение забойных давлений. Для восстановления пластового давления и возможности увеличения депрессии без понижения забойного давления необходима организация ППД.

В заключении отметим, что все вышеизложенные проблемы разработки каширо-подольских отложений Арланского месторождения и предложения по их решению будут учтены в ходе создания нового проектного документа и проверены расчетами на гидродинамических моделях каширо-подольского объекта с целью определения влияния предлагаемых к внедрению идей на дальнейшую разработку объекта.