

Улыбин Александр Валерьевич

магистрант

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»

г. Тюмень, Тюменская область

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ ГЕОМЕХАНИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЮЖНО-КИНЯМИНСКОМ НЕФТЯНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

Аннотация: важной задачей разработки месторождений является наиболее полно извлечь углеводородные ресурсы из недр. В процессе изучения опыта применения и составляющих геомеханического моделирования автором предложен перспективный способ ориентирования горизонтальных стволов скважин на молодом месторождении, фонд скважин которого еще формируется.

Ключевые слова: геомеханическое моделирование, горизонтальные скважины, упруго-прочностные свойства, линии минимального напряжения, ГРП.

Геомеханическое моделирование представляет собой последовательный процесс определения механических свойств горной породы и ее реакций на воздействия в процессе разработки месторождения [1]. Знание геомеханических свойств объекта и умелое оперирование ими, позволяет дольше удержать систему на режиме приемлемого дебита и наиболее полно забрать нефть из недр. Повышается эффективность разработки месторождений.

Южно-Киняминское месторождение (ЮКМ) нефти расположено в Сургутском районе Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) – Югры, в 125 км к юго-востоку от г. Сургут. Относится к Вартовскому нефтегазоносному району (НГР) Среднеобской нефтегазоносной области (НГО) [2].

С целью изучения геологического строения и фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов были отобраны образцы керна из 16 поисково-разведочных скважин. Исследования образцов керна проводились в опытно-методической экспедиции г. Новосибирска, в Тюменской Центральной лаборатории и в НПП «СибБурМаш».

По результатам исследования образцов керна горизонт ЮВ₁¹ в целом характеризуется следующими значениями параметров: пористость – 17%, проницаемость – 43 мД, остаточная водонасыщенность – 36,3%.

Геологическое строение месторождения представлено эффузионно-осадочными, осадочными пермо-триасовыми и метаморфическими породами, а также изверженными породами палеозойского возраста и залегающими на них терригенными отложениями мезозойско-кайнозойского осадочного чехла.

Из десятка выявленных небольших залежей нефти в разработку вовлечены три – в пласте ЮВ₁¹ (ЮВ₁^{1a}) – Западная, Основная и Восточная. Основная, наиболее крупная залежь, расположена в центральной части месторождения. Все залежи пластово-сводового типа, в различной степени осложненные тектоническими нарушениями.

Наиболее интенсивно эксплуатационное бурение осуществлялось на Основной залежи. В 2013–2014 гг. здесь было пробурено 8 ГС (в эксплуатации находится – 7 скважин), на Западной и Восточной залежах в сумме – еще 5 ГС, т.е. всего введено 13 ГС. Первые полтора года разработка осуществлялась на естественном режиме. Система ППД на месторождении находится в начальной стадии формирования. Большая часть пробуренных нагнетательных скважин ещё отрабатывается на нефть. Закачку на Основной залежи начали осуществлять в единичные скважины – со второй половины 2014 г., к концу третьего квартала под нагнетанием находилось четыре наклонно-направленных скважины.

В проекте на опытно-промышленную разработку месторождения, составленном ООО «Проектное Бюро «ТЭРМ» в 2012 г., предусмотрено применение комбинированной системы, состоящей из горизонтальных добывающих и наклонно-направленных нагнетательных скважин. Согласно теоретическим исследованиям и промысловым данным преимущества данной системы разработки проявляются в высокой интенсивности добычи нефти и способности достаточно эффективно поддерживать необходимое пластовое давление [3].

Применение ГС вместо ННС позволяет существенно сократить буримый фонд скважин. В случае гипотетического применения на объекте ЮВ₁¹ ННС по

сетке 36 га/скв. пришлось бы пробурить 73 новых скважины, в т.ч. 45 добывающих и 28 нагнетательных. При использовании добывающих ГС – 750 м проектный буримый фонд сокращается более, чем вдвое – до 29 скважин, в т.ч. 16 добывающих и 13 нагнетательных (НС).

Для улучшения показателей проведения будущих ГРП, наиболее площадной охват извлечения возможно достичь благодаря ориентированию стволов вдоль линий минимальных напряжений с последующим проведением многозонного ГРП. Суть данного метода изложена в патенте: «Способ разработки нефтяных низкопроницаемых залежей с применением горизонтальных скважин с перечно-направленными трещинами гидроразрыва пласта» [4].

Реализация ориентирования стволов скважин по линиям напряжённости затронет следующие аспекты: определение геомеханических параметров керна, изучение устойчивости скважин, проведение сейсморазведки, расчёт горного давления и определение азимутов и величин горизонтальных напряжений. При бурении задействуется безопасное окно.

Для определения упруго-прочностных свойств горных пород на границах скважин следует уже отобранный керн и отбираемый вновь нагружать на установках сжатия, измеряя модули Юнга и коэффициенты Пуассона, получая тем самым статические величины; отметить критерии разрушения. Ввиду неоконченных споров по наибольшей эффективности установок одноосного сжатия или многоосного, использовать установки одноосного сжатия с возможностью создания порового давления.

Керн документируется путем полного или сокращенного геомеханического описания, а также структурного описания, при котором фиксируются пространственное положение естественных нарушений, пересеченных скважиной. Из керна геомеханических скважин также производится отбор образцов для лабораторного определения прочностных свойств ненарушенных пород.

На Южно-Киняминском месторождении (ЮКМ) проводилась программа исследований керна в баженовской свите. Ниже, в табличной форме приведены результаты геомеханических исследований.

Таблица

Геомеханические параметры исследованного керна на ЮКМ [5]

Название теста	Пояснение	Значение
UCS	Прочность породы при одноосном сжатии	7 МПа
ТХС	Прочность породы при одностадийном трёхосном сжатии	13 МПа
МТХС	Прочность породы при многостадийном трёхосном сжатии	4 МПа
TSTR	Прочность породы на разрыв	5 МПа
Акустика	Интервальное время пробега волны	5 мкс/м
Скретчер	Проход непрерывного профиля UCS	18 м
Литология		Глинисто-кремнистая порода

В процессе бурения требуется осуществлять сбор данных об образовавшихся трещинах и вывалах, они гласят об ориентациях и величинах напряжений.

Техногенные(искусственные) трещины в вертикальной скважине образуются в направлении, параллельном направлению максимального горизонтального напряжения, в то время как вывалы – в перпендикулярном[6]. На имиджах же искусственные трещины имеют вид узких непрерывных вертикальных полос (трещины растяжения) или фрагментарных наклонных штрихов строго выдержанного направления. Вывалы определяются по имиджам как вертикальные полосы различной ширины, как правило, не превышающие ширину башмака прибора.

Для получения пространственной картины распределения напряжений требуется проведение сейсморазведки и корреляции результатов с лабораторными испытаниями образцов керна.

Сейсморазведка выдаёт результаты в виде динамических свойств, по одним лишь динамическим показателям нельзя достоверно оценивать прочностные свойства пород, необходима корреляция со статическими данными, полученными в результате лабораторных испытаний керна.

Вышележащие породы своим весом создают вертикальное напряжение, иначе называемое как «горное давление». Чтобы получить значение горного давления в интересуемой точке, вес вышележащих пород следует проинтегрировать.

Южно-Киняминское месторождение является молодым, эксплуатационный фонд скважин ещё формируется, что даёт предпосылку к применению современных технологий с начальной стадии разработки.

Технологию следует применять для наиболее полного извлечения нефти, она позволит отодвинуть срок завершающей стадии разработки месторождений. Эффективность начнёт проявлять себя как на этапе строительства скважин, предотвращая аварии и предлагая наиболее рациональные маршруты стволов; так и на этапе добычи нефти, позволяя собрать как можно большее количество УВ.

Список литературы

1. Хасанов М.М. Геомеханическое моделирование для решения задачи ограничения пескопроявления [Текст] / В.В. Жуков, Ю.В. Овчаренко, Т.Н. Тимофеева, С.В. Лукин // Нефтяное хозяйство. – 2016. – №12. – С. 48–51.
2. Атлас месторождений нефти и газа Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: В 2 т. [Текст] / ИздатНаукаСервис. – Тюмень-Ханты-Мансийск, АУ «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпильмана», 2013. – Т. 2. – 2013. – 308 с.
3. Черевко М.А. Опыт применения горизонтальных добывающих скважин в монолитных пластах Южно-Киняминского месторождения [Текст] / А.М. Черевко, К.Е. Янин, А.Н. Янин // Бурение и нефть. – 2014. – №2. – С. 52–56.
4. Пат. 2515628 Российской Федерации, МПК E21B 43/18, МПК E21B 43/30. Способ разработки нефтяных низкопроницаемых залежей с применением горизонтальных скважин с поперечно-направленными трещинами гидроразрыва пласта [Текст] / В.А. Байков, С.В. Валеев, Р.Р. Галеев, О.В. Евсеев, А.В. Колонских, М.А. Степанов, К.В. Торопов; патентообладатель ОАО «Нефтяная компания «Роснефть»; заявл. 16.01.13; опубл. 20.05.14.
5. Формирование программы исследований керна для изучения геомеханических параметров баженовских отложений / И.С. Чебышев [и др.] // Техническая конференция SPE, нефтегазовая геомеханика [Текст] / ООО «Газпромнефть НТИ». – М., 2017. – С. 4–8.

6. Капитонов А.М. Физические свойства горных пород Западной части Сибирской платформы [Текст] / А.М. Капитонов, В.Г. Васильев; Сибирский федеральный университет. – Красноярск, 2011. – 424 с.