

G05

Building Geomechanical Model and Pore Pressure Prediction Based on Seismic Data Using DFM Technique

S. Kopunov* (MSU Center of seismic data analyses) & V.B. Pisetski (Urals State Mining University)

SUMMARY

The paper presents a concept and basic scope of work for technology of estimating stress and deformation of the rock media and pore pressure propagation using conventional seismic data. This technology is based on the model of the discrete fractured media, incorporating fluid dynamic and geomechanic factors for seismic wave. Outlined basic physical assumptions, determined the place of this technology in modern sequence of seismic reservoir characterization methods in order to forecast the elastic and reservoir properties for effective exploration and safe drilling.



Построение геомеханической модели, прогноз аномалий порового давления по сейсмическим данным на основе технологии ДФМ

С.Э. Копунов* (Центр анализа сейсмических данных МГУ им. М.В.Ломоносова), В.Б. Писецкий (Уральский Государственный Горный Университет)

Введение

Использование сейсмических данных для оценки параметров напряженно-деформированного состояния среды в межскважинном пространстве позволяет существенно повысить качество геомеханической модели, как основы для планирования бурения и вскрытия пласта, прогноза таких осложнений при бурении, как зоны АВПД, аномального поглощения бурового раствора, обвалы, прихваты.

Оценка напряженно-деформированного состояния на основе ДФМ

Большинство существующих на рынке технологий оценки напряженного состояния и прогноза порового давления основаны на изменении сейсмических интервальных скоростей в зависимости от эффективного стресса. Для этого, в зависимости от полноты и качества исходных данных, может применяться скоростной анализ, AVO или различные виды сейсмических инверсий. В данной работе мы приводим описание альтернативного подхода, основанного на технологии ДФМ.

Технология оценки относительных значений компонент напряженного состояния по сейсмическим данным ДФМ основана на прямой связи динамических атрибутов сейсмических сигналов отраженных волн и контраста упругих модулей в точке отражения волны, который, в том числе, обусловлен разрывом горизонтальных компонент напряжений на границе двух сред с различной дискретной структурой и флюидонасыщенностью [1].

При этом, основной вклад в атрибуты сигнала отраженной волны вносит резкое изменение градиента горизонтальной компоненты напряжения на отражающей границе фрикционного типа (граница 1-го рода по напряжениям двух сред с различной структурой дискретности слоев). Для варианта сред с дискретной структурой можно далее ограничиться понятием "градиент давления" и выполнять оценку его относительных значений по сейсмическим атрибутам на основе ряда известных эмпирических зависимостей [3].

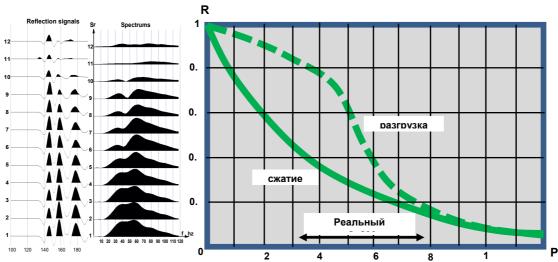


Рисунок 1 Изменение амплитуды и частоты сейсмического отклика при изменении нагрузки на установке физического моделирования [4] на основании которых рассчитывается параметр $\mathcal{A}\Phi M$: Z(P).



Реализуя такую оценку по множеству отражающих горизонтов, а затем интегрируя эти оценки по некоторой совокупности стратиграфических интервалов, мы получим карты оценок относительных значений градиента добавочного давления для различных интервалов осадочного чехла и фундамента. На таких картах обозначатся, во-первых, вертикальные зоны контактов блоков с разным геодинамическим состоянием (зоны дезинтеграции или проводящие флюидные каналы), а во-вторых, зоны с аномальными значениями градиента давления, что и является основанием для разработки объективной модели проницаемости изучаемого стратиграфического интервала и выявления, в том числе, возможных зон повышенной опасности при проходке.

При наличии данных лабораторных измерений на керне, геофизических исследований и испытаний в скважинах, полученные относительные оценки градиентов давлений могут быть преобразованы в абсолютные величины пластового (порового) давления и оценки главных компонент напряжений.

Однако, поскольку все полученные оценки носят вероятностный характер, полученный результат необходимо рассматривать с позиций оценки неопределенности. Для этого нами предлагается использовать инструменты стохастического моделирования с последующей оценкой и фильтрацией результатов независимыми данными используя, в частности, гидродинамический и геомеханический симулятор.

После того, как получено подмножество геологических моделей в равной мере согласующихся с наблюденными сейсмическими данными, для каждой такой модели инициируется гидродинамическая модель, результат просчета по которой сравнивается с фактическими данными разработки. Реализации, демонстрирующие наилучшую сходимость затем служат основой для геомеханических расчетов и, при необходимости, совмещенного моделирования.

Выводы

Предложенная методика оценки напряженного состояния по сейсмическим данным, в сочетании с другими методами построения вероятностных сейсмогеологических моделей, позволяет повысить надежность как гидродинамической так и геомеханической модели, которые служат основой для планирования бурения, прогноза и оценки технологических сценариев разработки.

Благодарности

Автор благодарит профессора В.Б. Писецкого за консультации и неоценимую помощь в подготовке доклада, сотрудников компании CGG Vostok участвовавших в разработке и тестировании методики проверки сейсмогеологической модели гидродинамическими расчетами.

Литература

- 1. Biot, M.A. [1962] Mechanics of deformation and acoustic propagation in porous media. *J.Appl.Phys.*, **33**, 1482-1498.
- 2. Pisetski, V.B. [1999] The dynamic fluid method. Extracting stress data from the seismic signal adds a new dimension to our search. *The Leading Edge*, **18**(9), 1064-1093.
- 3. Pisetski, V., Kormilcev V., Ratushnak A. [2002] *Method for predicting dynamic parameters of fluids in a Subterranean reservoir*. US Patent, № 6.498, 989 B1.
- 4. Писецкий В.Б. [2005] Механизм разрушения осадочных отложений и эффекты трения в дискретных средах. Горный журнал, Известия высших учебных заведений, Екатеринбург, №1.