

Заключение

Результатами проделанной работы являются:

- установлены и проанализированы основные факторы, влияющие на устойчивость выработок в соляных породах Гремячинского рудника;
- сформулированы общие положения, которых необходимо придерживаться при оценке устойчивости выработок в соляных породах Гремячинского рудника;
- экспериментально подтверждена возможность применения метода объемного многоступенчатого нагружения для определения прочностных и деформационных характеристик соляных пород, что позволяет существенно снизить необходимый объем породного материала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боликов В.Е., Константинова С.А. Прогноз и обеспечение устойчивости капитальных горных выработок. – Екатеринбург: УрО РАН, 2003. – 374 с.
2. Морозов И.А. Формирование общих подходов повышения устойчивости капитальных горных выработок в условиях глубоких калийных рудников // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. – 2018. – № 1. – С. 351-353.
3. Константинова С.А., Крамсков Н.П., Соловьев В.А. Некоторые проблемы механики горных пород применительно к отработке алмазных месторождений Якутии. – Новосибирск: Наука, 2011. – 223 с.
4. Заславский Ю.З., Зорин А.Н., Черняк И.Л. Расчеты параметров крепи выработок глубоких шахт. – Киев: Техника, 1972. – 156 с.
5. Константинова С.А., Соловьев В.А., Секунцов А.И., Аптуков В.Н. Оценка категорий устойчивости соляных и соленосных пород вокруг горных выработок в проектных решениях для строящихся рудников // Известия вузов. Горный журнал. – 2012. – № 3 – С. 70-73.
6. Kim, M., Ko, H. Multistage Triaxial Testing of Rocks // Geotechnical Testing Journal. – 1979. – V. 2, № 2. – P. 98-105. doi: 10.1520/GTJ10435J.

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ НЕДР

УДК 550.834.05

DOI: 10.7242/echo.2019.2.12

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ АТТРИБУТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СВОЙСТВ ПОРОД ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ РАЗРЕЗА

И.Ю. ГЕРАСИМОВА

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: Анализ сейсмических атрибутов, позволяющий выявлять свойства, состояние, взаимосвязи и особенности геологических образований, в настоящее время широко используются при комплексном изучении залежей углеводородов. Представлены результаты динамической интерпретации, проведенной для изучения особенностей строения приповерхностной части разреза и локализации ослабленных зон в приповерхностном интервале пород для объекта с негативным геомеханическим прогнозом.

Ключевые слова: Верхнекамское месторождение калийных и магниевых солей, малоглубинная 3D-сейсморазведка, сейсмические атрибуты, ослабленная зона.

Сейсмические атрибуты широко используются при комплексном изучении залежей углеводородов, и, являясь неотъемлемой частью процесса сейсмической интерпретации, атрибутный анализ позволяет извлекать из сейсмических данных дополнительную информацию. Современные методы цифровой регистрации и визуализации позволяют оперировать десятками атрибутов, что проявляется в многогранности динамической интерпретации как при выборе собственно параметров анализа, так и в спектре решаемых задач.

В общем случае, на трансформацию сейсмического отклика влияют любые колебания скорости или плотности в массиве пород, обусловленные изменениями литологического и/или минерального состава, пористости, типа и степени насыщения пор и др. Анализ сейсмических атри-

бутов, позволяющий выявлять свойства, состояние, взаимосвязи и особенности геологических образований, представляет собой изучение как динамических характеристик волнового поля и его производных, так и параметров, полученных в результате различных преобразований, расчета геометрических параметров, нейронных сетей, спектрального разложения и др.

Рассмотрим в качестве примера результаты динамической интерпретации, полученные по данным малоглубинной 3D-сейсморазведки в пределах одного из участков Верхнекамского месторождения калийных и магниевых солей. Исследования проводились с целью локализации ослабленных зон в надсоляном интервале пород для объекта с негативным геомеханическим прогнозом.

Надсолевой комплекс пород рассматриваемого участка мощностью до 210 м включает верхнюю подтолщ соляно-мергельной толщи, отложения терригенно-карбонатной толщи и четвертичного времени образования. Верхняя подтолща СМТ представлена глинистыми и доломитизированными мергелями с включениями гипса, пирита, прослоями глинисто-гипсо-ангидритовой породы. Терригенно-карбонатная толща сложена известняками и мергелями. Четвертичные образования представлены суглинками и глиной.

Пространственные исследования надсоляного интервала пород проводились со следующими параметрами пространственной системы наблюдений: шаг между пунктами приема и между пунктами возбуждения составлял 2 м, расстояние между линиями приема и между линиями возбуждения - 16 м, размер бина - 1 × 1 м, количество активных каналов - 288 м, максимальная кратность для нижнего целевого отражающего горизонта (кровля СМТ) - 16 м.

Граф цифровой обработки включал максимально приближенный к традиционному для месторождения набор процедур для отдельных профильных линий.

В результате кинематической интерпретации куба сейсмических данных сформированы пространственные структурные схемы наиболее динамически выраженных отражающих горизонтов, приуроченных к кровле глин (Гл*) в терригенно-карбонатной толще на глубинах порядка 30 м от поверхности наблюдений и к кровле соляно-мергельной толщи (СМТ) на глубинах более 90 м.

Для толщи пород, залегающих выше кровли СМТ, проведен качественный анализ сейсмических атрибутов с целью выделения зон, отличающихся от вмещающего массива, по различным параметрам (амплитуда, частота, фаза, их производные и др.). Эта технология основана на том предположении, что вследствие ряда физических предпосылок изменения состояния и свойств пород могут проявляться на сейсмической записи в виде некоторых эффектов изменения формы отражённых волн и их интенсивности (искажения амплитуд и частот, обращение фаз, появление горизонтальных отражающих поверхностей и др.).

В пределах участка исследований для выделения зон, отличающихся по своим свойствам от

вмещающего массива пород, наиболее значимыми являются следующие атрибуты: мгновенная амплитуда, мгновенная фаза, добротность среды, когерентность формы сигнала на соседних трассах, частотные варианты спектральной декомпозиции, а также различные гибридные характеристики, использующие комбинации вышеперечисленных параметров с вариантами дополнений, позволяющих подчеркнуть локальные особенности того или иного фактора, влияющего на сейсмическую запись. При этом, например, благодаря такому атрибуту, как когерентность формы сигнала (рис. 2а), могут быть выделены две зоны, отличающиеся низкими значениями параметра, что традиционно в нефтегазовой сейсморазведке указывает на наличие латеральных стратиграфических изменений.

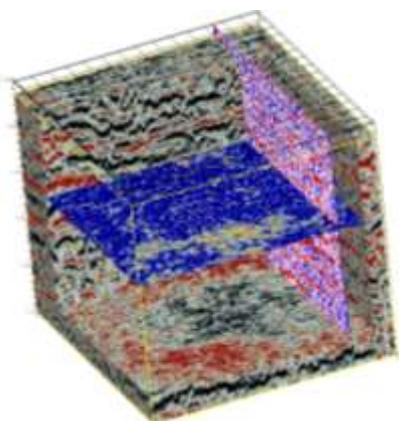


Рис. 1. Визуализация произвольного разреза куба (компазитный разрез для 3D данных)

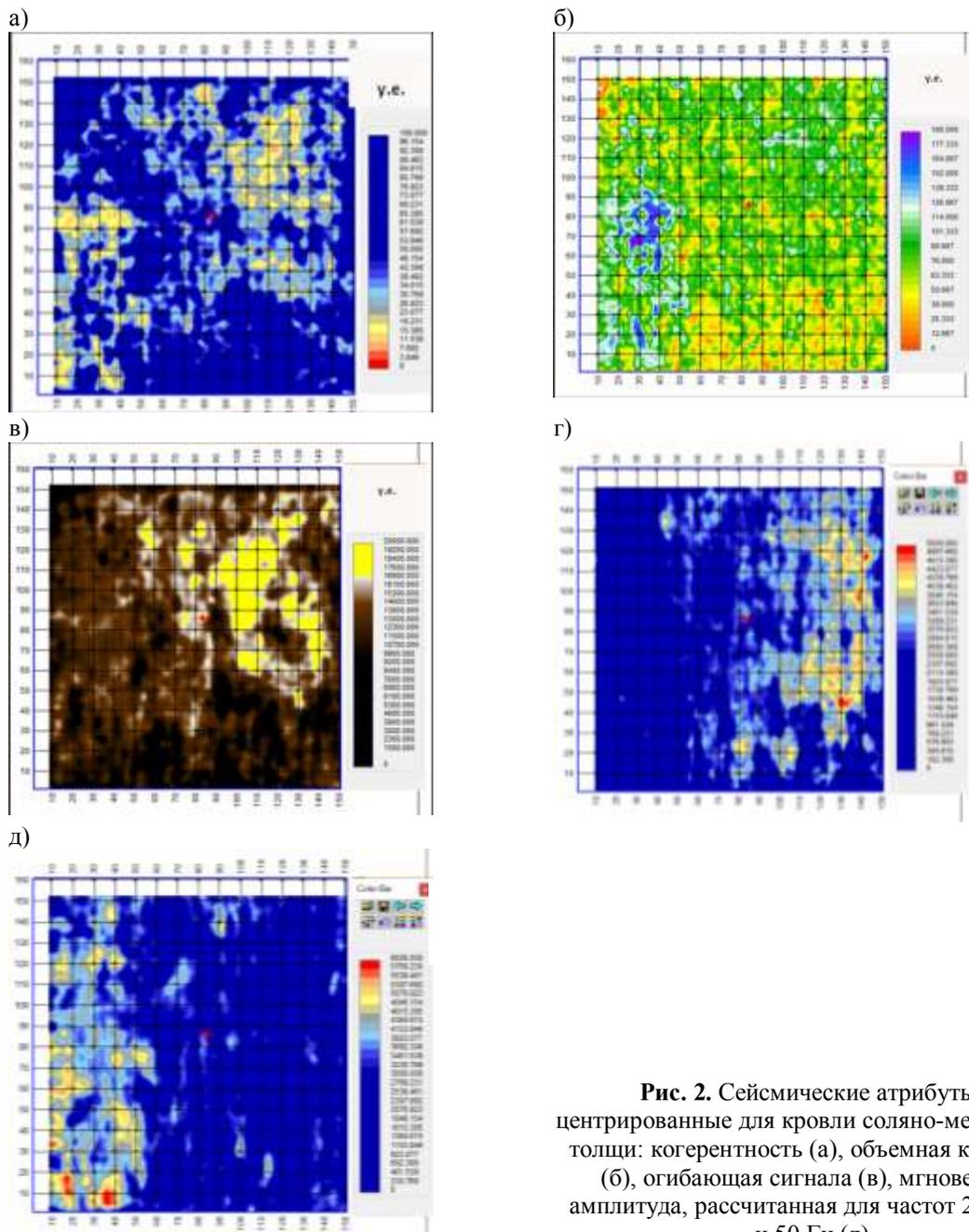


Рис. 2. Сейсмические атрибуты, центрированные для кровли соляно-мергельной толщи: когерентность (а), объемная кривизна (б), огибающая сигнала (в), мгновенная амплитуда, рассчитанная для частот 20 Гц (г) и 50 Гц (д)

Вместе с тем, восточная область характеризуется высокими значениями первой производной огибающей сигнала (рис. 2в), связанной с конфигурацией напластований, и проявляется наиболее ярко в области низких частот при спектральной декомпозиции (рис. 2г). Западный участок выделяется по повышенным величинам объемной кривизны (рис. 2б), связанной с особенностями конфигурации отражающих поверхностей, и прослеживается в полосе частот 50 - 90 Гц (рис. 2д).

Совместный качественный анализ всех сейсмических атрибутов позволяет предположить природный характер образования восточной области и природно-техногенный - западной.

Таким образом, с использованием специализированных программных продуктов могут быть рассчитаны десятки сейсмических атрибутов, некоторые из которых, в зависимости от геологического строения разреза и решаемых задач, могут являться более полезными по сравнению с другими. Различные характеристики сейсмической записи позволяют получить информацию, которая может не проявляться при анализе исходных данных.

Сейсмические атрибуты, определяющие различные характеристики регистрируемых колебаний, могут быть использованы для изучения особенностей строения приповерхностной части разреза и локализации областей, отличающихся по физическим параметрам исследуемого интервала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ампилов Ю.П. Сейсмическая интерпретация: опыт и проблемы. – М.: «Геоинформмарк, 2004. – 276 с.: ил.
2. Петротектонические основы безопасной эксплуатации Верхнекамского месторождения калийно-магниевого солей / под ред. Н.М. Джиноридзе. – СПб; Соликамск, 2000. – 400 с.
3. Фаткин. К.Б. Локализация и идентификация физико-геологических неоднородностей соляной толщи методами сейсмического амплитудного анализа (на примере ВКМКС): автореф. дис. ... канд. техн. наук. 25.00.16: защищена 20.11.08 / Фаткин Константин Борисович. – Пермь, 2008. – 22 с.

УДК 550.834

DOI: 10.7242/echo.2019.2.13

ДИНАМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАЛОГЛУБИННЫХ СКВАЖИННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕННОЙ АВАРИИ

К.Б. ФАТЬКИН

Горный институт УрО РАН, г. Пермь

Аннотация: В статье рассмотрен опыт применения вертикального сеймопрофилирования методом отраженных волн в скважинах, пробуренных вокруг зоны техногенной аварии, с целью уточнения границ зоны обрушения. В результате использования методики многократных перекрытий, получены временные разрезы, на основе которых проведен анализ динамических характеристик отраженных волн с использованием атрибутов AVO-анализа, а именно – коэффициентов Шуэ.

Ключевые слова: малоглубинная сейсморазведка, вертикальное сеймопрофилирование, геофизика, динамические характеристики отраженных волн.

Традиционно скважинная сейсморазведка применяется для решения структурных геологических задач и уточнения строения околоскважинного пространства. Аббревиатура ВСП (вертикальное сейсмическое профилирование) не вполне отображает множество модификаций скважинной сейсморазведки, предложенных к настоящему времени. Теоретическая проработка и практическая реализация таких работ позволяет утверждать, что в процессе детального изучения геологических структур с высокой степенью достоверности можно решать такие задачи как прослеживание отражающих границ в условиях сложного рельефа вышележащих отложений, выделение мелких тектонических структур, слабых отражающих границ, зон выклиниваний и т.д.

Задачу по определению внешних границ разуплотненного породного массива в зоне аварийного участка в пределах шахтного поля СКРУ-2 можно сравнить с решением структурной задачи изучения боковых стенок соляных куполов в 30-х годах прошлого века [1]. Применяемый в этом случае переход от проходящих к отраженным волнам при наблюдениях по вертикальному профилю сравним с аналогичным переходом при наземных наблюдениях. Использование при ВСП не только проходящих, но и отраженных волн, существенно увеличивает возможности ВСП методом отраженных волн (ВСП МОВ) для изучения околоскважинного пространства.

Теоретические предпосылки для использования данного метода таковы, что изучаемый породный массив в зоне обрушения имеет меньшую плотность, чем вмещающие породы. Граница раздела этих сред располагается в пространстве квазивертикально и, следовательно, ее трудно подсечь с поверхности стандартными методиками малоглубинной сейсморазведки. При вертикальном сеймопрофилировании в скважине наблюдения по линии, параллельной границе, позволяют построить наиболее протяженный участок границы при ее картировании.