

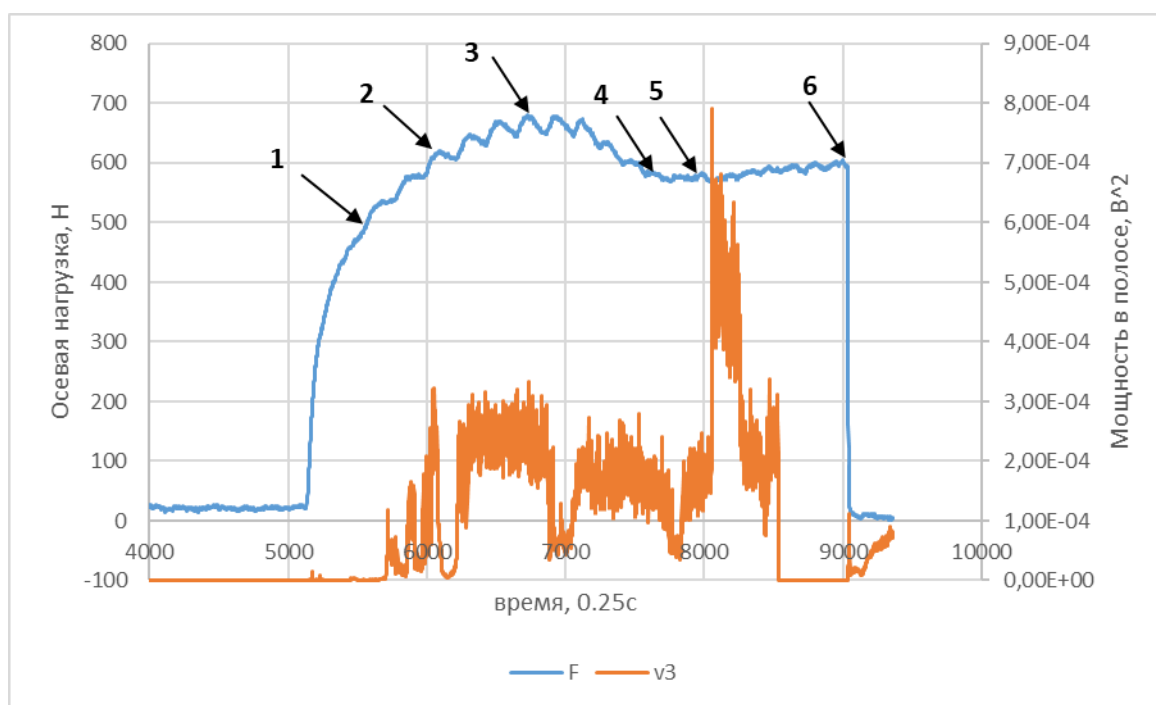


Рис. 2. Временные графики изменения осевой нагрузки образца и мощности вертикальной компоненты акустического сигнала в частотной полосе [500; 1000] Гц

На графике отчетливо заметно, что для первой стадии нагружения характерно отсутствие акустической эмиссии, на второй стадии появляются всплески АЭ, что говорит об возникновении разрывных нарушений среды. Для отдельных стадий нагрузки характерна непрерывная мощность акустического излучения. Завершение нагружения связано с резким снижением АЭ, что дает нам возможность при интерпретации полученных данных выделять стадийность нагрузки не только по изучению особенностей деформационной кривой, но и по акустическому излучению.

Выводы. Были разработаны аппаратно-программный комплекс и методика мониторинга энергии акустического излучения при моделировании разрушения рыхлых горных пород. В ходе проведения тестовых экспериментов была установлена взаимосвязь между нагружением образца и регистрируемой мощностью АЭ. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение АЭ при различных состояниях дисперсных грунтов.

Литература

1. ГОСТ 12248–2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – М.: Стандартинформ, 2012. – 78 с.
2. ГОСТ 12248.3–2020. Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости методом трехосного сжатия. – М.: Стандартинформ, 2020. – 29 с.
3. Методы акустического контроля металлов / Н. П. Алешин, В. Е. Белый, А. Х. Вopilкин [и др.]; Под ред. Н. П. Алешина. – М.: Машиностроение, 1989. – 455 с.
4. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев [и др.]; Под ред. В. В. Клюева. – М.: Машиностроение, 2005. – 656 с.

О ПОЛИМОДАЛЬНОМ РАСПРЕДЕЛЕНИИ ПОРИСТОСТИ В ТЕРРИГЕННЫХ ПЛАСТАХ НА ПРИМЕРЕ ПЛАСТА АВ₁₋₂ САМОТЛОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Слоквенко В.

Научный руководитель профессор И.А. Мельник

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Модой в распределении величин называют значение, которое встречается наиболее часто. В зависимости от числа мод распределение называют одномодальным, бимодальным или полимодальным. Для анализа полимодальных распределений характеристик И. А. Мельником была разработана теория состояний процессов, элементы которой подробно изложены в статье [2]. Данной теорией вводятся определенные основные понятия, необходимые к рассмотрению. Под состоянием процесса преобразования системы под действием внешних влияний понимаются устойчивые, неизменные во времени, периоды изменения внутренних элементов системы и внешнего влияния. Пропорциональное состояние процесса подразумевает пропорциональное изменение интенсивности преобразования системы при изменении лишь одного параметра в изменяющейся

системе, например, периода изменения внутренних элементов системы, а непропорциональное, в свою очередь, подразумевает изменение как периода преобразования внутренних элементов, так и периода внешнего влияния. При стабильном состоянии процесса преобразования распределение погрешностей его параметров сохраняется постоянным во времени или пространстве. При мобильном состоянии процесса нарушается постоянство распределения погрешностей и процесс может реализоваться лишь при пропорциональности изменения. Таким образом, выделяется три основных состояния: пропорционально-стабильное (ПС), непропорционально-стабильное (НС) и пропорционально-мобильное (ПМ), а также два промежуточных: НС* и ПМ*. Путем расчета унифицированных по первой моде математических ожиданий всех мод можно определить состояние процесса, соответствующее каждой из мод. Теорией подразумевается выбор основных факторов влияния – доминирующего и альтернативного, рационально наиболее тесно связанных с изучаемой характеристикой. Каждое из состояний процесса имеет определенную связь с влиянием доминирующего и альтернативного факторов. Каждая мода полимодального распределения уникальна и отражает принципы преобразования. Исследуя распределения тех или иных маркеров процесса, мы можем определить процессы преобразования и их условия. Описание каждого из состояний процесса, а также соответствующие им теоретические математические ожидания приведены в таблице.

Таблица

Математические ожидания и углы унифицированных дискретных состояний статистических распределений интенсивностей процессов преобразования систем [2]

Состояния	Математические ожидания, (μ) усл. ед.	Описание принципа состояния процесса
ПС	0,382	Начальное равновесное состояние процесса
ПМ*	0,392	Уменьшение времени воздействия внешнего доминирующего фактора либо увеличение времени преобразования внутренней системы относительно равновесного состояния процесса
ПМ	0,403	Уменьшение времени течения внешнего фактора либо увеличение времени преобразования внутренней системы под действием доминирующего и альтернативных источников влияния относительно равновесного состояния процесса
НС*	0,418	Уменьшение времени воздействия внешнего доминирующего фактора и пропорциональное увеличение времени преобразования внутренней системы относительно равновесного состояния процесса
НС	0,43	Уменьшение времени воздействия внешнего фактора и пропорциональное увеличение времени преобразования внутренней системы включительно под действием доминирующего и альтернативного источников влияния относительно равновесного состояния процесса

В ходе анализа коэффициента пористости пласта АВ₁¹⁻² было получено его полимодальное распределение. Для анализа использовались результаты интерпретации ГИС, а также непосредственно каротажные диаграммы с 11 скважин месторождения, в которых имела информация по данному пласту. Для анализа использовались только пропластки, насыщенные флюидом. Всего было проанализировано 120 флюидонасыщенных пропластков. Поскольку исследуется латеральное распределение пористости, доминирующими факторами могут являться либо определенная особенность обстановки осадконакопления, либо вторичные геохимические процессы, влияющие на пористость. Гипотеза о влиянии вторичных процессов была отвергнута, поскольку не было обнаружено корреляций между модами и интенсивностями вторичных процессов. Соответственно, в качестве доминирующего фактора была выбрана литолого-фациальная изменчивость. Анализ основывался на сопоставлении исходной фациальной и седиментологической информации с базовыми принципами состояний процессов по методу И. А. Мельника.

Пласт-коллектор АВ₁¹⁻² был сформирован в сложной фациальной обстановке. Формирование пласта приурочено к началу трансгрессии моря. Территория месторождения в этот момент представляла собой авандельтовую равнину. Фации представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и глин в различном соотношении, сформированных в условиях от относительно глубоководных, в дистальной части продельтового склона, до прибрежных, в проксимальной части фронта дельты. Формирование отложений осложнялось климатическими влияниями, вызывавшими паводки, в свою очередь влияющие на привнос осадочного материала, а также на проградацию рукавов дельты и изменение ее морфологии, меняющуюся от лопастной до ассиметричной в зависимости от преобладания речных или морских процессов [1].

На основании того, что основные породы-коллекторы сложены переслаиванием глинистых и песчаных пород, для последующего анализа распределение было разделено на две части, с повышенной и с пониженной глинистостью, в зависимости от степени заполнения объема породы глинистыми минералами, на основании рассчитанного относительного коэффициента глинистости. Основанием для этого послужило суждение о том, что в глинистых и песчаных коллекторах на формирование пористости влияют различные факторы. Разделенное по глинистости распределение представлено на рисунке.

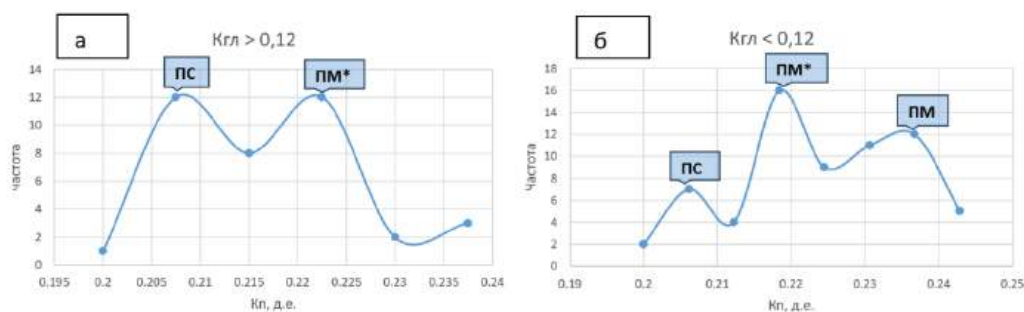


Рис. Разделенные распределения коэффициента пористости с определенными по математическим ожиданиям состояниями: а – с высокой глинистостью; б – с низкой глинистостью.

Для каждого распределения были посчитаны математические ожидания, в соответствии с методикой, подробно описанной в [2]. Породы с относительно высокой глинистостью могут принадлежать к группе фаций продельтового склона, представляющих собой удаленную от источника сноса область с преимущественно низкой энергией моря, где взвесь глинистых частиц испытывает спокойное гравитационное осаждение. Чем дальше область склона от берега моря, тем более спокойное осаждение испытывают глинистые частицы. Тем не менее, при определенных климатических условиях, во время паводков, часть песчаного материала может доноситься до проксимальной части продельтового склона, что подтверждается наличием песчаных линз в породах данной фации [1]. В качестве доминирующего фактора была выбрана степень преобладания глинистого материала над песчаным, определяемая привносом песчаных частиц из области сноса, что отражается на скорости осадконакопления. Фации дистальной части продельты соответствуют состоянию ПС, когда осаждение происходило в спокойной обстановке. В случае попадания песчаного материала в проксимальной части продельтового склона нарушается равновесное состояние, увеличивается скорость осадконакопления и за равный период успевает осесть меньше глинистых частиц. Фации проксимальной части продельты соответствуют состоянию ПМ*

Доминирующим фактором, влияющим на пористость преимущественно песчаных коллекторов в пределах пласта АВ₁¹⁻² является преобладание влияния энергии речных процессов над энергией морских процессов. В качестве альтернативного фактора было выбрано влияние климатических условий, приводящих к паводкам и изменению конфигурации дельты. Мода ПС интерпретируется как слабое, практически отсутствующее влияние речных процессов на формирование пород. Слабоглинистые породы, с пористостью в районе моды ПС относятся к породам фации дистальной части фронта дельты. Формирование пород с пористостью в области моды ПМ* связаны с умеренным увеличением влияния речных процессов, приводящих, во-первых, к привносу более крупных фракций, во-вторых, к увеличению скорости седиментации. Но речной поток не обладал слишком высокой скоростью, благодаря чему сохранялся длительный период переноса осадков и увеличивалась их окатанность. Состояние ПМ подразумевает значительное преобладание речных процессов с одновременным влиянием климатических факторов, приводящих к паводкам и значительному увеличению энергии речного потока, что, в свою очередь, приводило к увеличению доли крупной фракции, а также к нарастанию устьевых баров. Породы состояния ПМ* и ПМ относятся к проксимальной части фронта дельты, но формировались с периодически изменяющимися условиями.

Литература

1. Геологическое моделирование прибрежно-морских отложений (на примере пласта АВ₁ (АВ₁¹⁻²+АВ₁³) Самотлорского месторождения) [Текст] / В. А. Аксарин, М. С. Анохина, И. В. Буйкина, М. А. Грищенко, К. Е. Закревский, К. В. Зверев, Д. А. Зундэ, А. И. Кудаманов, А. Г. Кузнецов, А. В. Мальшаков, Н. В. Нассонова, А. В. Хабаров, Л. В. Черновек; под ред. К. Е. Закревского. – Тюмень: Вектор Бук, 2017. – 314 с.
2. Мельник, И. А. Полиmodalность распределения вторичных каолинитов в открытых системах песчаных коллекторов [Текст] / И. А. Мельник // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 8. – С. 17–29.

МАГНИТНЫЕ АНОМАЛИИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ МЕДНО-ПОРФИРОВОГО И КВАРЦ-СУЛЬФИДНОГО ТИПОВ

Федоров В.Г.

Научный руководитель доцент Ю.В. Колмаков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

К одним из основных источников драгоценного металла в России можно отнести золоторудные месторождения медно-порфирового типа на Дальнем Востоке в пределах Приамурской вулканоплутонической зоны Сихотэ-Алинской складчатой системы (яркие представители – месторождение Малмыжское и Понийский