

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СТУДЕНТОВ

24-29 апреля 2009 г.

ГЕОЛОГИЯ, ГЕОФИЗИКА И ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 550.8:004.032.26

НЕКОТОРЫЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ, РЕШАЕМЫЕ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ПРОГРАММНЫХ МОДУЛЕЙ

ПИРОЖЕНКО В. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Проблема создания искусственного интеллекта привлекает многих ученых. По своей сути этот термин означает способность искусственной системы реализовывать функции интеллекта человека, например, принимать решения на основе имеющегося опыта и анализа складывающейся ситуации. Попытки воспроизведения структуры мозга человека и принципов его функционирования привели к появлению теории нейронных сетей, нейроматематики, нейроинформатики. В данных дисциплинах принято считать, что носителем искусственного интеллекта могут стать современные вычислительные машины, значительная часть которых реализована в виде искусственных нейронных сетей. И пусть сейчас не существует модели, в полной мере претендующей на звание искусственного интеллекта, можно рассматривать нейросетевые технологии как весьма перспективные сервисные алгоритмы для решения задач (аппроксимации, классификации и распознавания образов, прогнозирования, идентификации и оценивания, ассоциативного управления [2]) во многих теоретических и практических областях.

Базовый элемент искусственной нейронной сети – искусственный нейрон – модель естественной нервной клетки человека. Обычно он представляет собой простой процессорный элемент, имеющий входы с подстраиваемыми весовыми коэффициентами, сумматор, функцию активации и выход. По отдельности нейроны имеют весьма ограниченные вычислительные возможности, но, являясь частью структуры, оказываются способны решать довольно сложные задачи. Сеть представляет собой систему неравнозначных прямых и обратных связей между входами и выходами нейронов одного и различных слоев. Процесс создания искусственной нейронной сети можно условно разделить на следующие этапы: анализ исходных данных на стадии постановки задачи, их преобразование; выбор архитектуры и структуры сети; выбор алгоритма обучения, обучение и тестирование сети; анализ точности нейросетевого решения.

Важнейшая особенность нейронных сетей – их высокая параллельность, из которой, в свою очередь, следуют значительное быстродействие и отказоустойчивость. Наиболее же привлекательное свойство и главное их отличие от обычных электронных систем, создаваемых человеком – способность к обучению. Сеть обучается для некоторого множества входных сигналов давать желаемое множество выходных. Обучение осуществляется путем последовательного предъявления входных векторов с одновременной подстройкой весовых коэффициентов в соответствии с определенной процедурой (алгоритмом обучения) [3]. Благодаря этому, нейронная сеть способна накапливать знания, после чего самостоятельно составлять таблицы соответствий, производить обобщения, фокусировку, вследствие чего получать обоснованный результат для данных, которые не встречались в процессе обучения [2]. Кроме того, нейронные сети обладают способностью адаптировать свои веса к изменениям внешних условий. В частности, обученные действовать при

определенных условиях они могут быть легко переучены для работы в несколько отличающейся ситуации.

При интерпретации результатов различных методов геофизических исследований скважин зачастую в том или ином виде фигурирует задача распознавания образов (литологическое расчленение, классификация коллекторов по пористости, проницаемости и т. п.). Распознавание образов – это процесс, в результате которого принимаемый сигнал относится к одному из s классов. Нейронная сеть обучается на образцах, относящихся к известным классам, после чего определяет класс предъявляемого образа. Используются два типа обучения: несупервизорное (без учителя) и супервизорное (с учителем). Пространство решений разбивается на области, соответствующие различным классам. Происходит преобразование множества наблюдений m векторов образов $\{x\}$ в множество q векторов пространства признаков образа: $\{x\}_m \rightarrow \{y\}_q$. Далее следует непосредственно классификация как отображение множества $\{y\}$ пространства признаков образа в множество, состоящее из s классов $\{R_i\}$, где $i=1, 2, \dots, s$.

При записи часто страдает качество каротажных диаграмм. Нейросетевые алгоритмы дают возможность идентификации сложных объектов при наличии неполной измерительной информации посредством ассоциации образов. Сеть после обучения хранит эталонный набор и при предъявлении неполного или зашумленного образца выдает истинный образ, впоследствии также относя его к определенному классу.

Условия на месторождениях, объектах различны, и многие функциональные зависимости требуют внесения поправок, точную величину которых, в ряде случаев, определить непросто. С помощью нейросетевых моделей возможна аппроксимация функции, т. е. определение функции f , которая воспроизводит нелинейное отображение $(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow (a_1, a_2, \dots, a_n)$, связанное с неизвестной функцией z . В процессе обучения сети предоставляется множество примеров соответствия $\{x\}$ и $\{a\}$, после чего она будет выполнять отображение функцией f с ε -точностью, где ε – параметр аппроксимации [1].

Нейросетевые алгоритмы обладают высокой надежностью, быстродействием, точностью, относительно низкой стоимостью и дают возможность решать задачи большой вычислительной сложности. Создание геофизических программных и аппаратных модулей, приложений в нейросетевом базисе – перспективная развивающаяся область.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Меркушева, А. В. Нейросетевые методы обработки сигналов в информационных системах. Элементы структуры, принципы обучения и мера многообразия отображений, реализуемых нейронной сетью / А. В. Меркушева // Информационные технологии. – 2005. – № 3. – С. 9–20.
2. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский – М.: Финансы и статистика, 2004. – 496 с.
3. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.

УДК 553.98 (571)

НЕФТЕГАЗОПОИСКОВАЯ ЗНАЧИМОСТЬ СИКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ ДЛЯ РАЗНЫХ СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ГОРИЗОНТОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО БАССЕЙНА

ШАЙХУТДИНОВА А. Т.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Основной единицей сиквенс-стратиграфии является сиквенс-последовательность генетически связанных слоев, ограниченная несогласиями и коррелятивными им согласиями, образованная за один цикл эвстатических колебаний.

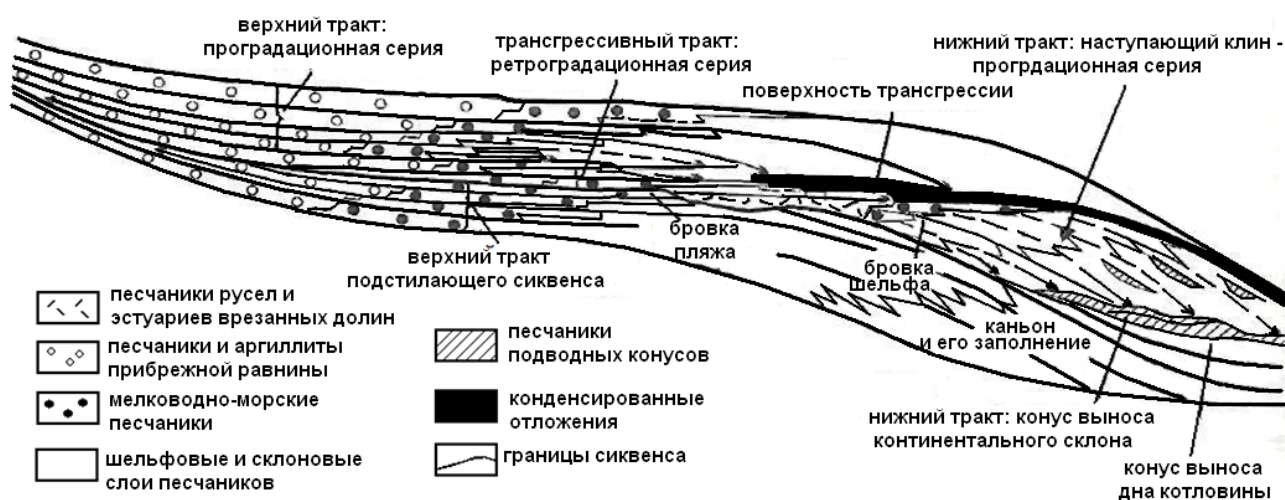
В зависимости от положения уровня моря относительно бровки шельфа образуются системы напластования, формирующие сиквенс. Такие седиментационные системы принято называть трактами.

Тракт низкого стояния уровня моря (нижний тракт – lowstand system tract) сложен клиноформами проградационного типа (турбидитами) и конусами выноса палеокотловины и палеосклона.

Трансгрессивный тракт (transgressive system tract) образуется при подъеме уровня моря над бровкой шельфа, представлен отложениями трансгрессивного строения. В момент формирования поверхности максимального затопления вследствие дефицита осадков в зашельфовой области накапливается тонкий слой глинистых отложений.

Тракт высокого стояния уровня моря (верхний тракт – highstand system tract) характеризуется стабильным положением ландшафтных обстановок. В разрезе верхнего тракта аградационные слои сменяются проградационными, имеющими геометрию наступающих клиноформ.

Выделяются два типа сиквенсов и, соответственно, два типа их границ (см. рисунок).



Принципиальный разрез сиквенса

Сиквенс первого типа содержит нижний, трансгрессивный и верхний системные тракты. При низком стоянии уровня моря в результате осушения шельфа и смещения осадконакопления в сторону морского бассейна образуется субаэральная поверхность несогласия – граница сиквенса первого типа.

Подшовой сиквенса второго типа является поверхность подводной эрозии. При отсутствии четкого несогласия граница может быть восстановлена по смене проградационных фаций аградационными и ретроградационными [1, 2].

Изучение условий формирования продуктивных отложений, особенностей литолого-фациальных зон и их распределения в разрезе определяет возможности выявления новых месторождений углеводородного сырья.

Нижний системный тракт (LST) характеризуется широким распространением песчаных коллекторов. Стратиграфические и структурные ловушки связаны с песчаниками тыловых частей клиноформ и подводных конусов выноса палеокотловины. Превосходными коллекторами являются мелководные прибрежные пески дельт и врезанных долин.

Трансгрессивный системный тракт (TST) содержит пласты-коллекторы, приуроченные к прибрежной зоне осадконакопления. Конденсированные слои трансгрессивного тракта представляют собой лучшие нефтематеринские породы.

Верхний системный тракт (HST) характеризуется утонением материала и практически отсутствием коллекторов. В целом он благоприятен для формирования флюидоупоров [2].

В разрезе плитного комплекса Западно-Сибирского эпиконтинентального мегабассейна по особенностям строения контрастно выделяется верхнеюрско-неокомский проградационный

квазисинхронный сейсмокомплекс. Он состоит из двух подкомплексов – нижнего (депрессийного) и верхнего (клиноформенного).

На территории широтного Приобья в составе келловей-верхнеюрских отложений сиквенс-стратиграфический анализ позволяет выделить васюганский сиквенс, ограниченный поверхностями несогласия. В сиквенсе выделены два структурных элемента: трансгрессивный тракт и тракт высокого стояния, разделенные поверхностью максимального затопления. Улучшенные фильтрационно-емкостные свойства пород следует связывать с верхней частью системного тракта высокого стояния. С поверхностями максимального затопления связывают потенциальные нефтематеринские отложения [3].

Строение неокомских песчаников отвечает сиквенсу первого типа с наличием нижнего, трансгрессивного и верхнего системных трактов [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000 – 112 с.
2. Осадочные бассейны: методика изучения, строение, эволюция / Под. ред. Ю. Г. Леонова, Ю. А. Воложа. – М.: Научный мир, 2004. – 526 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 543).
3. Ян, П. А. Седиментационная и сиквенс-стратиграфическая модель васюганской свиты Верхнепурского фациального подрайона (по материалам Тюменской СГ-6) / П. А. Ян // Геология и геофизика, 2003. – № 8. – Т. 44. – С. 796-808.

УДК 552.08:552.5 (571)

КОРРЕЛЯЦИЯ ПЛАСТА Ю₁ ПО ПРОФИЛЮ СКВАЖИН ВЕРХ-ТАРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

КОРДЮКОВА А. Н.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Верх-Тарское месторождение нефти находится в Северном районе Новосибирской области, в 340 км к северо-западу от г. Новосибирска. Нефтяное месторождение открыто в 1970 г. В основании осадочного чехла развиты юрские отложения, залегающие на размытой поверхности палеозойских образований. Они представлены континентальными фациями тюменской, прибрежно-морскими отложениями васюганской и морскими отложениями георгиевской и баженовской свит. На осадках тюменской свиты залегают отложения васюганской свиты (келловейский + оксфордский ярусы), характеризующие начало морской трансгрессии в юрском периоде на территории Западно-Сибирской равнины. В кровле васюганской свиты выделяется продуктивный пласт Ю₁, к которому приурочена нефтяная залежь месторождения. Перекрывается пласт Ю₁ маломощными морскими осадками георгиевской свиты. Отложения меловой системы составляют наиболее значительную часть разреза Западно-Сибирской плиты. Нижнемеловые осадки представлены морскими образованиями куломзинской и тарской свит, а также континентальными породами киялинской и покурской свит. К верхнемеловым отложениям относятся верхняя часть покурской свиты и морские образования кузнецовской, ипатовской, славгородской и ганькинской свит. Неогеновые и четвертичные породы представлены желтовато-серыми супесями, глинами и песками серыми, желтовато-серыми.

Нефтеносность месторождения установлена в коре выветривания палеозоя (пласт М) и в отложениях васюганской свиты верхней юры (пласт Ю₁). Наибольший интерес представляет пласт Ю₁, так как он является основным продуктивным пластом месторождения. Пласт вскрыт на глубинах 2444,0-2530,4 м. Общая его мощность – 7,2-24,8 м, эффективная – 4,2-17,6 м, нефтенасыщенная – 1,0-15,2 м. Пласт Ю₁ сложен песчаниками и крупнозернистыми алевролитами с небольшими по мощности прослоями аргиллита. На площади прослеживается повсеместно. Пористость песчаников колеблется от 11 до 20 %. Интерпретируют пласт Ю₁ не как единое целое, а как сумму самостоятельных пластов, индексируемых сверху вниз по разрезу, как Ю₁¹, Ю₁², Ю₁³, Ю₁⁴. Расчленение на отдельные пласты происходит из-за наличия и прослеживания по площади углей и

углистых аргиллитов среди песчаников верхней подсвиты, которые делят ее разрез на две части: подугольную с регрессивными песчаными пластами Ю₁⁴, Ю₁³ и надугольную – с трансгрессивными пластами Ю₁², Ю₁¹. Автором построена схема корреляции верхнеюрских отложений (Ю₁¹⁺² и Ю₁³⁺⁴) с вынесенными на нее скважинами (№№ 3, 10, 12). При построении схемы горизонтальный масштаб был выбран 1:10000. При корреляции за нулевой горизонт выбран репер первого порядка, который прослеживается по всей Западно-Сибирской нефтегазоносной мегапровинции – георгиевская свита [1]. Затем на составленную схему корреляции была вынесена литологическая характеристика выделенных пластов.

Проанализировав корреляционную схему, можно сделать следующие выводы.

1. Пласт Ю₁¹⁺² прослеживается по всей площади. Имеет максимальную мощность (30 м) в скважине № 12. Пласт сложен, в основном, песчаным материалом, местами с прослоями аргиллитов и алевролитов. Песчаники обладают плохой сортированностью и средней окатанностью, а также характеризуются наличием зерен глауконита, фосфата, сидерита, пирита и остатков микрофауны.

2. Пласт Ю₁³⁺⁴ имеет большую мощность по сравнению с пластом Ю₁¹⁺², составляющую примерно 50 м. В составе пласта также преобладают песчаные отложения, но местами наблюдаются прослои аргиллитов и алевролитов. Песчаники характеризуются хорошей окатанностью и сортировкой обломочного материала. В отложениях имеются зерна пирита, скопления глауконита и сидерита. Встречаются обломки карбонатов, которые представлены зернами кальцита и доломита. В самой нижней части пласта наблюдается обилие растительного материала, местами углефицированного [2].

3. Основные песчаные пласты группы Ю₁ формировались в мелководно-морских условиях. Песчаные пласты Ю₁⁴ и Ю₁³ формировались в регрессивной обстановке осадконакопления. Залегающие выше пласты Ю₁² и Ю₁¹ накопились в условиях новой (второй) более обширной трансгрессии, завершившейся установлением на обширной части Западно-Сибирской низменности стабильного морского бассейна.

В результате проделанной работы можно представить себе общий механизм осадконакопления песчаного пласта, дополняющий работы [3, 4], следующим образом. Пласт формировался во время регрессии морского бассейна при поступлении обломочного материала с восточного и юго-восточного направлений. Отложение песчаного материала происходило при последовательном смещении береговой линии в двух основных фациальных зонах, существовавших на тот момент:

- сублиторальная обстановка мелководного моря (северная часть месторождения);
- флювиально-дельтовая зона (южная часть).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бакиров, А. А. Литолого-фациальный и формационный анализ при поисках и разведке скоплений нефти и газа / А. А. Бакиров, А. К. Мальцева. – М.: Недр, 1985. – 159 с.
2. Золоева, Г. М. Геолого-геофизическое моделирование залежей нефти и газа / Г. М. Золоева, С. Б. Денисов, С. И. Билибин. – М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 166 с.
3. Пинус, О. В. Условия осадконакопления песчаных пластов Ю₁ в центральных и юго-восточных районах Западной Сибири / О. В. Пинус, М. И. Куренко, Ю. В. Шульев, А. В. Билинчук // Геология нефти и газа, № 2, 2008. – С. 34-43.
4. Шурыгин, Б. Н. Сиквенс-стратиграфическая интерпретация келловей и верхней юры (васюганская свита) Западной Сибири / Б. Н. Шурыгин, О. В. Пинус, Б. Л. Никитенко // Геология и геофизика, № 40/6, 1999. – С. 843-862.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОСТРУКТУРЫ ПО ПЛАСТУ «П» ПАЛЬЯНСКОЙ ПЛОЩАДИ МОРТЫМЬЯ-ТЕТЕРЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

УСПЕХОВА Я. Н.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Мортымья-Тетеревское месторождение, входящее в состав Шаимской группы нефтяных месторождений Тюменской области, расположено на площади одноимённого лицензионного участка, владельцем которого является ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь». Открыто в 1961 г., вступило в эксплуатацию в 1966 г. В административном отношении месторождение располагается на территории Кондинского района Ханты-Мансийского автономного округа.

В пределах Мортымья-Тетеревского месторождения всеми пробуренными скважинами вскрыты отложения мезокайнозойского платформенного чехла толщиной 1550-1700 м и верхняя часть доюрского фундамента с корой выветривания. Породы доюрского комплекса представлены гранитоидно-сланцевой толщей в пределах локальных структур и эффузивно-песчано-глинистой толщей (триас?), развитой в прогибах. В верхней части фундамента, на глубине 1432-1957 м, развита кора выветривания, представленная в основном каолинитово-гидрослюдистыми разностями, толщина ее достигает 50 м.

Абалакская свита (J_2k-b) залегает трансгрессивно на породах фундамента и согласно на породах тюменской свиты. В ее породах встречена фауна пеллеципод, аммонитов и фораминифер. Толщина свиты – от 10 до 52 м. Характеризуется существенно глинистым составом. Исключение составляют разрезы наиболее приподнятых участков, где породы абалакской свиты замещаются песчаниками вогулкинской толщи, представленной на данной площади продуктивным пластом «П» [1]. Вогулкинская толща сложена серыми и темно-серыми песчаниками и алевролитами. Характерной особенностью строения залежей нефти горизонта «П» является то, что базальные песчаники распространены не повсеместно. Они залегают в эрозионно-тектонических ложбинах фундамента в виде отдельных полей, имеющих сложную конфигурацию, выклиниваясь к сводам поднятий. По мере погружения крыльев поднятий толщина коллектора горизонта «П» увеличивается. Породы горизонта «П» перекрываются глинистыми осадками волжского (верхняя юра) и валанжинского (нижний мел) ярусов, тем самым создавая ловушки для скопления углеводородов. Границы залежей нефти контролируются, с одной стороны, положением ВНК, а с другой – положением линии выклинивания коллекторов.

В настоящее время по исследуемому району получено много новых данных по нефтеносности горизонта «П», поэтому не случайно автором выбрана данная тематика. Основная цель работы – исследование морфоструктуры пласта «П» Пальянской площади. «Под морфоструктурой надо понимать структурно-геоморфологическое образование, объединяющее в одно целое новейшую тектоническую структуру и группу форм рельефа, возникших на ее основе при активном содействии экзогенных процессов» [4]. Результатом работы является построение модели в виде блок-диаграммы по горизонту «П». Анализируя блок-диаграмму, можно сказать, что наибольшая мощность, исходя из кривых КС и ПС, преобладает в скважинах 851, 848, 850, 842, составляет 11-14 м, а наименьшая – в скважинах 839, 840, 856, 855. Продуктивный горизонт «П» расположен в интервале глубин от 1535 м (скважина № 856) до 1675 м (скважина № 850). При принятой отметке ВНК, равной 1518,0 м, размеры составляют 4,2×1,75 км, ширина водонефтяной зоны, в среднем, 500,0 м, она занимает 19,0 % площади залежи.

Отсюда можно предположить, что снос обломочного материала происходил с юго-восточной части, представленной структурным выступом, где происходили процессы разрушения горных пород под действием выветривания, в наиболее низкие места, где стали аккумулироваться продукты разрушения – отложения вогулкинской толщи.

В позднекелловейское, оксфордское, кимериджское время структурный выступ представлял собой сушу, окруженную прибрежным морем, и одновременно являлся источником сноса осадков. Осадки прибрежно-морского комплекса фаций представляют наибольший интерес, так как именно в прибрежной части моря формируются многочисленные песчаные тела значительной мощности, протяженности, способные аккумулировать большие скопления нефти и газа. С удалением от

структурного выступа (суши) происходит уменьшение толщин песчаных фаций вогулкинской толщи абалакской свиты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бoryгина, Н. А. Анализ перспектив нефтегазоносности коры выветривания фундамента на Мортмыя-Тетеревском месторождении / Н. А. Бoryгина // Вестник недропользователя ХМАО. – № 2. – 2008. – С. 33-37.
2. Ибраев, В. И. Динамический анализ и моделирование при решении задач выделения границ фациального замещения коллекторов абалакской свиты / В. И. Ибраев // Геология нефти и газа. – № 4. – 2006. – С. 32-38.
3. Курьшева, Н. К. Анализ палеорельефа верхнеюрских пород Шаимского нефтегазоносного района с целью прогноза залежей углеводородов / Н. К. Курьшева, В. Н. Дегтева [и др.] // Вестник недропользователя ХМАО. – № 15. – 2005. – С. 32-36.
4. Шапошников, В. М. Методика исследования морфоструктур в практике нефтепоисковых работ / В. М. Шапошников – М.: Недра, 1973. – 207 с.

УДК 551.31/35 (571)

ФАЦИАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СПОРЫШЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

ФАТХУТДИНОВА А. Р.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Спорышевское месторождение расположено в Пуровском районе Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области. Оно находится в 10 км к северо-западу от г. Ноябрьск и в 40 км от ближайшего разрабатываемого Западно-Ноябрьского месторождения. Месторождение открыто в 1993 г.

Целью работы является изучение изменчивости условий осадконакопления неоконских отложений Спорышевского месторождения, определение и сопоставление электрометрических моделей по методике В. С. Муромцева. «Электрометрической моделью фаций называется отрезок кривой ПС, образованный одной или несколькими аномалиями, увязанными с граничными значениями α_{nc} и отражающими изменения литофизических свойств пород, обусловленных характерной последовательностью смены палеогидродинамических уровней среды седиментации во времени» [2].

На основе детального определения генезиса неоконских отложений построен профиль по скважинам: №№ 155, 169, 1000, 1001 с использованием электрометрических моделей, определение которых осуществлялось путем сравнения характеристик аномалий кривой ПС с моделями фаций. По итогам выполнения профиля можно сделать выводы, что по своей форме кривые подразделяются на две основные обстановки осадконакопления: прибрежно-морскую и переходную. Сравнивая в целом разрез, можно выделить следующие фации: русловых отмелей, песчано-глинистые отложения мелководной части шельфа, подводного склона, морского края, подводной равнины. Прибрежно-морские отложения представлены фациями вдольбереговых регрессивных баров, прибрежных валов и пляжей.

В верхней части разреза отмечается выдержанная пачка отложений нижней подводной равнины, с подстилающими морскими осадками фации пляжей. В средней части разреза наблюдается выдержанный пласт, представленный отложениями подводной равнины (мощность пласта изменяется от 17 м в скв. № 155 до 28 м в скв. № 1001). Ниже залегает пласт также выдержанных отложений морского края, который изменяется от 48 м в скв. № 155 и уменьшается до 8,5 м в скв. № 1001. Далее по профилю он переходит в уменьшающийся по мощности в скважине № 155 пласт, сложенный отложениями русловых отмелей.

Рассматривая каждый разрез скважины в отдельности, можно судить о том, что в скважине № 155 маломощные слои морской обстановки осадконакопления (развиты прибрежные валы и

пляжи) сменяются более мощными дельтовыми отложениями. За фацией прибрежных валов следуют отложения мелководной части шельфа, подводной равнины, подводного склона. В верхней части наиболее распространены (и являются наиболее мощными) отложения подводной равнины, песчано-глинистых отложений мелководной части шельфа и подводного склона и морского края.

В скважине № 169 наблюдается примерно та же картина с преобладанием дельтовых и второстепенным развитием морских отложений. Также самыми распространенными и мощными являются отложения фаций подводной равнины, песчано-глинистые отложения мелководной части шельфа и морского края. Осадки морской обстановки развиты лишь в верхней части разреза (отложения фации пляжей мощностью 5 м) и в нижней – отложения вдольбереговых баров.

Разрез в скважине № 1000 представлен фациями подводной равнины, подводного склона и морского края, с преобладанием первых. Отложения морской обстановки отмечаются также в верхней части (маломощный пропласток отложений пляжей, мощностью 5,3 м).

В скв. № 1001 так же прослеживается маломощный пласт (7 м) фации пляжей, и в нижней части отмечаются отложения прибрежных валов, относящиеся к морской обстановке осадконакопления. Из дельтовых отложений развиты мощные пласты, приуроченные к подводной равнине, подводного склона, русловых отмелей. В данной скважине широко распространены песчано-глинистые отложения мелководной части шельфа.

Следует указать, что известная литература по условиям осадконакопления нижнемеловых отложений в пределах Сургутского района не дает однозначного ответа на вопросы, касающиеся их генезиса. Так, по мнению М. Д. Белонина и В. В. Шиманского породы формировались в условиях глубоководного конуса выноса [1]. А. А. Потрясов делает выводы о том, что алымская свита приурочена к дельтовой равнине (русла, старицы, озера) [3], М. В. Салмин выделяет неокомские пласты группы БС как шельфовые [4]. По данным интернета [5], ачимовские отложения приурочены к нижней части подводного аккумулятивного склона и его подножию. По полученным нами фациальным кривым в изучаемом разрезе можно сделать выводы, что смена обстановки осадконакопления наблюдается от прибрежно-морской до дельтовой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Белонин, М. Д. Распределение поровых и сложных порово-трещинных коллекторов в отложениях глубоководных конусов выноса неокома Западной Сибири / М. Д. Белонин, В. В. Шиманский // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений, 2006. – № 12. – С. 29-33.
2. Муромцев, В. С. Электрометрическая геология песчаных тел – литологических ловушек нефти и газа / В. С. Муромцев – Л.: Недра, 1984. – 260 с.
3. Потрясов, А. А. Изучение неоднородности пласта по геофизическим данным / А. А. Потрясов // Вестник недропользователя ХМАО // <http://www.oilnews.ru/magazine/2007-17-09.html>
4. Салмин, М. В. Прогноз распространения литологических резервуаров в ачимовской толще Сургутского свода / М. В. Салмин // Нефтяное хозяйство, 2006. – № 1. – С. 13-18.
5. Седиментогенез отложений ачимовской толщи Северного Приобья // www.geolib.ru/OilGasGeo/2006

УДК 553.98 (571)

СЕЙСМОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОДУКТИВНОГО ПЛАСТА Ю₁¹ КАК ОСНОВА ПОДСЧЕТА ЗАПАСОВ

ЛЕВАЯ С. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Северное месторождение расположено в Северном районе Новосибирской области, в верховьях р. Тара. Поисковое бурение в пределах Северной площади начато в 1969 г. Месторождение открыто в 1971 г. Оно приурочено к северо-западному куполу Ракитинской структуры, осложняющей северную часть Таволгинского структурного мыса. В разрезе осадочного чехла выделены юрские, меловые, палеогеновые, неогеновые и четвертичные отложения.

Основная нефтегазоносность Северного месторождения связана с верхнеюрскими отложениями. Комплексом геологоразведочных работ, проведенных в скважинах изучаемой площади, промышленная нефтегазоносность установлена в пласте Ю₁¹. Пласт вскрыт скважинами на глубине 2408-2469 м. Сложен он преимущественно песчано-алевролитовыми породами с прослоями аргиллитов. Цемент карбонатный, каолиновый, гидрослюдистый, иногда встречается монтмориллонитовый. Коллекторские свойства песчаников и алевролитов низкие. По данным небольшого количества образцов открытая пористость песчаников 10-12 %. Залежь нефти, размерами 12,8×2,0-5,8 км и высотой 90 м, связана с куполовидной складкой.

В приведенной работе решается задача прогноза геологического строения верхнеюрских отложений Северного месторождения. Наиболее полное и точное построение модели снижает уровень риска при планировании схемы разработки залежи при поисково-разведочном бурении. Для построения модели использовались данные по 6-ти скважинам (2, 4, 5, 8, 10, 14), расположенным в пределах изучаемого месторождения. Подготовительным этапом создания модели месторождения послужил сбор и анализ данных по геологическому строению Северного района Новосибирской области и Северного месторождения. Далее создавался интерпретационный проект в пакете Kingdom Suite, куда вводились скважинная информация (координаты, ГИС, инклинометрия и т. д.) и временные разрезы. Только после этого началась непосредственная работа над построением модели, выполнявшаяся в несколько этапов. На первом этапе была проведена корреляция разрезов скважин по комплексу ГИС, которую можно разделить на два подэтапа.

1) Выделение опорных границ. Таковыми на данной площади являются кровля баженовской свиты (горизонт Б) и кровля доюрских образований (отражающий горизонт А).

2) Корреляция отложений между опорными границами. На втором этапе по результатам корреляции были построены структурные карты основных отражающих горизонтов и рассчитаны карты мощностей этих же горизонтов.

Далее, путем Kriking-интерполяции, выполнялось построение карты мощностей продуктивного пласта Ю₁¹, картировались границы выклинивания.

На заключительном этапе строилась карта прогноза нефтеносности продуктивного пласта Ю₁¹. Для этого были построены карты по кровле и подошве продуктивного пласта. На основе комплексной интерпретации и результатов испытаний определено положение ВНК. Рассчитана эффективная мощность пласта. На структурной карте по кровле проведен внешний контур нефтеносности.

Основным результатом работы является создание геологической модели продуктивного пласта Ю₁¹ Северного месторождения, по данным корреляции скважин. На основании построенной модели выявлена предполагаемая зона глинизации пласта, установлена эффективная нефтенасыщенная мощность коллектора, изучены результаты испытания скважин, пробуренных в пределах данного месторождения.

Следует отметить, что практически во всех работах и фондовых документах, касающихся изучения пластов Ю₁, для последних отмечаются высокая неоднородность и сложное геологическое строение. Невыдержанность пластов часто проявляется в виде резкой изменчивости общих и эффективных толщин, локальных выклиниваний и зон глинизации [3]. Скважины 2, 5 и 8 находятся именно в зоне глинизации пласта. Скважины 5 и 8, по результатам испытаний, оказались сухими, но скважина 2, пробуренная в северо-западном куполе Ракитинской структуры, дала фонтан нефти. Дебит составляет 24 м³/сут. Скорее всего, высокий промышленный приток объясняется тем, что скважина попадает в зону трещиноватости. Тем не менее, несмотря на плохие коллекторские свойства пласта, его сильную заглинизованность, промышленные притоки также были получены в скважинах 4, 10 и 14. Возможно, было бы целесообразно продолжить дальнейшее изучение исследуемой территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золоева, Г. М. Геолого-геофизическое моделирование залежей нефти и газа / Г. М. Золоева, С. Б. Денисов, С. И. Билибин // М.: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2005. – 166 с.
2. Пинус, О. В. Особенности геологического моделирования продуктивных пластов флювиального происхождения / Пинус О. В., Пайразян К. В. // Геология нефти и газа, 2008. – № 1. – С. 25-34.

3. Пинус, О. В. Условия осадконакопления песчаных пластов Ю₁ в центральных и юго-восточных районах Западной Сибири / О. В. Пинус, М. И. Куренко, Ю. В. Шульев, А. В. Билинчук // Геология нефти и газа, 2008. – № 2. – С. 34-43.

4. Пунанова, С. А. Особенности распространения геологических ресурсов по газонефтеносным комплексам северных регионов Западной Сибири / С. А. Пунанова, Т. Л. Виноградова // Геология нефти и газа, 2008. – № 3. – С. 20-30.

УДК 553.98 (571)

ПРИМЕНЕНИЕ ПАЛЕОТЕКТОНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА (НА ПРИМЕРЕ СЕРГИНСКОГО ЛИЦЕНЗИОННОГО УЧАСТКА)

МИННИАХМЕТОВ И. Р.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Поисковый участок № 22 Сергинской нефтепоисковой зоны площадью 281,35 км² расположен на территории Белоярского района Ханты-Мансийского автономного округа, Тюменской области, Российской Федерации, в 55 км юго-восточнее г. Белоярского.

С целью определения историко-геологических особенностей развития и попыткой оценить перспективы нефтегазосности данной территории, был проведен палеотектонический анализ, в ходе которого были построены и проанализированы: изобахический треугольник, палеотектонические профили, графики темпа и величины прогибания, модель прогрева [1]. Построение велось по данным сейсморазведки и бурения, произведенных на этой площади [2], с помощью пакета программ Golden Software Surfer 8.

Данная площадь характеризуется тремя этапами интенсивного прогибания, а также сложным, разломно-блоковым строением, обусловленным различной тектонической активностью зон.

На основании сопоставления карт изобахит (см. рисунок) была реконструирована история мезозойско-кайнозойского этапа развития изучаемой территории.

Центральная часть в триасовое время представляет собой глубокую впадину и на начало юры остается самым погруженным в структурном плане участком изучаемой территории, что благоприятствовало развитию здесь больших мощностей нижнеюрских отложений.

К началу юрского периода на севере площади возвышался относительно расчлененный приподнятый блок фундамента, подвергавшийся особенно интенсивным тектоническим воздействиям, территория испытывает общее воздымание различной интенсивности. К концу периода сохраняется в общих чертах доюрский облик.

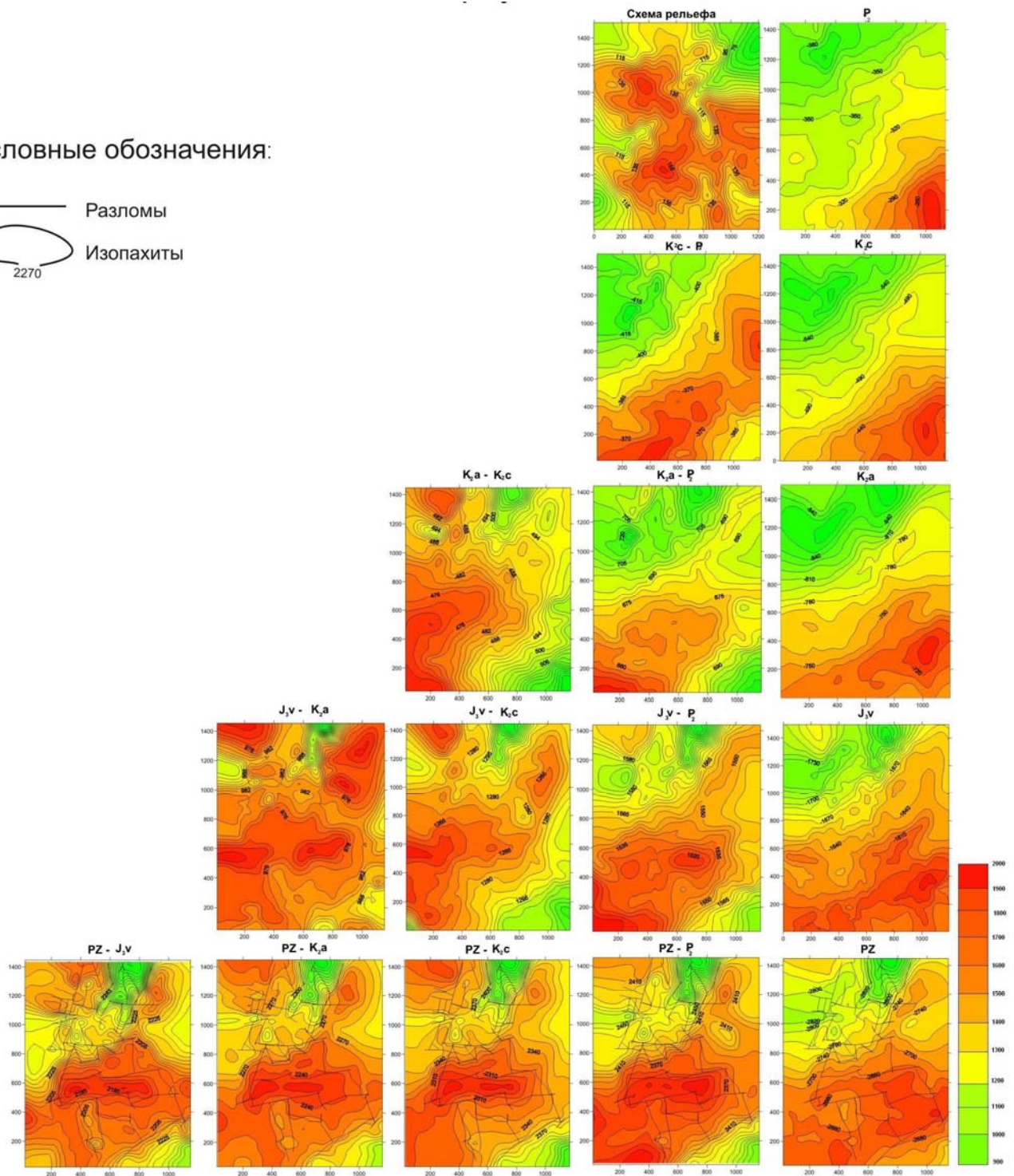
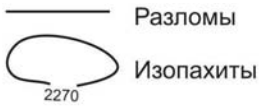
В альб-сеноманское время возрастает тектоническая активность, которая выражается в сильном воздымании юго-восточной части площади, в результате чего впадина, расположенная в центре изучаемой территории, уменьшается.

В постсеноманское время снова возрастает тектоническая активность, которая выражается воздыманием северо-восточной части и погружением центра площади.

Морфология изобахических поверхностей в общих чертах сохраняется на протяжении всего развития осадочного чехла, выполаживаясь вверх по разрезу, и представляет собой моноклиналиное залегание. На современном этапе развития тектонические процессы на изучаемой территории продолжают (юго-восточная ее часть продолжает опускаться).

Анализ модели прогрева показал, что верхнеюрские отложения находятся в главной фазе нефтеобразования.

Условные обозначения:



Изопахический треугольник

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нейман, В. Б. Теория и методика палеотектонического анализа / В. Б. Нейман. – М.: Недра, 1984. – 78 с.
2. Грицык, Г. В. Отчет по объекту «Выполнение сейсморазведочных работ МОГТ 2D масштаба 1:50000, проведенных для поисков и разведки нефтегазоперспективных объектов в палеозойских и юрских отложениях на Сергинском лицензионном участке № 22».

КАРБОНАТНЫЕ ПОРОДЫ ВОГУЛКИНСКОЙ ТОЛЩИ ШАИМСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО РАЙОНА

КОРОТКОВ С. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Основной особенностью разреза чехла Западно-Сибирской плиты (ЗСП) является почти исключительно терригенный его состав – доля карбонатных пород составляет менее 1 % [1]. Одним из ареалов развития карбонатных отложений является Шаимский НГР Приуральской НТО. Здесь в составе вогулкинской толщи встречаются маломощные светлоокрашенные образования (0,2-0,6 м), чётко выделяющиеся на тёмно-сером фоне вмещающих пород. Вогулкинская толща (J_{2b} - J_{3km} ; Белозёров и др., 2003) является возрастным аналогом развитых восточнее абалакской и васюганской свит [1].

Нами изучались шлифы существенно карбонатных пород Толумского, Умытынского, Убинского, Даниловского и Кетлохского месторождений. Состав изученных пород преимущественно алевритово-карбонатный. Предыдущие исследователи относят их к образованиям мелководно-морских участков бассейна, примыкавшего к склонам поднятий (эрозийных выступов) доюрского основания ЗСП [2]. Работами Елисеева В. Г., Ясовича Г. С. [2] установлено трёхслойное строение вогулкинской толщи в Шаимском НГР. Наши исследования подтверждают вывод этих авторов о её трёхслойном строении, наиболее отчётливо проявляющемся в разрезе Толумского месторождения. В верхней его части присутствуют алевритистые известняки с многочисленными ооидами и фаунистическими остатками. В средней и нижней частях разреза развиты, соответственно, алевролиты с примесью песчаного материала и мелко-среднезернистые песчаники с прослоями алевролитов. В целом прослеживается уменьшение количества и размерности терригенных частиц и увеличение карбонатной составляющей пород разреза, свидетельствующие о смене мелководных на умеренно-глубоководные условия осадконакопления. Присутствие ооидов и оолитов разного состава и строения отмечается во всех частях разреза, но больше их в собственно карбонатных породах.

В изученных существенно карбонатных породах ооиды и оолиты представлены округлыми и эллиптическими образованиями размером до 2 мм. Отличие ооидов от оолитов в том, что первые обладают концентрически-слоистым, иногда радиально-лучистым строением (вокруг центрального ядра) [5]. Стоит отметить зональное строение рассматриваемых округлых образований: концентры обусловлены скоплениями зёрен карбонатов, опала, пирита, причём с глубиной содержание и размер таких округлых образований уменьшается. Возможно, такая зональность в строении ооидов и оолитов обусловлена составом цемента: в верхних частях разреза матрикс, главным образом, карбонатный и карбонатно-опаловый (ядро оолитов и ооидов сложено карбонатом, которое окружают концентры раскристаллизованного опала), в нижних частях – глинистый и опаловый цемент (в основном ядро сложено опалом, вокруг которого расположены концентры сульфидов железа (пирита) или карбонатов, также в центральной части стяжений встречаются зёрна кварца). Вероятно, сульфиды железа и новообразованные вторичные карбонаты пород вогулкинской толщи образовались в результате восстановления сульфатов при участии сульфатредуцирующих бактерий. Данный процесс описан подробно в работах Теодоровича Г. И. (1958) и Баженовой О. К. (2005).

В конце поздней юры на рассматриваемой площади при смене тектонического режима осадконакопления имело место быстрое увеличение столба воды за короткий период времени [1, 2]. Это, в свою очередь, при определённых климатических условиях, способствовало расцвету бентоса, отложению аутигенных компонентов осадков (стяжений) на границе «река-море». Подобный механизм фильтрации материала в литературе именуется зоной маргинальных фильтров [4]. По-видимому, на стадии диагенеза происходило дальнейшее преобразование ооидов и оолитов, о чём свидетельствует появление регенерационных кварцевых каёмки по периферии карбонатных зёрен.

Таким образом, ооидные образования вогулкинской толщи Шаимского ИГР являются продуктом биохимического осаждения сносимого с выступов доюрского основания материала и дальнейшего их преобразования на стадии диагенеза. Значительную роль в процессе седиментации, на наш взгляд, играет механизм фильтрации материала в зоне маргинальных фильтров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бейзель, А. Л. Основные черты импульсной модели формирования ранневасюганского горизонта Западной Сибири / А. Л. Бейзель, П. А. Ян, Л. Г. Вакуленко, О. В. Бурлева // Литология и геология горючих ископаемых. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – Вып. 1(17). – С. 93-114.
2. Елисеев, В. Г. Типы разрезов верхнеюрских отложений Шаимского нефтеносного района / В. Г. Елисеев, Г. С. Ясович // Материалы по стратиграфии мезозойских и кайнозойских отложений Западной Сибири. – М.: Недра, 1971. – Вып. 7. – С. 97-104.
3. Каламкар, Л. В. Нефтегазоносные провинции и области России и сопредельных стран / Л. В. Каламкар. – М.: Нефть и газ, 2005. – 576 с.
4. Лисицын, А. П. Потоки осадочного вещества, природные фильтры и осадочные системы «живого океана» / А. П. Лисицын // Геология и геофизика, 2004. – Т. 45. – № 1. – С. 15-48.
5. Логвиненко, Н. В. Петрография осадочных пород / Н. В. Логвиненко. – М.: Высшая школа, 1974. 400 с.

УДК 551.31/.35 (571)

ГЕНЕЗИС НЕОКОМСКИХ КЛИНОФОРМ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ

БАДЕРТДИНОВ В. Э., ХАБИБУЛЛИН А. И.
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Клиноформы – седиментационные клиновидные тела с отчётливыми первичными наклонами слоёв, образовавшиеся в результате периодического, пульсационного поступления терригенных масс в бассейн. Они состоят из трех синхронных элементов: шельфового покрова (ундаформы), склоновых наклонно залегающих образований (собственно клиноформы) и донного клиновидного тела (фондоформы).

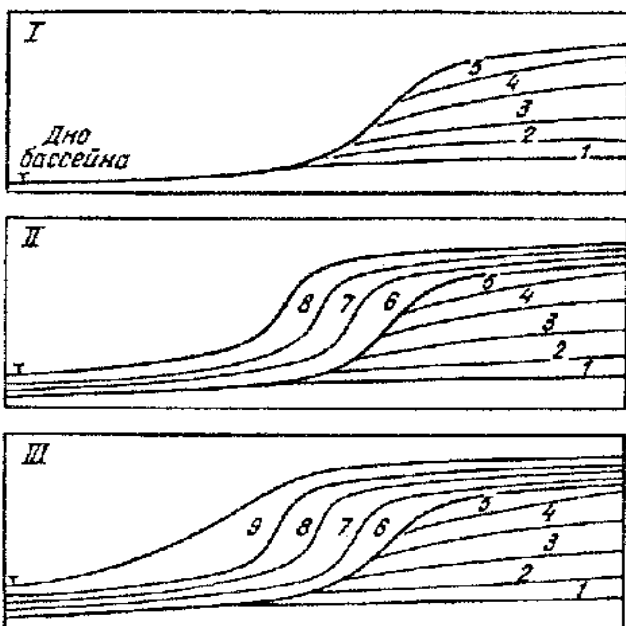
Клиноформы картируются субпараллельно берегу бассейна, протягиваясь на десятки и даже сотни и тысячи километров. Ширина их неизмеримо меньшая, обычно первые десятки километров (см. рисунок).

Внутри каждой клиноформы выделяются песчаные пласты, пачки алевролитов и глин. В кровле обычно залегает пачка тонкоотмученных глин.

Для возникновения клиноформ необходимы:

- большая площадь бассейна седиментации (сотни тысяч и миллионы квадратных километров),
- аридный и семиаридный климат с обязательной периодической сменой эпох засух и катастрофических ливней (муссонных, тайфунных),
- наличие стабильной (миллионы лет) области питания, расположенной за пределами седиментационного бассейна (отсутствие внутренних, островных, областей сноса).

Идея связывания продуктивных нефтегазоносных пластов неокома Западной Сибири с клиноформами принадлежит А. Л. Наумову, который во второй половине 1970-х гг. обосновал и разработал новую косослоистую модель клиноформных отложений. В этой модели неокомские отложения рассматриваются как циклически построенная толща, образовавшаяся в результате бокового наращивания континентального склона. Формирование неокомского комплекса происходило в условиях сравнительно глубоководного – от 250 до 950 м – морского бассейна. Обломочный материал поступал в основном с Сибирской платформы, Енисейского кряжа, Алтае-Саянской и Таймырской складчатых областей и в меньшей степени – с Урала. Этой неравномерностью поступления обломочного материала обусловлена асимметрия строения неокома: депоцентры толщи сдвинуты к Уралу относительно оси палеобассейна, а Приуральская зона значительно уже Приенисейско-Саянской зоны.



Этапы формирования клиноформ (по Гогоненкову и др., 1988; [1]):

I – вертикальное наращивание палеосклона, II – латеральное наращивание палеосклона, III – вертикальное перекрытие палеосклона с выполаживанием; 1-5 – клиновидные тела наращивания палеосклона; 6-8 – сигмовидные тела бокового наращивания палеосклона; 9 – клинопокров вертикального перекрытия палеосклона с выполаживанием

Имеет право на существование дельтовая концепция. В 2000 г. вышла в свет монография группы авторов во главе с Ю. Н. Карогодиным. Они полагают, что клиноформы имеют дельтовое строение: «...мы считаем клиноформы дельтового образования, хотя следует отметить активные бассейновые процессы, которые способствовали перераспределению осадков.

Так называемые «шельфовые» пласты формировались в условиях дельтовых платформ, а ачимовские – в условиях глубоководной части аванделъта». Авторы утверждают, что основной снос терригенного материала происходил с Сибирской платформы и Алтае-Саянской складчатой области и совсем слабый – с Урала. Поэтому ось неокомского бассейна сдвинута к западу, а встречные клиноформы глинистые, почти без песчаных пластов. Определяющими процессами считаются некомпенсированная седиментация в поздней юре, сменившаяся в неокоме «лавиной». Главными факторами седиментогенеза признаны тектонический режим, эвстатические колебания, скорость и количество терригенного материала, поступающего в бассейн.

В противовес мнению большинства исследователей, Ф. Г. Гурари, Г. Д. Ухлово предлагают катастрофическую теорию: «...более вероятны сейсмические удары (землетрясения) и особенно тайфунные катастрофические ливни, происходящие очень редко, но обрушивающие на землю громадные массы атмосферных осадков. Последние, насыщая почву гористой суши влагой, делают ее мобильной, вызывают оплывины, оползни, обрушения берегов, которые затем подхватываются ручьями, речками, реками. И все это переносится в смежный морской бассейн» [1]. Пульсационное поступление терригенного материала позволяет им считать, что клиноформы были разделены периодами отсутствия седиментации, а глинистые пачки формировались не в начале (подошве), а в кровле каждой клиноформы. Величина временного перерыва была максимальной на востоке Западной Сибири близ области питания, становясь минимальной в зоне оси бассейна. В этой работе впервые было признано большое значение процессов, происходивших на суше, а не только внутри бассейна, значимая роль флуктуации климата, вероятными признаны перерывы между клиноформами.

Таким образом, основными концепциями клиноформ являются дельтовая, катастрофическая, мегакосослоистая. В настоящее время вопрос образования клиноформ остается дискуссионным в связи со сложностью строения неокомского комплекса. В то же время, на основании изучения литературных источников [2], мы склонны считать более предпочтительной дельтовую концепцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гурари, Ф. Г. Структура и условия образования клиноформ Западно-Сибирской плиты (история становления представлений) / Ф. Г. Гурари. – Новосибирск: СНИИГиМС, 2003. – 141 с.
2. <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1180805&uri=part02.html>.

НЕКОТОРЫЕ ТЕКСТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ВЕРХНЕПАЛЕЗОЙСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

САПУРИН С. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Карбонатные породы составляют более 20 % от общего объёма осадочных пород. Чаще всего они образуются в морских обстановках, но в разнообразных условиях, что отражается в их текстурных особенностях [1]. Изучение этих текстур позволяет решать обратную задачу – восстановление условий образования пород. С этой целью нами были изучены текстуры карбонатных отложений палеозойского возраста (верхний девон – нижний карбон), вскрытые одной из скважин в южной части Западной Сибири.

Для исследуемых пород характерен серый цвет, неровные поверхности напластования, указывающие на перерывы и размывы, обильные и весьма разнообразные органические остатки (обломки члеников криноидей, раковин брахиопод, сеточки мшанок, кораллы и др.), бесчисленные ходы илоедов.

Следы многочисленных размывов и градационная сортировка обломочного материала в пределах пласта, раздробленные скелетные остатки свидетельствуют об активной среде. В то же время присутствие илстых (пелитовых) отложений, образующих линзы и пласты, многочисленные целые ажурные сеточки мшанок и тонкостворчатые брахиоподы свидетельствуют о спокойной воде. Такие противоречащие друг другу признаки говорят об изменчивой обстановке, которая может определяться периодическими штормовыми волнениями в этой области моря. В такой обстановке осаждённый материал накапливается неодинаково по времени, циклично. Формируются темпеститы (штормовые отложения) – закономерно повторяющиеся слои со сходным внутренним строением. Они образуются, когда осаждённый материал поднимается во время шторма, а затем относительно быстро оседает. Поверхность дна при этом размывается, становится неровной, с карманами, в которых скапливается наиболее грубый материал. Таким образом формируется пласт, внизу которого расположены крупные обломки остатков организмов, сверху – тонкий ил. Границы между пластами резкие (рис. 1).

Осадок после шторма обычно не уплотнённый, рыхлый, богатый кислородом и неразложившимся органическим веществом. Он представлял собой благоприятную среду для обитания илоедов, чьи следы хорошо видны в породе (биотурбация). Эти животные могли ползать как по поверхности осадка, так и на некоторой глубине вблизи его поверхности. Такие ходы бывают горизонтальными и слабонаклонными, в том числе *U*-образными. Кроме того, встречаются многочисленные вертикальные следы, которые обычно трактуются как следы бегства. Когда илоед оказывается засыпанным слоем свежесвалившегося осадка, он начинает активно передвигаться вверх, выползая на поверхность. В тех случаях, когда ходов илоедов много, границы между слоями нарушены (рис. 2).

Ценную информацию об условиях среды дают скелетные остатки организмов, если их обломки не были привнесены издалека. Многие из них, например, кораллы, живут только на мелководье (им нужен свет и тёплая вода). Характер расположения скелетных остатков в пространстве тоже может свидетельствовать об обстановке. Например, в спокойной среде после смерти особи брахиоподы её створки остаются неразобщёнными, в активной же среде они одиночные, иногда поломанные, могут оседать выпуклой стороной как кверху, так и книзу.



Рис. 1. Темпестит с неровной нижней границей



Рис. 2. Биотурбация в штормовых отложениях

По Дж. Уилсону [2], описанные признаки указывают на обстановку открытого шельфа ниже базиса волнения, для которого характерны глубины от десятков до 100-150 м, насыщенность придонной воды кислородом и нормальная солёность. На фациальном профиле эта зона обозначена цифрой 2 (рис. 3).



Рис. 3. Схема стандартных фациальных поясов (по Дж. Уилсону)

Согласно Дж. Уилсону, в её пределах формируются своеобразные карбонатные купола – типичные формы аккумуляции карбонатов в условиях спокойных вод. Они обнаруживают вертикальную последовательность фаций. На рис. 3 снизу вверх: 1 – микрозернистый осадок с большим количеством биокластов (членики иглокожих с обломками раковин брахиопод); 2 – ядро – микрокристаллическая основная масса (микрит), в которую включены остатки организмов, способных сохранять тонкий илистый осадок (для раннего карбона это мшанки); 3 – вершина (может быть выше базиса действия волн) – каркасно-связанный рифогенный известняк; 4 – фланкирующие слои, одевающие склоны купола, сложенные органогенным детритом. Сходная последовательность характерна для описанных нами отложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас текстур и структур осадочных горных пород. Том 2. Карбонатные породы. – М.: Недра, 1969. – 707 с.
2. Уилсон, Дж. Л. Карбонатные фации в геологической истории: перевод с англ. / Дж. Л. Уилсон. – М.: Недра, 1980. – 463 с.

ДЕТАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ ОТЛОЖЕНИЙ НИЖНЕХЕТСКОЙ СВИТЫ ВАНКОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ ГИС

СОКОЛОВ Д. М.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Ванкорское газонефтяное месторождение, открытое в 1988 г, расположено в Туруханском районе Красноярской области и Дудинском районе Таймырского автономного округа. По последним данным, опубликованным в источниках массовой информации, запасы нефти по категориям *ABC1+C2* составляют 490 млн. т, ресурсы по категории *1P, 2P, 3P* – 976 млн. т.

Ванкорское месторождение приурочено к одноименной структуре в пределах Большехетской структурной террасы, расположено в Пур-Тазовской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. Его геологический разрез представлен отложениями четвертичной, меловой и юрской систем.

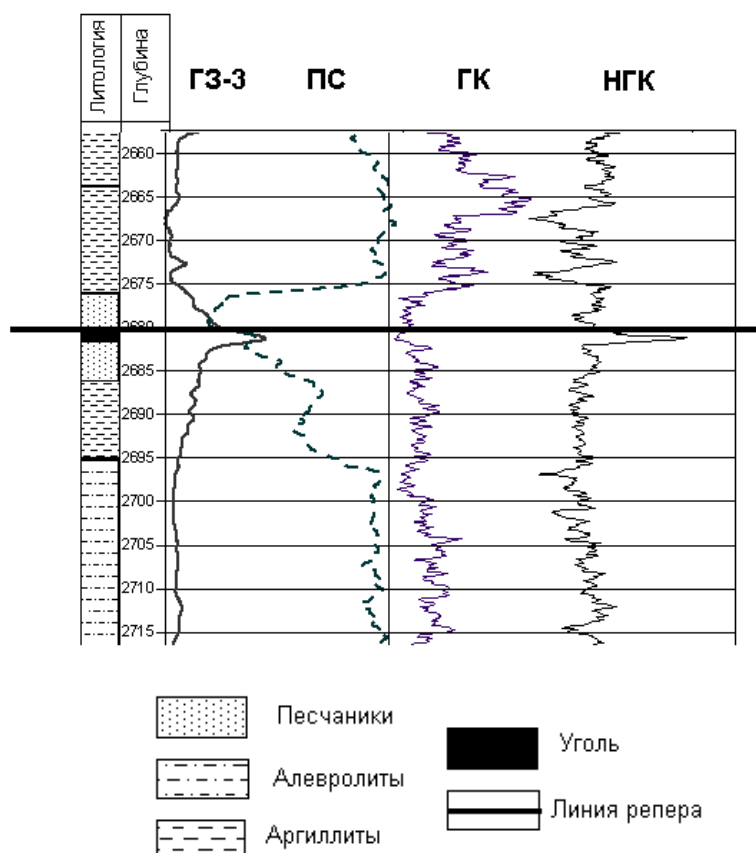
Промышленные скопления нефти и газа выявлены в отложениях свит: долганской (плинсбахтоар), яковлевской (кимеридж-берриас) и нижнехетской (берриас-ранний валанжин). Наибольший интерес, по причине повышенной мощности, представляет собой нижнехетская свита, достигающая 300 м.

Для изучения литологического состава вмещающих пород нижнехетской свиты рассмотрены три разведочные скважины, расположенные по профилю с северо-запада на юго-восток (Вн7, Вн12 и Вн15). В них проводились геофизические исследования (ГИС) в масштабе 1:500. Для изучения литологического состава нами использован следующий комплекс геофизических методов: ГК, НГК, ПС, ГЗ-3.

Первоначальным этапом в детальной корреляции каротажных диаграмм является выделение репера, то есть установление опорного горизонта для связи нескольких скважин и привода их к одной, нулевой отметке. За репер был принят угольный пласт, который хорошо прослеживается во всех трёх скважинах, выделяется по максимумам кривых НГК и ГЗ-3, а также минимуму на кривой ПС (см. рисунок). Пласт угля, послуживший репером, выделен в скважинах на глубинах (м): в скв. Вн 7 – 2680, скв. Вн12 – 2720, в скв. Вн15 – 2758.

Выделение репера
(Ванкорская площадь, скв. 7)

Посредством интерпретации каротажных диаграмм установлен литологический состав вмещающих пород нижнехетской свиты – это песчаники, алевролиты, аргиллиты и пропластки углей. В скважинах Вн12 и Вн15 выделены три песчаные пачки, перекрытые алевролитами и аргиллитами. В скважине Вн7 выделено 5 песчаных пачек, так как средняя песчаная пачка разделена пластами алевролита на три. Это свидетельствует о коротко временных



колебаниях уровня моря в период формирования нижнехетской свиты на северо-западе месторождения.

При изучении схемы корреляции наглядно прослеживается ритмичность по всей мощности свиты, что свидетельствует о колебаниях уровня моря и о формировании отложений в условиях прибрежной зоны моря с влиянием атмосферной гидродинамики.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сковородников, И. Г. Практическое руководство по обработке и интерпретации результатов геофизических скважин / И. Г. Сковородников. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – 79 с.
2. Фокин, П. А. Геологическое строение нефтяных и газовых месторождений / П. А. Фокин, В. Р. Демидов [и др.] // Геология нефти и газа. – 2008. – № 5. – С. 11-18.

УДК 552.54 (470.1)

ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСА НА ПРИМЕРЕ УСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

ПОНОМАРЕВА Е. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Усинское нефтяное месторождение Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции расположено в Усинском районе Республики Коми. Месторождение расположено в южной части Колвинского мегавала. Этаж нефтегазоносности – от нижнего девона до триаса [2].

Изучались палеозойские отложения каменноугольной системы серпуховского яруса, представленные в одной из скважин Усинского месторождения в интервале от 1715,2 до 1760,2 м. Выделены литогенетические типы с помощью классификации стандартных литогенетических типов карбонатных пород и их характеристик, приведенных в атласе структурных компонентов карбонатных пород [1]. Проведено детальное послойное литологическое описание кернового материала.

По данным послойного литологического описания серпуховского яруса построены две литолого-стратиграфические колонки в масштабах 1:200 и 1:50 для выяснения литологических особенностей и коллекторских свойств карбонатных пород Усинского месторождения. При изучении колонки с масштабом 1:200 замечено чередование доломита и известняков с разными мощностями слоев. Слои доломита от 1,0 до 13,0 м чередуются со слоями известняков от 1,0 до 4,0 м.

По описанию в масштабе 1:50 установлено пять литогенетических типов доломитов и четыре литогенетических типа известняков, что позволяет определить генетический тип отложений. Выделены доломиты: средне-крупнокристаллические с реликтами рифостроителей (кристаллический доломит, поры, каверны); средне-крупнокристаллические без реликтов рифостроителей (доломит кристаллический, поры, каверны, кристаллический кальцит); тонкокристаллические с детритом (тонкие и мелкие кристаллы доломита и детрит); тонкокристаллические глинистые (кристаллический доломит, пелит, алевритовая примесь, полевые шпаты); среднекристаллические пористые (кристаллический доломит, ангидрит). Выделены известняки: органогенно-обломочные с детритом и шламом (обломки рифостроителей, неокатанный детрит и шлам, онколиты, комки); пелитоморфные доломитизированные (доломит кристаллический, пелит, детрит); органогенные (псаммитовые обломки рифостроителей, мелкий детрит, фораминиферы, водоросли, кристаллический кальцит); органогенно-обломочные слабо глинистые (псаммитовые обломки рифостроителей, шлам, пелитоморфный карбонат, глинистая примесь).

С помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) стало возможным изучение микростроения и состава минеральной части карбонатных пород на микроуровне. В слоях доломита и известняка встречены органические структуры, с напластования породы получены фотографии внутреннего строения пород, сделанные при помощи СЭМ. Доломит бурый нефтенасыщенный

обломочный, залегающий на глубине 1746,0 м с толщиной слоя 0,3 м. По всему слою наблюдаются крупные поры и мелкие каверны выделения битума, редкий раковинный детрит, остатки полипов, фораминифер (рис. 1). Известняк серый обломочный, залегающий на глубине 1749,0 м с толщиной слоя 1,2 м. По всему слою встречаются остатки фауны плохой сохранности брахиопод, фораминифер (рис. 2).

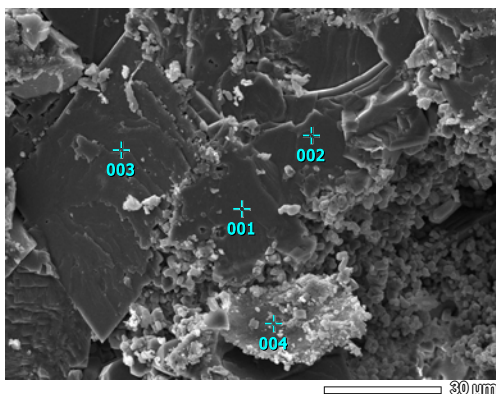


Рис. 1. Доломит перераскристаллизованный, глубина 1746,0 м, увеличение 100 мкм

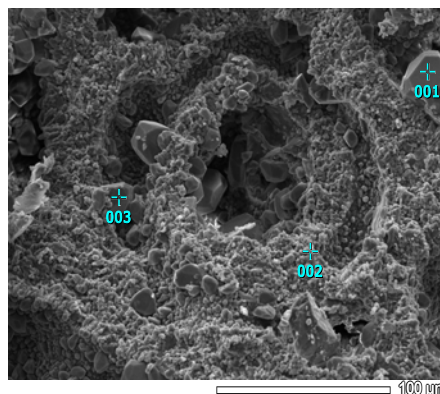


Рис. 2. Известняк, глубина 1749,0 м, увеличение 100 мкм

При анализе полученных построений литолого-стратиграфических колонок серпуховского яруса очевидны палеогеографические условия образования карбонатных пород. В серпуховское время на участках, где прежде располагалась суша, отлагались доломитизированные богатые органикой обломочные и органогенные известняки. В лагунных условиях отлагаются известняки и доломиты, при этом тонкие карбонатные илы сменяются прибрежно-морскими отложениями. По накоплению мелководных преимущественно карбонатных отложений можно предположить существование кратковременных перерывов в осадконакоплении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атлас структурных компонентов карбонатных пород. – М.: ВНИГНИ, 2005. – 440 с.
2. Геология и полезные ископаемые России. Т. 1. Запад России и Урал. Кн 1. Запад России / Ред. Б. В. Петров, В. П. Кириков. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 528 с.

УДК 552.5:553.98

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КЕРНА СКВАЖИНЫ 2020 ПЯКЯХИНСКОЙ ПЛОЩАДИ (ПУР-ТАЗОВСКАЯ НГО)

ВЕДЕРНИКОВ С. Н., САПУРИН С. А., ЯРОСЛАВЦЕВ С. А.
ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Пякяхинская площадь расположена в ЯНАО и приурочена к Большехетской впадине. Скважина 2020 пробурена в 2006 г. до глубины 3500 м, она полностью вскрыла разрез меловых отложений. Общий объем отобранного с различных глубин керна составил 200 м. Всего с керном было пробурено 12 интервалов. Образцы, взятые из разных интервалов, были привязаны к конкретным обстановкам осадконакопления.

В нашу задачу входила обработка образцов: шлифовка, сканирование и изготовление отпечатков. Кроме того, мы уделили особое внимание рассмотрению состава пород из двух интервалов: 2 и 7 б.

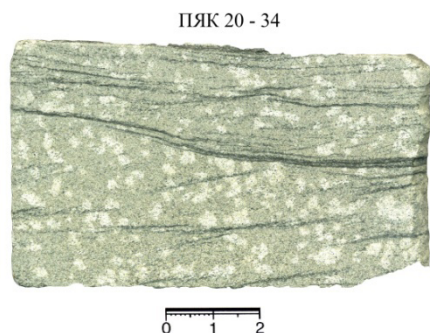
Для интервала № 2 (глубины 2183-2219 м) характерны четкие седиментологические реперы в виде угольных прослоев. В общем, для образования угленосных толщ всегда необходима обстановка

с влажным и жарким климатом (гумидным). По ним всегда можно однозначно судить о генезисе отложений.

Здесь, в соответствии с методикой литолого-фациального анализа [1], выделены следующие основные фации макрофации:

- малоподвижного мелководья (БП);
- приморских озёр (БПО);
- малоподвижного мелководья (БПП);
- активных участков мелководья (БПА).

Иным набором фаций характеризуется интервал глубин 3138-3150 (7 б). Это макрофация открытого подвижного мелководья (БМ): фации сильноподвижного (БМБ) и подвижного удалённого (БМП) участков. Пятнистые текстуры песчаников свидетельствуют о широко развитом процессе цеолитизации, который привёл к ухудшению коллекторских свойств (см. рисунок).



Образец Пяк20-34:

Песчаник с пятнистой текстурой. Пятнистость обусловлена неравномерным распределением цемента в результате выполнения порового пространства цеолитовыми минералами

В ходе дальнейших исследований предусматриваются изучение петрографического состава песчаников с целью подтверждения правильности генетических реконструкций и определения вторичных изменений пород.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, В. П. Литолого-фациальный анализ / В. П. Алексеев – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2002. – 147 с.
2. Фёдоров, Ю. Н. О границах некоторых стратиграфических подразделений Большехетской мегасинеклизы (северо-восток Западной Сибири) / Ю. Н. Фёдоров, А. И. Лебедев, В. П. Алексеев [и др.] // Состояние, тенденции и проблемы развития нефтегазового потенциала Западной Сибири. – Тюмень: 2008. – С. 183-190.

УДК 552.5 (571)

К ВОПРОСУ О ТОНШТЕЙНАХ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

ТИТОВ Ю. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Термин «тонштейн» в работах современных авторов употребляется крайне редко. Это связано с тем, что до сих пор не существует единого общепринятого определения глинистых прослоев, содержащих каолинит. Наиболее полную, но довольно громоздкую формулировку дал И. Шаллар: «Тонштейном называют пласты глинистой породы, относительно тонкие, постоянно присутствующие в разрезе, слабоцементированные, образующие с водой тонкодисперсную массу, обычно переслаивающиеся в угленосной толще, часто, но не всегда, в угольных пластах обладающие физико-химическими, литологическими и особенно петрографическими признаками, которые отличают их от углистых сланцев, в частности присутствием в большом количестве инситного кристаллического каолинита, наблюдаемого под микроскопом...» [2, с. 6].

Существует несколько различных генетических концепций образования тонштейнов: вулканогенная, осадочная, хемогенная, биогенная. Большинство авторов придерживается мнения о вулканическом происхождении тонштейнов, предполагающем поступление пепла в торфяники из удаленных источников эоловым путем. С этой позиции объяснимы многие геологические факты:

наличие резких контактов тонштейнов с породами почвы, кровли, породами другого состава, прослеживание в углевмещающих породах и т. д. Отсутствие реликтовых пепловых структур объясняется полным преобразованием пеплового материала в кислых условиях среды торфяника. При гумусово-кислотном выветривании витрокристаллический материал полностью преобразовывается в каолинит с интенсивным образованием вторичных структур, при недостаточной кислотности происходит неполное преобразование исходного материала [2].

Сведений о встречаемости тонштейнов на территории Западно-Сибирской плиты ранее не отмечалось. В процессе изучения двух образцов керна из скв. 10688 Ловинского месторождения была отмечена зона светло-серого цвета, предположительно каолинитового состава, по макропризнакам подходящая под определение тонштейнов (см. рисунок).

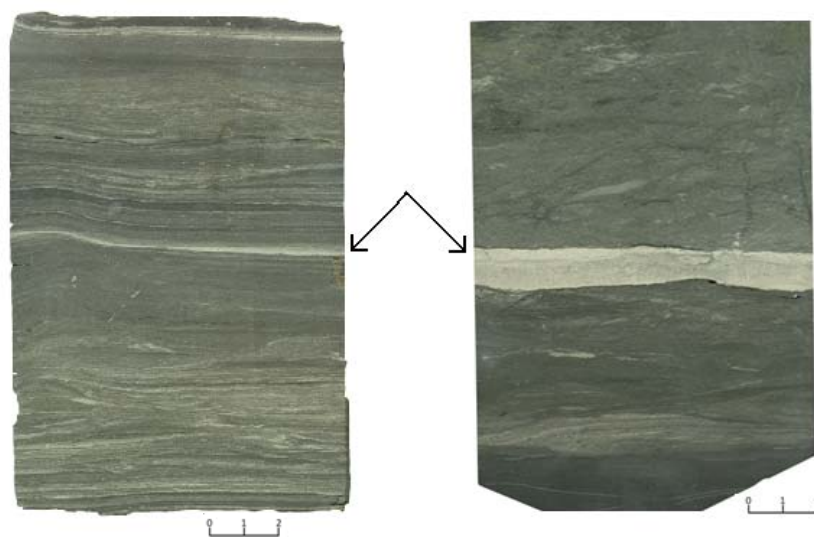


Рис. Светло-серые прослои в образцах из керна скв. 10688 Ловинского месторождения (тюменская свита, глубина 2235 м)

При микроскопическом исследовании прослоя определено, что он сложен алеврито-песчаным материалом, с отсутствием глинистых минералов, в том числе основного породообразующего минерала тонштейнов – каолинита.

Несмотря на полученные отрицательные результаты было бы неверно отбрасывать мысль о возможном наличии тонштейнов на рассматриваемой территории. Так, например, в угленосных отложениях Кузбасса, когда-то ошибочно считавшихся почти наполовину сложенными вулканогенно-осадочными породами, на самом деле оказавшимися терригенными образованиями, только недавно начали уверенно распознавать и выделять тонштейны [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Золотов, А. П. Туфогенные горизонты как один из основных критериев корреляции разрезов Кузнецкого бассейна / А. П. Золотов // Геология угольных месторождений: Межвуз. науч.-темат. сб. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1995. – Вып. 5. – С. 105-110.
2. Черновьянц, М. Г. Тонштейны и их использование при изучении угленосных формаций / М. Г. Черновьянц // Мин-во геол. СССР. Всесоюз. науч.-исслед. геологоразвед. ин-т угольн. месторождений. – М.: Недра, 1992. – 144 с.

ТЕРМИНОЛОГИЯ В ИНТЕРПРЕТАЦИИ ПОТОКОВЫХ КОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

ФОМИН Ю. О.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Многие часто употребляемые термины по-разному толкуются в России и зарубежных странах, что приводит к путанице в геологической литературе. Особенно данная проблема заметна при чтении переведенной иностранной литературы, где зачастую встречаются ошибки в терминологии, переводе терминов и названий и т. д. В представленной работе предлагаются к обсуждению некоторые вопросы, касающиеся седиментологической терминологии.

В настоящее время под термином «аллювий» понимаются (лат. Alluvio – нанос, намыв) отложения, формируемые, перемещаемые и откладываемые постоянными и временными водотоками в речных долинах. Термин введен английским ученым У. Баклендом (1823). В то же время это определение по сути соответствует термину «флювий» (от английского «fluvial», образованного, в свою очередь, от лат. Fluvio – река). В англоязычной литературе к аллювиальным отложениям относят материал, который в русской литературе называется пролювием, делювием и т. д.

Аллювиальный веер (Alluvial fan) – отложения песчано-алевритовых осадков с малыми углами наклона, образующие форму, подобную аллювиальному конусу, но более низкого гипсометрического положения и с меньшими углами наклона.

Турбидиты (turbidite) – отложения спазматических мутевых или суспензионных потоков высокой плотности. Термин «turbidity currents» (мутевые течения) был введен Д. Джонсоном в 1939 г. Термин «suspension currents» (суспензионные течения) впервые был использован Ф. Кюненом в 1937 г.

Обстановка осадконакопления (Environment). Понятие этого термина распространяется на область накопления осадков и связанные с ней отложения, сформированные при протекании определенных физических, химических и биологических процессов.

Наружная пойменная равнина (Outer flood plain) – пространство вне береговых гряд. Расположенные низко части этого пространства выполняют роль послепаводковых бассейнов (flood basin), нередко здесь развиты проточные болота (back swamp), а иногда образуются мелкие озера, особым типом которых являются меандровые озера (meander lake), окруженные со всех сторон береговыми грядами.

Старицы (Oxbow lake) – не действующие части русла с формой излучины, отрезанные от действующего в данное время русла реки; они заполнены стоячей водой и постепенно заполняются отложениями. Также известны как «abandoned channel». Синонимы: bayou lake, dead lake, flood-plain lake, meander lake, mort lake, loop lake, oxbow, horseshoe lake, cutoff lake, crescentic lake.

Излучины, меандровые отмели (point bar) – осадки развитые на выпуклых берегах излучины, меандровые гряды (point bar ridge), второстепенные накопления осадков, развитые на поверхности меандровой отмели, изогнутые более или менее согласно, относительно берега русла на излучине, на последовательных этапах его миграции.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Костенко, Н. П. Четвертичные отложения горных стран / Н. П. Костенко. – М.: Недра, 1975. – 216 с.
2. Фролов, В. Т. Литология: учебное пособие. Кн. 3 / В. Т. Фролов. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 352 с.
3. Чернова, О. С. Литолого-фациальный и формационный анализ нефтегазоносных толщ: Учебное пособие по короткому курсу / О. С. Чернова. – Томск: Изд-во ЦППС НД, 2007. – 250 с.
4. Седиментология: Пер. с польского / Р. Градзинский, А. Костецкая, А. Радомский, Р. Унруг. – М.: Недра, 1976. – 640 с.

КОМЕТНО-АСТЕРОИДНАЯ МОДЕЛЬ: МАСШТАБНЫЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ*БОЛОТОВА С. В., ЛЕВАЯ А. В.*

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В настоящем сообщении рассматривается один из аспектов новой галактоцентрической парадигмы в науках о Земле и Космосе, касающийся возможной причины возникновения и распространения масштабных покровных оледенений в фанерозое. Галактоцентрическая модель, развиваемая в последние годы российским ученым А. А. Баренбаумом, хорошо объясняет многие события, происходившие в истории Земли, ее взаимодействием с дальним космосом [1-11].

Солнце при своем движении в Галактике через каждые 20-37 млн. лет пересекает струйные потоки газопылевого вещества, истекающие из галактического ядра (плотные газопылевые облака, кометы, звезды, астероиды). В моменты пребывания Солнца в струйных потоках Галактики все планеты Солнечной системы подвергаются интенсивным бомбардировкам галактическими кометами и астероидами.

Кометы отдают Земле свою кинетическую энергию, а также приносят на планету большие количества воды, углерода и всех других химических элементов. Энергия комет выделяется в геологических процессах (тектонических, вулканических, сейсмических и др.). Бомбардировки Земли кометами носят характер «кометных ливней», при которых всякий раз за время 1-5 млн. лет пребывания Солнечной системы в струйных потоках на нашу планету может падать 10^3 - 10^6 галактических комет.

В фанерозое известны четыре масштабных покровных оледенения, датируемых следующим образом: поздний ордовик–ранний силур (445-429 млн. лет назад), поздний девон–ранний карбон (363-353 млн. лет), поздний палеозой (338-256 млн. лет), кайнозойское оледенение, не закончившееся до настоящего времени.

Причины глобальных оледенений хорошо увязываются с массовыми выпадениями на Землю галактических комет. В атмосфере Земли кометы разрушаются и достигают земной поверхности в виде гиперзвуковой ударной волны. Основная часть кинетической энергии кометы при этом расходуется на нагревание и дробление пород в месте удара, а также идет на создание в верхах астеносферы отдельных геодинамических очагов. Последующая разрядка энергии этих очагов приводит на континентах к быстрому тектоническому поднятию крупных блоков земной коры, а на океаническом дне вызывает интенсивный рост подводных гор.

Независимо от того, падает ли комета в океан или на сушу, в результате падения кометы часть вещества поверхности в форме газа и/или пыли увлекается в атмосферу. В виде столба пыли и газа это вещество достигает больших высот, создает малопрозрачный облачный слой, сильно экранирующий солнечные лучи.

Существование в течение длительного времени слоя облачности может привести к значительному понижению поверхностных температур Земли, в полной аналогии с эффектом «ядерной зимы». В периоды кометных ливней длительностью несколько миллионов лет, когда галактические кометы падали на Землю с частотой раз в 1-100 лет, в соответствующем полушарии возникали мощные ледниковые толщи. Нарастанию ледников во многом способствовало быстрое, значительное вздымание земной поверхности, связанное с формированием суперконтинентов вследствие кометных падений.

В целом, благодаря рассматриваемой модели, вполне удовлетворительно удается теоретически объяснить времена существования и широты распространения гондванского, ордовикско-силурийского, девонско-карбонного и вендского оледенений, а также отсутствие келловейского оледенения в юре. Кайнозойский ледниковый период описывается этой моделью хуже.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Баренбаум, А. А. Галактика, Солнечная система, Земля. Соподчиненные процессы и эволюция / А. А. Баренбаум – М., 2002. – 394 с.

2. Баренбаум, А. А. Геохимический круговорот вещества по В. И. Вернадскому: Образование месторождений нефти и газа, происхождение фосфатов и солей / А. А. Баренбаум // Электронный научно-информационный журнал «Вестник Отделения наук о Земле РАН». 2008. – № 1 (26) URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2008/informbul-1_2008/planet-8.pdf.
3. Баренбаум, А. А. Эволюция гидросферы и галактические кометы / А. А. Баренбаум, Н. А. Ясаманов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. – 2001. – № 4. – С. 9-19.
4. Баренбаум, А. А. Галактические кометы как один из ведущих факторов тектонической эволюции планет земной группы / А. А. Баренбаум, Н. А. Ясаманов // Тектоника и геодинамика континентальной литосферы: мат-лы 36-го тектонического совещ. Т. 1. – М., 2003. – С. 24-26.
5. Баренбаум, А. А. О возможной причине покровных оледенений / А. А. Баренбаум, Н. А. Ясаманов // Бюл. Моск. Обществ испытателей природы. Отд. геол. – 2004. – Т. 79. – Вып. 6. – С. 13-21.
6. Баренбаум, А. А. Геохронологические шкалы и астрономическое время / А. А. Баренбаум, Ю. Б. Гладенков, Н. А. Ясаманов // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2002. – Т. 10. – № 2. – С. 3-14.
7. Максимов, С. П. Цикличность геологических процессов и проблема нефтегазоносности / С. П. Максимов, Н. Я. Кунин, Н. М. Сардонников. – М., 1977. – 277 с.
8. Чумаков, Н. М. Проблема теплой биосферы / Н. М. Чумаков // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. – Т. 3. – № 3. – С. 3-14.
9. Чумаков, Н. М. Периодичность главных ледниковых событий и их корреляция с эндогенной активностью Земли / Н. М. Чумаков // Докл. АН. 2001. – Т. 378. – № 5. – С. 656-659.
10. Хаин, В. Е. Основные проблемы современной геологии / В. Е. Хаин. – М., 2003. – 347 с.
11. Хаин, В. Е. Парадокс позднерифейских оледенений / В. Е. Хаин, Н. А. Ясаманов // Вестн. Моск. ун-та. Сер. геол. 1987. – № 1. – С. 15-25.

УДК 551.3.051

КОМЕТНО-АСТЕРОИДНАЯ МОДЕЛЬ: МАССОВЫЕ ВЫМИРАНИЯ БИОТЫ

БОЛОТОВА С. В., ЛЕВАЯ А. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Галактоцентрическая модель применима для объяснения причин массовых вымираний, регулярно затрагивавших в прошлом животный и растительный мир нашей планеты и кардинально менявших его. Необратимый характер изменений, происходивших в органическом мире, является основой стратиграфической шкалы, а катастрофы – рубежами, разделяющими ее подразделения.

С момента своего образования Земля и другие планеты Солнечной системы подвергаются бомбардировкам крупными космическими телами: астероидами и галактическими кометами. Падение этих тел на Землю представляет для планеты серьезную природную катастрофу, которая фиксируется в качестве рубежа геохронологической шкалы того или иного ранга. Моментам наиболее интенсивных кометных бомбардировок отвечают границы систем (периодов), а менее интенсивным бомбардировкам – границы отделов (эпох). Падения на Землю астероидов происходят независимо от падений комет и фиксируются как границы веков и фаз.

Падения на Землю галактических комет происходят в эпохи пересечения Солнцем струйных потоков Галактики. Эти эпохи длятся несколько миллионов лет и повторяются через каждые 20-37 млн. лет. Всякий раз за время нахождения Солнца в струйных потоках на Землю может выпасть $\sim 10\text{-}10^5$ галактических комет массой $\sim 10^{13}\text{-}10^{18}$ г.

В отличие от астероидов галактические кометы полностью разрушаются в атмосфере Земли и достигают земной поверхности лишь в форме мощной ударной волны. Эта ударная волна не оставляет после себя кратера, однако способна вызвать колоссальные разрушения и привести к массовой гибели живых организмов на огромной территории. Количество энергии, выделяющейся в атмосфере Земли при разрушении средней галактической кометы, ориентировочно составляет $\sim 10^{24}$ Дж.

За фанерозой произошло около 200 событий, которые можно трактовать как результат выпадения на Землю одиночных астероидов диаметром более 3,5 км. Эти падения носили случайный характер и в среднем повторялись раз в 2,9 млн. лет. В 45 % случаев их удалось зафиксировать как

границы ярусов шкалы. В остальных 55 % случаев такие события пришлось либо на эпохи бомбардировок Земли галактическими кометами, либо получили отражение на уровне границ более мелких, чем ярус подразделений геохронологической шкалы – зон [1-9].

Величина энергии падающих тел $\sim 10^{22}$ - 10^{23} Дж отвечает критическому диаметру астероидов $\sim 3,5$ км. Для всех событий с энергосвободением выше порога 10^{22} - 10^{23} Дж последствия падений носили длительно-необратимый характер и охватывали весь Земной шар целиком. Падения астероидов меньших размеров (и энергии) происходили гораздо чаще, однако их последствия ощущались не везде. Такие более «мелкие» события имели региональное, и даже локальное значение, и нашли отражение в виде границ мелких подразделений. Большинство таких падений не зафиксировано вообще.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, А. С. Глобальные биотические кризисы и массовые вымирания в фанерозойской истории Земли / А. С. Алексеев // Биотические события на основных рубежах фанерозоя. – М.: МГУ, 1989. – С. 22-47.
2. Алексеев, А. С. Причины биотических кризисов / А. С. Алексеев // Секция палеонтологии МОИП за 50 лет. – М.: МГУ, 1993. – С. 48-67.
3. Алексеев, А. С. Массовые вымирания в фанерозое: Дис. докт. геол.-мин. наук. / А. С. Алексеев. – М.: МГУ, 1998. – 76 с.
4. Алексеев, А. С. Эволюция таксономического разнообразия / А. С. Алексеев, В. Ю. Дмитриев, А. Г. Пономаренко. – М.: ГЕОС, 2001. – 126 с.
5. Баренбаум, А. А. Галактика, Солнечная система, Земля. Соподчиненные процессы и эволюция / А. А. Баренбаум. – М., 2002. – 394 с.
6. Баренбаум, А. А. Геохронологическая шкала как объект приложения астрономической модели / А. А. Баренбаум, Н. А. Ясаманов // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 1999. – № 1. – С. 12-18.
7. Баренбаум, А. А. Геохронологические шкалы и астрономическое время / А. А. Баренбаум, Ю. Б. Гладенков, Н. А. Ясаманов // Стратиграфия. Геол. корреляция. – 2002. – Т. 10. – № 2. – С. 3-14.
8. Веймарн, А. Б. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании. Методические рекомендации / А. Б. Веймарн, Д. П. Найдин, Л. Ф. Копаевич [и др.] – М.: МГУ, 1998. – 190 с.
9. Хаин, В. Е. О причинах великих вымираний и обновлений органического мира / В. Е. Хаин // Природа. – 2004. – № 6. – С. 22-30.

УДК 551.31/.35 (571)

К ВОПРОСУ О ФАЦИАЛЬНОМ РАСЧЛЕНЕНИИ НЕОКОМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ШИРОТНОГО ПРИОБЬЯ (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)

ТОЛМАЧЕВ Е. О.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Целью изучения является неокомский комплекс Западно-Сибирской НПП, по некоторым подсчетам в нем сосредоточено до 93 % всех запасов УВ провинции. Он имеет сложное клиноформное строение. Первоначально термин «клиноформа» был применен Дж. Ричем для обозначения фациальных условий осадконакопления в пределах континентального склона. Отдельные клиноформы представляют собой результат единичного цикла осадконакопления и подразделяются на шельфовую (ундаформа), склоновую части (ортоклиноформа) и подножие шельфового склона (фондоформа).

Предпосылками выделения клиноформ в Западной Сибири стал вопрос о разработке унифицированных стратиграфических схем для Сибири. Первые попытки стратиграфического расчленения неокома были проделаны Трушковой Л. Я. По возрасту аммонитов она определила, что неокомский комплекс испытывал возрастное скольжение, что объясняется законом Головкинского о возрастном скольжении терригенно-однородной толщи. Ключевым моментом в представлении строения неокома стала статья Наумова А. Л., опубликованная в 1977 г. В своей работе он

восстановил первичный рельеф седиментационного бассейна и пришел к выводу, что в раннемеловое время морской бассейн представлял некомпенсированную впадину, постепенно заполнявшуюся в северо-восточном направлении.

В настоящее время существует несколько моделей формирования клиноформ, которые можно объединить в три основные модели: мегакосослоистую (Биншток М. М., Брадучан Ю. В.), катастрофическую (Гурари Ф. Г.), дельтовую (Карогодин Ю. Н.). При этом большинство геологов считает, что неокомские пласты имеют турбидитную природу, т. е. осадки, которые слагают неокомский комплекс, являются следствием разгрузки турбидитных потоков. С нашей точки зрения, более правдоподобная концепция – дельтовая.

«Классический» литолого-фациальный анализ предусматривает фациальное расчленение отложений на базе детального рассмотрения присущих им признаков. Будучи многократно реализованным на материале внутриконтинентальных (угольных) отложений этот метод пока не имел применения для относительно глубоководных морских условий [1]. Это предполагает расширение ареала фациального расчленения отложений, которое в типовом виде выглядит следующим образом (источник сноса – приемный бассейн): макрофация ПЗ (заливов), ПД (дельт), БП (полуизолированного прибрежного мелководья), БМ (подвижного мелководья), БУ (удаленной части бассейна), где в названии фаций первая буква соответствует группе фаций (П – переходная, Б – бассейновая), вторая буква – макрофации, третья – фации.

В неокомское время происходило постепенное заполнение некомпенсированного бассейна за счет привноса значительного количества материала. Главными транспортирующими агентами являлись реки, которые образовывали дельты в местах разгрузки материала в приемный бассейн (фация ПД). Боковое наращивание и продвижение береговой линии к центру бассейна осуществлялось за счет проградации дельт.

По данным [2], в восточных районах Западной Сибири ундаформа представлена континентальными отложениями, которые в западном направлении сменяются отложениями фаций переходного типа (ПЗ, ПД) и дальше мелководно-бассейновыми отложениями (фации БП, БМ). В Красноленинской НГО неокомские клиноформы слагают отложения наиболее удаленной части бассейна (БУ), которые представляют наибольшие трудности для фациального расчленения. Опираясь на их диагностические признаки и с учетом работ [3, 4], нами предложено выделять 4 фации: БУШ (стабильного шельфа), БУЗ (зерновых потоков), БУТ (турбидитовых потоков), БУФ (флюидных смятий или контуритов).

Фации стабильного шельфа выделяется с глубины ниже 8-30 м, т. е. ниже уровня воздействия волновой активности. Привнос материала осуществлялся реками. В результате механической дифференциации при уменьшении энергии потока происходит осаждение более тяжелых частиц (которые перемещаются волочением или сальтацией) в мелководной и переходной зоне, а мелкие частицы во взвешенном состоянии уносятся дальше вглубь моря. Данная фация представлена в основном глинистыми и алевролитовыми породами. В разрезе также могут встречаться маломощные прослои песчаника. Они возникают из-за катастрофических явлений, таких как шторм, ураган, воздействие которых может проникать на глубины до 80 м. От макрофации подвижного мелководья (БМ) её отделяет переходная зона.

В дельтах рек могут образовываться прорывные русла. При большом количестве выносимого материала и большой энергии потока на подножье авандельт крупных рек образуются трогги или прорывные русла (БУЗ). Они имеют разветвленное строение и могут пересекать шельф [4]. К макрофации донных течениевых потоков можно также отнести шельфовые и эрозионные промоины.

У подножья континентального склона скапливается значительное количество осадков. При накоплении и превышении определенной критической массы или при воздействии внешних факторов (землетрясение) эти отложения мобилизуются. В виде потоков большой плотности с высокой скоростью они перемещаются к подножью континентального склона. Такие потоки образуют гравитационно-расслоенные пласты (гравититы), которые мы относим к фации мутьевых потоков БУТ.

Для континентальных склонов характерны глубинные контурные течения. Они принимают активное участие в перераспределении осадочного материала гравититов, формируя осадки-контуриты по траектории контурного течения. Контуриты представляют собой линзовидные и косослоистые алевроито-тонкопесчаные и глинисто-алевритовые, иногда биогенные осадки, которые мы относим к макрофации БУФ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, В. П. Атлас фаций юрских терригенных отложений (угленосные толщи Северной Евразии) / В. П. Алексеев. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2007. – 209 с.
2. Атлас «Геологическое строение и нефтегазоносность неокомского комплекса Ханты-Мансийского автономного округа – Югры». – Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2007. – 191 с.
3. Обстановки осадконакопления и фации / Под ред. Х. Рединга: пер. с англ. М.: Мир, 1990. – Т. 1. – 352 с.
4. Рейнек, Г. Э. Обстановки терригенного осадконакопления (с рассмотрением терригенных кластических осадков): пер. с англ. / Г. Э. Рейнек, И. Б. Сингх. – М.: Недра, 1981. – 439 с.

УДК 519.71:551.31 (552.5)

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ФАЦИАЛЬНОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ МОРСКИХ И НЕМОРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ МЕЛОВОЙ ЭПОХИ (СЕВЕР ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ОСАДОЧНОГО МЕГАБАССЕЙНА)

ХАСАНОВА К. А., ТРЕТЬЯКОВА О. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В настоящее время искусственные нейронные сети активно применяются во всех отраслях науки, их развитие вдохновляется биологией. Тем самым, рассматривая сетевые конфигурации и алгоритмы, исследователи мыслят в терминах организации мозговой деятельности. Нейронные сети (НС) эффективны для решения задач распознавания образов, поэтому их использование для решения задач интерпретации геолого-геофизических данных представляется весьма перспективным.

Относительно недавно НС стали применяться в геологии. В нефтегазовой литологии большие перспективы при поисках неантиклинальных ловушек можно связать с литолого-фациальным анализом. Параметры нейронной сети, полученные для конкретной геологической ситуации, имеют локальный характер и могут быть успешно использованы для реконструкции близкой палеогеографической обстановки [2].

Методология имеет высокую разрешающую способность, которая при четкой иерархической структуре объектов реализуется в инвариантах, открывает принципиально новые возможности при построении геологических моделей, учитывающих конвергентность и эквивиальность реализуемых процессов.

Именно нейронный анализ может дать новый импульс «субъективным» фациальным решениям. Основой для успешного использования нейросетевых технологий является наличие эталонных объектов, полученных в результате решения задачи квалифицированным специалистом-экспертом. Чем выше качество экспертных решений, тем надежнее работа сети.

Для создания модели НС была выбрана скважина Пякяхинская 2020 Пур-Тазовского НГО. Для обучения сети приняты основные признаки, по которым устанавливаются фации: гранулометрический состав, сортированность, текстура, характер растительных остатков.

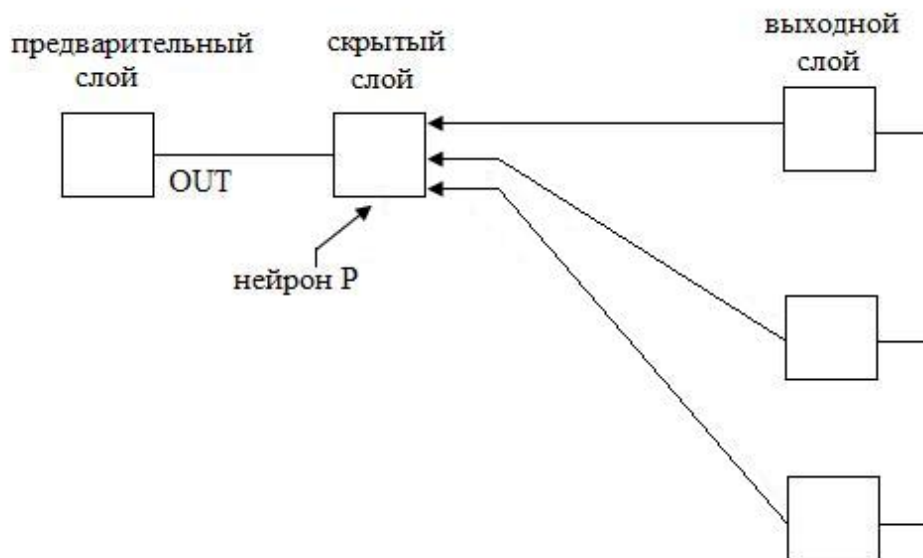
Первым этапом создания сети является ее обучение, в процессе которого задаются исходные данные с известными вариантами решения. Производится настройка весовых коэффициентов и пороговых значений таким образом, чтобы при определенных значениях исходных данных сеть показывала нужный вариант решения.

Был произведен анализ по каждому из признаков и их последующая кодировка. Важным элементом в кодировании было исключить бимодальность, которая может повлечь за собой неоднозначное решение задачи.

После создания кодировочной таблицы производится непосредственное кодирование керна, в результате которого мелкозернистый алевролит, хорошо сортированный с горизонтально-пологоволнистой текстурой и растительным детритом, выглядит как 2223. Конкретной фации присваивается номер 4 в условном ряду «область сноса – приемный бассейн». Далее каждый геологический признак характеризуется в виде бинарных векторов, количество разрядов которых

соответствует количеству состояний этого признака. Таким образом, код признака будет представлять собой двоичный код, в котором только один разряд равен единице, а остальные имеют нулевые значения. Затем данные переносятся в программу Microsoft Visual C++ 2008 Express Edition.

Программа считывает данные для обучения из файла, переводит числа из десятичной системы в двоичную, формируется массив данных для обучения сети, далее используется алгоритм обратного распространения. Сеть состоит из четырех слоев: в трех слоях – по 16 нейронов, в последнем (выходном) – четыре, после обучения сеть применяется для распознавания. На выходе для каждого набора данных получаются по 4 двоичных числа, которые переводятся в десятичный вид и выводятся в файл. Работу программы можно свести к следующей схеме:



Затем данные представляют собой матрицу выходных числовых данных, которые необходимо преобразовать в геологические данные.

После обучения программы производилось ее тестирование, в итоге оказалось, что распознавание соответствовало 67 %. Весьма интересно, что без ошибок были распознаны фации потоковых отложений выноса рек (подводной части дельты). Плохо распознавались отложения прибрегового мелководья, которые смешивались с фациями внутриконтинентальной равнины. Наихудшей воспроизводимостью характеризовались отложения наиболее удаленной части бассейна.

Перечисленное, с одной стороны, определяет необходимость более тщательного анализа исходной информации (подбора кодируемых признаков), с другой стороны, полученные данные мотивируют разработку новой фациальной модели для наиболее удаленных отложений.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, В. П. Фациально-циклический анализ мезозойских неугленосных толщ: постановка вопроса / В. П. Алексеев, Е. О. Толмачев, К. А. Хасанова // Новые идеи в науках о земле. – М.: РГГРУ, 2009.
2. Серков, В. А. Нейросетевые технологии анализа геолого-геофизических данных: вып II (18) / В. А. Серков, В. П. Алексеев, Т. М. Кузьмина [и др.] // Литология и геология горючих ископаемых. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. – С. 231-239.

КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕ- И СРЕДНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРЕДУРАЛЬСКОГО ПРОГИБА (НА ПРИМЕРЕ БУХАРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

СМОРОДИНА Л. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Волго-Уральская нефтегазоносная провинция расположена в восточной части Восточно-Европейской платформы, состоит из 12 нефтегазоносных областей (НГО), одной из которых является Предуральская НГО.

На территории Предуральской НГО расположено месторождение Бухаровское, которое в административном отношении находится на территории муниципального образования Бисертское Нижнесергинского района Свердловской области.

Выявленные газовые залежи в отложениях московского (мячковский горизонт) и башкирского ярусов среднего карбона Бухаровского месторождения приурочены, соответственно, к каширско-верхнекаменноугольному и визейско-башкирскому нефтегазоносным комплексам (НГК). Поэтому автором подробно будут описываться только два этих НГК.

Визейско-башкирский НГК включает карбонатные отложения алексинского, михайловского и веневского горизонтов визейского яруса, а также все горизонты серпуховского и башкирского ярусов. Коллекторы представлены трещиноватыми мелкопористыми и кавернозными известняками и доломитами. Каширско-верхнекаменноугольный карбонатный НГК включает отложения каширского, подольского и мячковского горизонтов среднего карбона и породы верхнего карбона. Комплекс сложен известняками и доломитами, частью кавернозными и трещиноватыми.

На основе данных по скважинам № 133, 132, 135 и 1п были построены в программе Surfer каротажные диаграммы по методам ПС, ГК из оцифрованных данных формата las. Кривые были наложены одна на другую в соответствии с глубиной для удобства рассмотрения. Каротажные кривые расставлены с учетом географического расположения скважин. В результате с северной стороны – скважина 133, за ней скважины 132, 135 и 1п. Вертикальный масштаб по каждой скважине – 1:2000, горизонтальный – 1:25000.

Корреляция начата с выделения репера первого порядка. Скважины выставлены на геолого-геофизический разрез относительно кровли этого репера. Репером первого порядка являются отложения нижнего карбона. Далее по каротажным диаграммам выделены пласты. Границы пластов на кривой соответствуют точкам перегиба зарегистрированной кривой ПС.

Следующим шагом является описание литологического состава по каждому пласту. При этом руководствовались конфигурацией кривых ПС и низким – высоким значениями по ГК. Терригенные, карбонатные отложения и различные их сочетания отмечаются отклонением кривой ПС влево от нулевой линии. Глинистые отложения находятся справа от этой линии. ГК показывает естественную радиоактивность осадочных горных пород пропорционально содержанию в них глины. Повышенные значения ГК указывают на наличие аргиллитов. Изученная толща сложена известняками, доломитами, мергелями, алевролитами и аргиллитами.

Конечным пунктом работы стала стратиграфическая привязка пластов (см. таблицу) [1].

Стратиграфическая разбивка

Скв. 133	Скв. 132	Скв. 135	Скв. 1 п	Горизонт	Ярус	Отдел
-1880	-1790	-1790	-1840			P ₁
-1929	-1831	-1830	-1880			C ₃
-2036	-1916	-1913	-1984	мячковский	московский	C ₂
-2192	-2069	-2092	-2176	подольский		
-2300	-2318	-2332	-2317	каширский		
-2419	-2456	-2454	-2387	верейский		
-2540	-2604	-2608	-2488		башкирский	

Автором обозначена граница нижнепермских-верхнекаменноугольных отложений [2]. Отложения нижней перми расположены выше репера первого порядка, который сложен породами верхнего карбона. Верхнекаменноугольный отдел не разделен на ярусы.

Среднекаменноугольный отдел состоит из московского и башкирского ярусов. Московский ярус разделен на четыре горизонта: мячковский, подольский, каширский, верейский. Башкирский ярус залегает над отложениями серпуховского яруса нижнего карбона [3].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мизенс, Г. А. Верхнепалеозойский флиш Западного Урала / Г. А. Мизенс. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1997. – 230 с.
2. Чайкин, В. Г. Литогеодинимические особенности осадконакопления в связи с этапностью развития Предуральского краевого прогиба / В. Г. Чайкин // Литологические аспекты геологии слоистых сред. Материалы 7-го Уральского регионального литологического совещания. – Екатеринбург: Изд-во ИГиГ УрО РАН, 2006. – С. 277-278.
3. Чувашов, Б. И. Среднекаменноугольный Восточно-Уральский залив и особенности формирования карбонатной платформы / Б. И. Чувашов, А. Л. Анфимов // Литология и полезные ископаемые. – 2001. – №3. – С. 245-258.

УДК 622.023.42

ВЛИЯНИЕ ПЛАГИОКЛАЗИТОВЫХ ЖИЛ НА УСТОЙЧИВОСТЬ УСТУПОВ КАРЬЕРА КАЧКАНАРСКОГО ГОКА

БУСАРГИНА Е. С., РУБАН Н. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Изучение строения прибортовых массивов карьеров Качканарского ГОКа, разрабатывающего Гусевогорского месторождение, было проведено в ходе инженерно-геологических исследований, проведенных в 2007-2008 гг. с целью изучения строения массива пород на различных горизонтах и прогнозной оценки условий заоткоски уступов. В ходе проведения исследований было обращено внимание на развитие в прибортовом массиве плагиоклазитовых жил и их влияние на устойчивость уступов.

Плагиоклазитовым жилам отводится особая роль в прибортовом массиве Качканарского ГОКа относительно влияния на устойчивость уступов. Преимущественно именно плагиоклазитом заполнены отрывные трещины и нарушения с различной степенью раскрытия (см. рисунок). Причиной образования таких трещин служат сдвиговые деформации на соседних участках. Плагиоклазитовые жилы в основном имеют крутое (70-90°) падение на запад и восток, мощность жил достигает иногда десятков метров, хотя большинство из них имеют небольшую мощность – до 20 см. Трещины, являющиеся каркасом плагиоклазитовых жил, были образованы в период активных тектонических перемещений в массиве.

В современном состоянии массива плагиоклазитовые жилы стали играть двойственную роль. С одной стороны, они укрепляют массив, так как прочность плагиоклазитов превосходит прочность пироксенитов любой разновидности. С другой стороны, плагиоклазитовые жилы как жесткие включения являются концентратором напряжений в массиве. Но в современном состоянии массива на некоторых участках происходит разрушение плагиоклазитовых жил, так как второе явление стало преобладать над первым.

Так, например, для Западного карьера Качканарского ГОКа наиболее высокая плотность плагиоклазитовых жил отмечается в массиве восточного борта карьера, где мощность трещин не превышает 0,2 м, падение жил в массив под углом – 70-80°; меньшая – на южном борту с мощностью до 0,15 м и падением на юго-запад под углом 70-85° в массив, а также встречаются пологозалегающие жилы. В южном борту наблюдаются системы трещин, по которым развиты плагиоклазитовые жилы, с интервалом 3-15 м.



Плагиоклазитовые жилы в прибортовом массиве Западного карьера Качканарского ГОКа

Таким образом, плагиоклазитовые жилы, залегающие с субвертикальным падением в массиве, не оказывают существенного влияния на устойчивость массива. Но на некоторых участках жилы под влиянием тектонических напряжений соседних участков стали разрушаться, и внутри них появилась разноориентированная трещиноватость. Такие жилы требуют дополнительных исследований для определения их влияния на устойчивость бортов карьера.

УДК 553.98

НЕКОТОРЫЕ ВЫВОДЫ ОБ АНГИДРИТАХ СЕРПУХОВСКОГО ЯРУСА УСИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

ПОНОМАРЕВА Е. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Хотя минералов известно более 3000, не более 50 из них являются главными породообразующими, имеющими наибольшее распространение в земной коре. Остальные минералы присутствуют лишь в виде примесей и называются аксессуарными. Среди минералов на основе структурных и химических признаков выделяются несколько основных классов: самородные элементы, сульфаты, галогениды, оксиды и гидроксиды, карбонаты, сульфаты, хроматы, молибдаты и вольфраматы, фосфаты, арсенаты, ванадаты, силикаты.

В дальнейшем речь будет идти о сульфатах, то есть о солях серной кислоты (H_2SO_4), входящих в состав 300 минералов и составляющих 0,1% по весу в земной коре. А конкретно рассматриваются ангидриты ($CaSO_4$), входящие в карбонатный разрез серпуховского яруса Усинского месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Главную роль в структуре ангидрита играет крупный тетраэдрический анион $(SO_4)^{2-}$. Сера находится в высшей степени окисления, поэтому все ангидриты имеют одинаковый структурный тип.

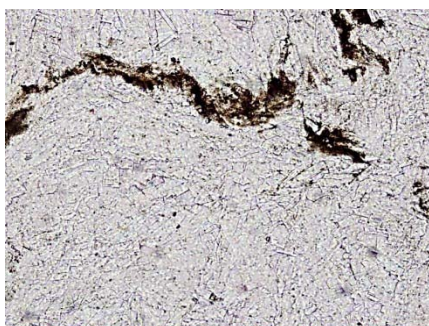
В рассматриваемом разрезе ангидрит представлен массивной, плотной, мелкокристаллической, прочной породой. С интервала 1721,2 м встречаются линзы и пласты ангидрита мощностью 0,5-25,0 см, в интервале 1733,6-1735,2 м виден пласт ангидрита мощностью 1,6 м, с единичными включениями доломита. Выполнено петрографическое описание шлифов, отобранных в пласте C_{1S_1} , с глубины 1721,2 м.

Образец 2077, с глубины 1733,6 м (см. рисунок). Порода сложена ангидритом. Кристаллы призматические, игольчатые взаимно перекрещивающиеся с высокой интерференционной окраской. Между зернами ангидрита наблюдаются единичные зерна доломита. Зерна ангидрита примерно одинакового размера – в длину 0,173 мм, в ширину 0,035 мм. В шлифе прослеживается трещина, заполненная битумным веществом. Пор и фауны нет.

Образец 2081, с глубины 1734,4 м. Порода сложена тонкозернистым ангидритом. Ангидрит представлен небольшими зернами удлиненной формы, зерна взаимно пересекаются в хаотичном порядке. Кристаллы призматические игольчатые взаимно перекрещивающиеся. Высокой интерференционной окраски. Между зернами ангидрита встречаются единичные зерна доломита. Зерна ангидрита в длину 0,173 мм, ширину 0,035 мм. Вдоль всего шлифа идет трещина, местами полая, в основном заполненная глинистым минералом с включениями пирита. Пор и фауны нет.

Наблюдаются взаимные переходы гипса в ангидрит и обратно. При нагревании гипса до температуры 100-200 °С происходит его постепенная дегидратация и переход в ангидрит, который сопровождается уменьшением объема гипса и образованием в нем пустот [1]. При обратном процессе образуется вторичный гипс. Гидратация ангидрита и образование вторичного гипса сопровождаются резким увеличением его объема, вследствие чего в пласте создается дополнительное напряжение, достигающее иногда огромной величины.

Параллельные николи

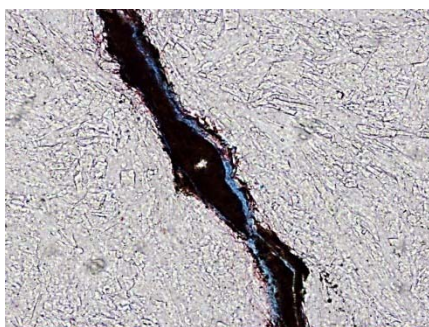


1

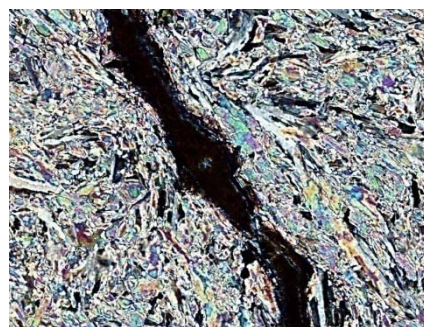
Скращенные николи



2



3



4

Ангидрит серпуховского яруса в скращенных и параллельных николях:

1, 2 – образец 2077; 3, 4 – образец 2081

В результате изучения ангидритов серпуховского горизонта Тимано-Печорской нефтегазосной провинции можно сделать некоторые выводы:

- формирование залежи ангидрита связано с процессами осадконакопления в замкнутых морских бассейнах (лагуна);
- ангидрит чаще всего образуется в областях с сухим климатом;
- основные пояса накопления ангидритов сосредоточены в пределах умеренных и субтропических поясов;
- для формирования ангидритов необходима система двух бассейнов, например, море-море, море-океан;

- для ангидрита характерно неравномерное распределение, как по площади, так и по мощности;
- наличие в ангидритах трещин, заполненных глинистыми минералами, углеводородами свидетельствует о проявлении нефти и газа в подстилающих и перекрывающих отложениях;
- сложная, спутанная волокнистая структура ангидрита связана с переходами гипса в ангидрит.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Карлович, И. А. Геология / И. А. Карлович. – М.: Академический проект, 2005. – 704 с.
2. Старостин, В. И. Геология полезных ископаемых / В. И. Старостин, П. А. Игнатов. – М.: Академический проект, 2004. – 512 с.

УДК 553.98

ГРАНИТОИДЫ ЕВЬЮГАНСКОГО КУПОЛА (ПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

ФРОЛОВА Е. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Во многих складчатых областях в ядрах крупнейших положительных структур эрозией вскрываются породные ассоциации, метаморфизм которых достигает уровня самых высоких ступеней и сопровождается гранитизацией, анатексисом и другими явлениями ультраметаморфизма. Геологические формации такого типа, получившие название гранито-гнейсовых или гнейсово-мигматитовых комплексов, особенно широко распространены в древних кристаллических щитах, где они и были впервые изучены и детально описаны в ряде работ, ставших классическими [3].

На Урале известно около 20 образований такого типа, один из которых представлен Харбейским гнейсово-мигматитовым комплексом, располагающимся в зоне сочленения Полярно-Уральского и Пайхойского мегаструктур. К западу от Харбейского блока, отделяясь от него серией разрывных нарушений, обнажаются ордовикские и более молодые толщи Уральского Севера. С востока Харбейский выступ ограничен региональным глубинным разломом (ГУГР), к которому приурочены крупнейшие массивы гипербазитов [2].

Структурную основу южной части Харбейского блока составляют две брахиформные положительные структуры – Евьюганский и Лаптаюганский купола, сложенные мигматизированными амфиболитами и гнейсами ханмейхойской свиты, которые претерпели относительно равномерный метаморфизм в условиях амфиболитовой фации [1, 3].

В 2008 г. при геологическом картировании в рамках ГДП-200 Северной научно-исследовательской геологической экспедицией была изучена ядерная часть Евьюганского купола.

В процессе изучения макроскопических и микроскопических петрографических особенностей гранитоидов были выделены следующие разновидности: гранито-гнейсы, плагиограниты, катаклазированные граниты, граниты биотитовые мусковитизированные.

Гранито-гнейсы характеризуются лепидогранобластовыми структурами и порфиробластовыми (с лепидогранобластовой структурой основной ткани), вторичными пойкилобластовыми, катабластическими микроструктурами, гнейсовыми текстурами. Калиевый полевой шпат представлен таблитчатым микроклином с микроклиновой решеткой и пятнистыми пертитами замещения. Плагиоклаз представлен олигоклазом. Содержание изометричных волнисто угасающих зерен кварца с заливчатыми границами достигает 30 %. Общее количество чешуйчатых зерен мусковита и биотита в гранитоидах достигает 20 %. Мусковит обладает вторичной природой и образуется в наиболее проницаемых при катаклазе зонах – зонах дробления. Характерным аксессуарным минералом является конвертообразный сфен. Из вторичных процессов развиты серицитизация и мусковитизация плагиоклаза, хлоритизация, эпидотизация.

В полнокристаллических равномернозернистых мелкозернистых плагиогранитах с аллотриоморфнозернистыми, вторичными пойкилитовыми микроструктурами наблюдаются

гнейсоватые текстуры. Калиевый полевой шпат представлен микроклином с решеткой, по которой развит серицит, и микроклином с мезопертитовыми вростками. Плагиоклаз представлен альбитом и олигоклазом. Также присутствует плагиоклаз с зональным угасанием. Кварц угасает волнисто. Чешуйчатые зерна мусковита и биотита встречаются до 1 %. Акцессорные минералы представлены ортитом, цирконом, апатитом, сфеном, магнетитом, пиритом.

В катаклазированных гранитах наблюдаются полнокристаллические мелко-среднезернистые структуры и аллотриоморфнозернистые, цементные (бластоцементные) местами вторичные пойкилитовые микроstructures, гнейсовидные, массивные текстуры. Калиевый полевой шпат представлен микроклином с микроклиновой решеткой и пертитовыми вростками альбита двух типов – пертитами внедрения и пятнистыми пертитами замещения. По углу симметричного угасания в плагиоклазах, сдвойникованных по альбитовому закону, идентифицируются три разновидности: олигоклаз, альбит, андезин. Изометричные зерна кварца с заливчатыми и занозистыми границами имеют волнистое угасание. Общее количество чешуйчатых зерен мусковита и биотита в гранитоидах составляет 5-15 %. Акцессорными минералами являются: ортит, стильпномелан, циркон, апатит. Из вторичных процессов наблюдаются альбитизация, сосюритизация плагиоклаза, хлоритизация, эпидотизация.

Граниты биотитовые мусковитизированные характеризуются полнокристаллическими мелко-среднезернистыми структурами и аллотриоморфнозернистыми, порфириовидными, местами вторичными пойкилитовыми микроstructures, гнейсовидными текстурами. Калиевый полевой шпат представлен микроклином с микроклиновой решеткой и пертитовыми вростками альбита (пертитами замещения). Плагиоклаз представлен альбитом и олигоклазом. Изометричные зерна кварца с неровными границами имеют волнистое угасание. До 10-20 % в породах присутствует мусковит и биотит. Акцессорные минералы представлены цирконом и сфеном. Наблюдаемые вторичные процессы – альбитизация, серицитизация и мусковитизация плагиоклаза, эпидотизация.

Петрографический состав, инъекционный характер пород, магматическое замещение части вмещающих толщ (мигматитизация), катаклазированность в контактовых зонах, соскладчатость гранитоидов и вмещающих пород свидетельствуют о принадлежности гранитоидов Евьюганского купола к мигматит-плагиогранитовой формации, образованной в эпоху интенсивных складчатых деформаций в коллизионной обстановке [2].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бутин, В. В. Геология и условия формирования гнейсо-амфиболитового комплекса южной части Харбейского антиклинория: автореферат канд. дис. / В. В. Бутин. – Свердловск: 1973.
2. Душин, В. А. Магматизм и геодинамика палеоконтинентального сектора севера Урала / В. А. Душин. – М.: Недра, 1997. – 213 с. ил.
3. Кейльман, Г. А. Мигматитовые комплексы подвижных поясов / Г. А. Кейльман. – М.: Недра, 1974. – 200 с.

УДК 658.512

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ (НА ПРИМЕРЕ ВОЛКОВСКОГО РУДНИКА)

ФИЛИЧКИН С. В., ШВЕНК Е. Е.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Волковский рудник входит в состав ОАО «Святогор». В настоящее время заканчивается отработка его первой очереди (Лаврово-Николаевский карьер). Для расширения мощности Волковского рудника планируется начать отработку второй очереди (Северо-Западный карьер). С этой целью ООО «УГМК-Холдинг» в 2007 г. был выполнен проект «Восполнение мощностей Лаврово-Николаевского карьера». Согласно этому проекту, на территории второй очереди предполагается разместить отвалы скальных и рыхлых пород, общей площадью 69 га, а также установку кучного выщелачивания меди, площадью 10 га. Для оптимизации данного проектного

решения, в рамках НИРС кафедры ГИГ УГГУ, на основании результатов научно-исследовательских работ [1], [2] нами изучен накопленный материал, результаты которого легли в основу данной статьи.

В соответствии с теорией экологического риска, площадка второй очереди была изучена с применением методики естественной защищенности подземных вод [3], а проектируемые объекты ранжированы по потенциальной опасности.

Пользуясь методикой оценки естественной защищенности подземных вод, на территории проектируемых объектов выделены 5 категорий условий защищенности:

I – характеризуется наименьшей мощностью делювиальных отложений до 5 м;

II – характеризуется мощностью делювиальных отложений 5-10 м;

III – характеризуется мощностью залегания делювиальных отложений 10-15 м;

IV – характеризуется мощностью залегания делювиальных отложений 15-20 м;

V – характеризуется мощностью залегания делювиальных отложений более 20 м.

Все объекты, размещенные на территории второй очереди месторождения, были ранжированы по категориям потенциальной опасности.

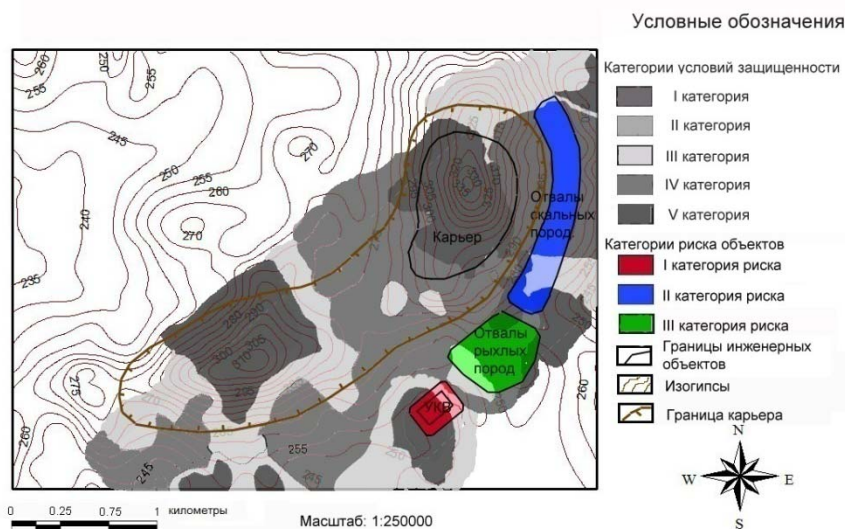
I категория потенциальной опасности присвоена установке кучного выщелачивания рудоносных пород, так как при ее эксплуатации используются концентрированная серная кислота, утечка которой может нанести наибольший вред подземным водам.

II категория потенциальной опасности присвоена отвалу скальных пород. Территория, на которой планируется разместить отвалы, предназначена для пустых скальных пород, то есть не содержащих рудные компоненты. Но данные горные породы все равно будут иметь некоторую концентрацию рудных элементов. Под действием атмосферных осадков, у которых реакция среды слабокислая ($pH < 5,5$), рудные компоненты будут выщелачиваться из скальных горных пород, и за счет инфильтрационного питания неизбежно произойдет загрязнение подземных вод, находящихся под данным объектом. Также отвалы горных пород можно отнести ко второй категории, потому что их площадь очень велика и составляет 51 га, что может привести к загрязнению подземных вод в больших масштабах.

III категория потенциальной опасности присвоена отвалу рыхлых горных пород. Данный объект является наименее опасным. Влияние его на состояние подземных вод точно такое же, как и у отвалов скальных пород. Он относится к третьей категории, так как содержание рудных и вредных компонентов в нем гораздо меньше, чем в отвалах скальных пород. Отвалы рыхлых пород занимают гораздо меньшую площадь – 18 га.

Затем была построена карта рисков загрязнения подземных вод и были даны рекомендации по предотвращению их загрязнения.

В соответствии с проектом, отвалы рыхлых пород будут расположены на территории, которой присвоены II и III категории условий защищенности. Отвалы скальных пород расположены на территории с I и III категориями условий защищенности. Установка кучного выщелачивания меди расположена на территории с III, IV и V категориями условий защищенности (см. рисунок).



Обобщенная карта условий естественной защищенности и рисков загрязнения подземных вод

Для оптимизации принятых проектных решений по размещению объектов на Северо-Западном участке Волковского месторождения предлагается:

– Объекты I и III категорий потенциальной опасности разместить согласно проекту, предложенному ООО «УГМК-Холдинг», так как они находятся в зоне наиболее высокой защищенности;

– Объект II категории потенциальной опасности лишь южной частью попадает в зону оптимальной защищенности. Для предотвращения загрязнения подземных вод предлагается либо перенести его к югу от месторождения, либо спроектировать защитный экран, увеличивающий условия естественной защищенности под северной частью отвалов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Тагильцев, С. Н. Отчет о научно-исследовательской работе «Разработка рекомендаций по снижению отрицательного воздействия на природную среду деятельности горнодобывающих предприятий Красноуральского комбината» / С. Н. Тагильцев, Н. С. Глазырина, Л. П. Парфенова [и др.] // Технический архив ОАО «Святогор». – Свердловск, 1989. – 274 с.

2. ООО «УГМК-Холдинг». Проект «Восполнение мощностей Лаврово-Николаевского карьера»: техн. архив ОАО «Святогор». – Верхняя Пышма: 2007. – 230 с.

3. Гольдберг, В. М. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения / В. М. Гольдберг, С. М. Газда. – М.: Недра, 1984.

УДК 550.83

ОЦЕНКА ФИЛЬТРАЦИОННО-ЕМКОСТНЫХ СВОЙСТВ ШЛАМА С ПОМОЩЬЮ ЯДЕРНО-МАГНИТНОГО РЕЛАКСОМЕТРА MST

СТЕПАНЕНКОВ Л. Е.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

ХАРИСОВ Р. Ф.

Институт геофизики УрО РАН

Повышение эффективности строительства скважин в первую очередь связано с оперативностью получения информации на этапе бурения. Важнейшим резервом в реализации этой задачи является развитие и внедрение в практику геологоразведочных работ одного из направлений геофизических методов – геолого-технологических исследований (ГТИ) в процессе бурения. ГТИ скважин позволяют оперативно решать как технологические, так и геологические задачи. Решение первой задачи в определённой мере удовлетворяет современным требованиям (оптимальный режим бурения, предупреждение аварийных ситуаций и т. п.). Вторая же задача, связанная с оптимизацией геологического изучения нефтегазоносного разреза бурящихся скважин, практически не решена. Получаемая при ГТИ геологическая информация – низкого качества, а её количество невелико. Исходный материал не всегда получается увязать с разрезом пробуренной скважины.

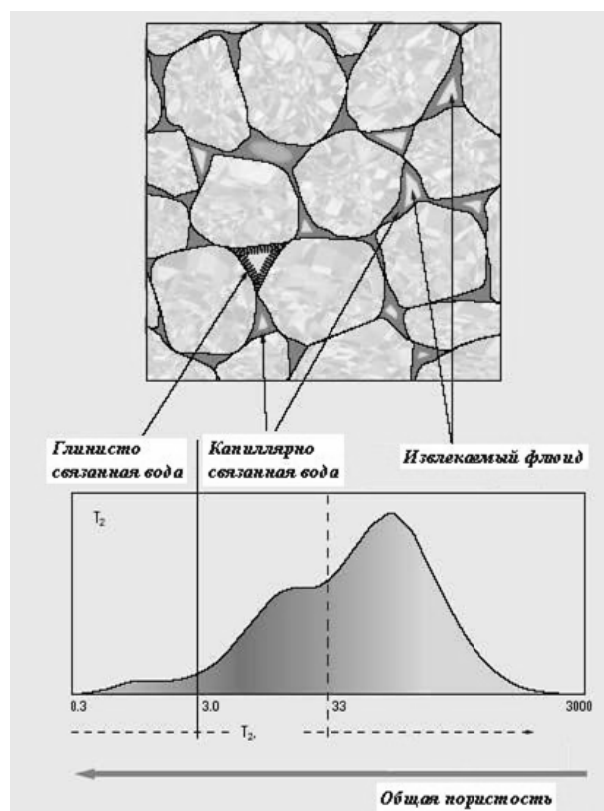
Это обстоятельство обуславливает новый этап развития ГТИ – существенное расширение возможностей получения геоинформации за счет использования новых технологий, в частности, ядерно-магнитной релаксометрии (ЯМР).

Ядерно-магнитные исследования принято относить к прямым методам измерения емкостных характеристик горных пород, так как он позволяет определять количество ядер водорода, которые содержатся в флюидах, насыщающих горные породы (рис. 1). Сигнал, получаемый от флюида, зависит от размера пор. По своему физическому смыслу эта зависимость представляет собой дифференциальное распределение пористости по времени поперечной релаксации T_2 . Так как время релаксации пропорционально размеру пор, то, следовательно, дифференциальное распределение пористости по временам релаксации характеризует также и распределение пористости по размерам

пор. Зная связь между временами релаксации и размером пор, из дифференциального спектра можно получить распределение пор по размерам.

Стандартные методики измерения ФЭС заключаются в анализе образцов керна определенной формы и только в лабораторных условиях, при этом сам анализ занимает продолжительное время. В то же время, технология метода ЯМР позволяет производить измерения на образцах керна как правильной, так и неправильной формы, в том числе и на образцах шлама, за время от нескольких секунд до нескольких минут. Это преимущество дает возможность проводить ядерно-магнитные исследования в процессе бурения нефтегазовых скважин и в реальном масштабе времени оценивать основные фильтрационно-емкостные свойства, для оценки качества перспективных интервалов и покрышек.

Рис. 1. Связь времен релаксации и состояние флюида



С использованием ядерно-магнитного релаксометра MST, разработанного в Институте геофизики УРО РАН (рис. 2), были реализованы исследования шлама на одной из бурящихся скважин Аганского месторождения Западной Сибири.



Рис. 2. Общий вид ядерно-магнитного релаксометра MST

Исследования шлама проводились по следующей методике:

- отбор шлама размером более 3 мм специальным ситом;
- промывка отобранного образца от бурового раствора водой;
- определение объема образца гидростатическим способом с использованием высокоточных весов;
- удаление поверхностной воды с частиц шлама: шлам заливался тёплой фторорганической жидкостью, затем вода удалялась;
- установка контейнера с образцом в релаксометр;
- измерение пористости образца и оценка проницаемости;
- сохранение полученных данных.

По полученным данным ЯМР-анализа шлама построена зависимость пористости от глубины. Результат был сравнен и увязан со значениями пористости, рассчитанными по комплексу ГИС (рис. 3).

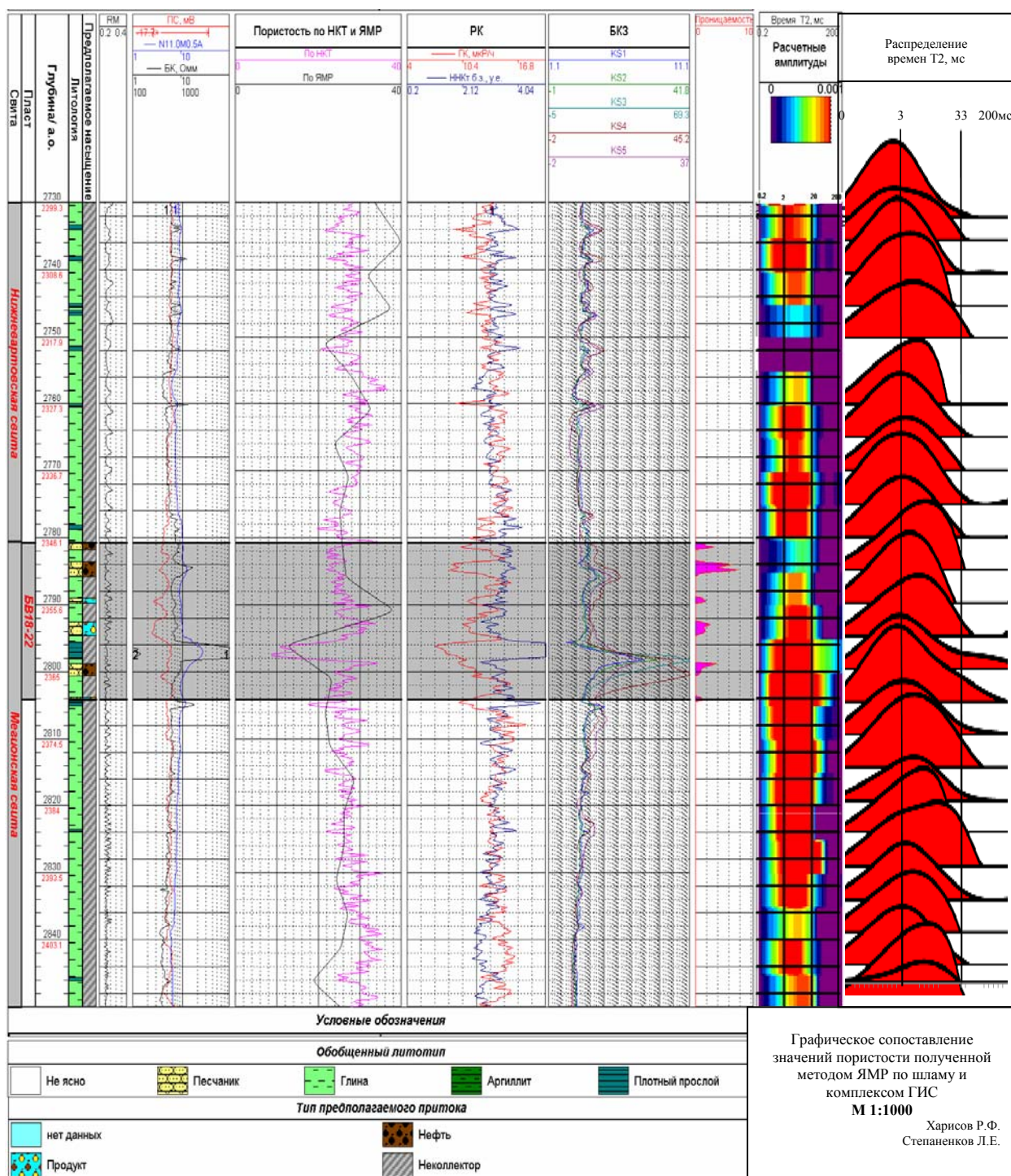


Рис. 3. Каротажная диаграмма с данными ЯМР по шламу

Первоначальное соотношение значений пористости ЯМР по шламу и методов ГИС имело расхождение в районе 6 м. Это обстоятельство объясняется тем, что с момента бурения и до момента выхода шлама на устье скважины проходит время, за которое долото успевает увеличить глубину скважины.

При анализе данных во внимание брался участок с продуктивной зоной пластов БВ 18-22 Мегионской свиты. Мощность пластов, по данным ГИС, составляет 1-2 м. Учитывая тот факт, что не все интервалы выделенных пластов удалось захватить, так как интервал отбора шлама составил 5 м, нам удалось выделить два участка на глубинах 2795 и 2800 м. По результатам ЯМР, эти интервалы могут обладать коллекторскими свойствами, так как время их релаксации более 33 мс, а следовательно, они содержат свободный флюид. Максимальная амплитуда времени релаксации относится к интервалу менее 33 мс, что характерно для глинистой составляющей и связанному флюиду. По результатам ГИС, данные интервалы также характеризуются положительными коллекторскими свойствами и степенью глинистости от 20 до 50 %, что хорошо видно по данным методов ПС и ГК.

Первоначальное соотношение значений пористости ЯМР по шламу и методов ГИС имело расхождение в районе 6 м. Это обстоятельство объясняется тем, что с момента бурения и до момента выхода шлама на устье скважины проходит время, за которое долото успевает увеличить глубину скважины.

При анализе данных во внимание брался участок с продуктивной зоной пластов БВ 18-22 Мегионской свиты. Мощность пластов, по данным ГИС, составляет 1-2 м. Учитывая тот факт, что не все интервалы выделенных пластов удалось захватить, так как интервал отбора шлама составил 5 м, нам удалось выделить два участка на глубинах 2795 и 2800 м. По результатам ЯМР, эти интервалы могут обладать коллекторскими свойствами, так как времена их релаксации более 33 мс, а следовательно, они содержат свободный флюид. Максимальная амплитуда времени релаксации относится к интервалу менее 33 мс, что характерно для глинистой составляющей и связанному флюиду. По результатам ГИС, данные интервалы также характеризуются положительными коллекторскими свойствами и степенью глинистости от 20 до 50 %, что хорошо видно по данным методов ПС и ГК.

Интервалы глубин 2730-2780 и 2804-2850 м, по данным ЯМР, не обладают коллекторскими свойствами, хотя значения пористости велики (порядка 30 %). Выводы о высоких процентах пористости основаны на значениях графика (рис. 3), где распределение времени T_2 варьирует от 0,2 до 33 мс. При этом максимальное значение амплитуды времени T_2 находится вблизи значения 3 мс. Это свидетельствует о том, что весь флюид сосредоточен в глинистой и капиллярно-связанной компоненте. Данное утверждение подтверждают данные ГИС – глинистость в указанных интервалах составляет от 90 до 100 %, по данным ПС и ГК. Указанные интервалы имеют хорошие изоляционные свойства для пласта БВ18-22.

Хотелось бы отметить, что представленные результаты позволяют говорить о том, что ЯМИ могут не только повысить информативность геологических данных, но и решить ряд задач, которые принципиально не могли быть решены существующими методами ГИС, в первую очередь, задачу оценки эффективной пористости.

С литологической точки зрения, проведённая работа показала возможность использования ЯМИ для более точной увязки отобранного шлама к разрезу скважины, выделить интервалы пласта и покрышки, оценить глинистость.

Итак, применение ЯМР в процессе бурения дает дополнительную и важную геологическую информацию. Внедрение ЯМР в состав ГТИ позволило бы вывести их на новый уровень информативности.

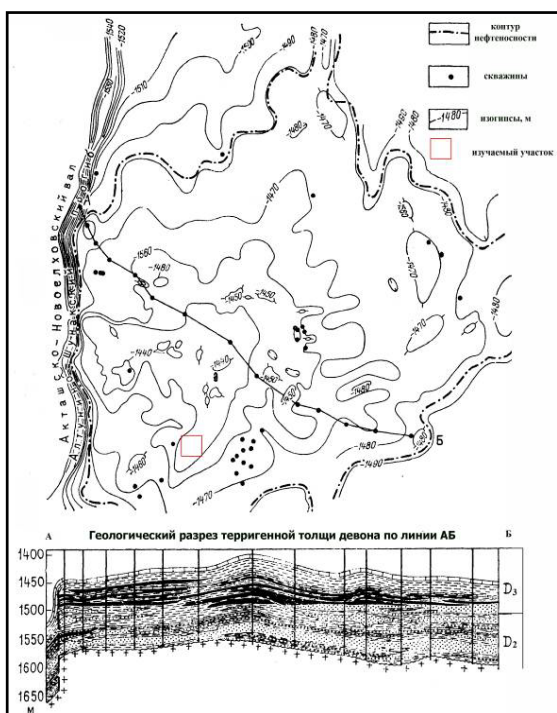
3D МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЛЯ ПОИСКА ПЕРСПЕКТИВНЫХ УЧАСТКОВ, НЕ ВЫЯВЛЕННЫХ НА ЭТАПЕ РАЗРАБОТКИ (НА ПРИМЕРЕ ПАШИЙСКОГО ГОРИЗОНТА ЗАПАДНО-ЛЕНИНОГОРСКОЙ ПЛОЩАДИ РОМАШКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ)

ДЬЯКОНОВА Ю. А., МОТУЗОВ И. С., ХАКИМОВ М. Ю.

ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»

Ромашкинское месторождение является уникальным по запасам нефти. Оно относится к месторождению платформенного типа и в тектоническом отношении приурочено к Южно-Татарскому своду Волго-Уральской антеклизы [2].

Одним из основных нефтеносных объектов является девонский терригенный комплекс, большинство залежей в котором приурочено к пашийскому горизонту (рис. 1).



Основными проблемами поиска нефти в этом горизонте являются прерывистый характер строения коллекторских толщ, выражающийся как в смене одного типа коллекторов другим, так и полным замещением их неколлекторами, а также сильная изменчивость коллекторских свойств пластов, как по вертикали, так и по латерали [2]. Фациальный состав коллекторов изменяется от глинистых алевролитов до песчаных фракций.

Рис. 1. Структурная схема по кровле пашийского горизонта Ромашкинского месторождения [1]

Пашийский горизонт является многопластовым объектом, в котором при средней толщине продуктивных отложений 34 м выделяется до 11 пропластков. При сопоставлении геолого-геофизических разрезов по скважинам на отдельно взятом участке Западно-Лениногорской площади Ромашкинского месторождения было определено, что оптимально следует выделять 7 пропластков, которые

условно можно разделить на верхнюю, характеризующуюся линзовидным строением, и нижнюю – с площадным распределением коллектора, пачки (рис. 2).

При составлении классической схемы корреляции прослеживание пластов от скважины к скважине носит довольно условный характер. Линии замещения или выклинивания коллекторов проводятся условно, что не даёт возможности с какой-либо вероятностью судить о распространении коллектора. В случае замещения по каротажным диаграммам прослеживается положение пропластка, но по сравнению с соседней скважиной, где он выделен как коллектор, наблюдается резкое ухудшение фильтрационно-емкостных характеристик.

В случае выклинивания положение пропластка и линии выклинивания точно определить невозможно. Сложное строение пластов-коллекторов, обилие мелких структур, чрезвычайно сильная латеральная изменчивость коллекторских свойств и крайне неравномерное заполнение ловушек нефтью не позволяют с достаточной точностью судить о распространении коллекторов в межскважинном пространстве, что может привести к невыявлению перспективных нефтеносных участков.

Для решения этой проблемы предлагается построение 3D модели пласта, которая позволит спрогнозировать строение пласта между скважинами (с определённой степенью вероятности) и определить перспективные участки. На рис. 3 представлена модель изучаемого участка. На рис. 4 показана литология пласта.

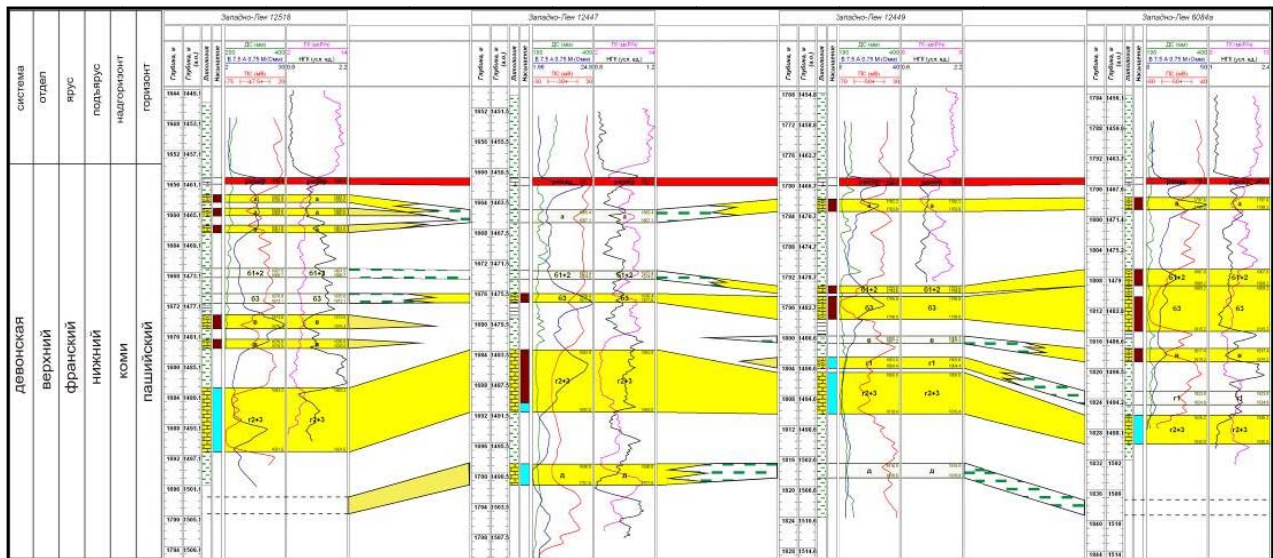


Рис. 2. Сопоставление геолого-геофизических разрезов скважин по профилю 12518-12447-12449-6084а

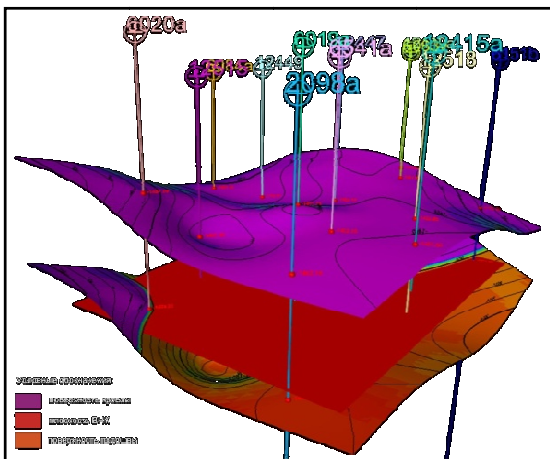


Рис. 3. Модель изучаемого участка

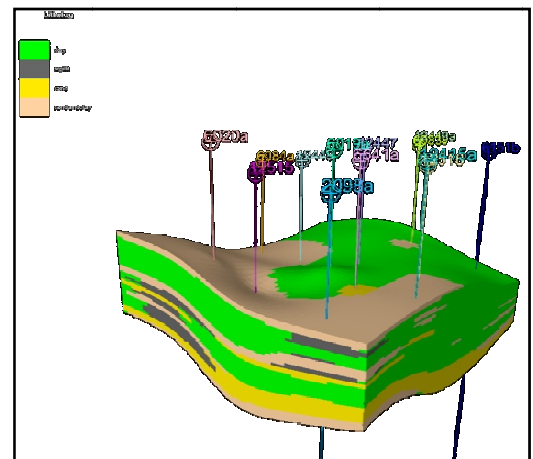
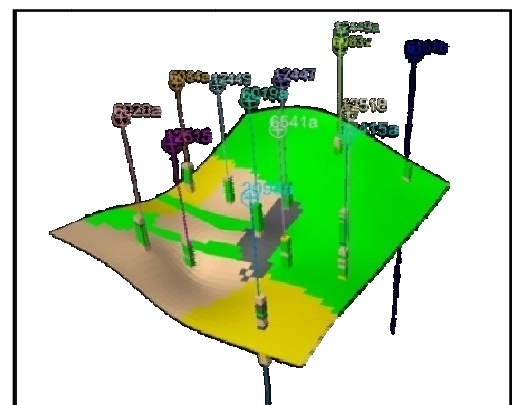


Рис. 4. Литологическая модель

Построенная модель позволяет рассмотреть разрезы в любой плоскости пласта. Например, на разрезе, представленном на рис. 5, в межскважинном пространстве прослеживается пропласток коллектора.

Проанализировав литологическую модель и модель пористости (рис. 6), можно судить о том, что данный пропласток представляет интерес, но для рассмотрения его в качестве объекта разработки необходимо определить в нём остаточную нефтенасыщенность. Для этого строится модель начальной (рис. 7) и остаточной (рис. 8) нефтенасыщенности, и на их основе строится схема выработанности запасов (рис. 9), на которой видно, что выделенный объект находится в области с остаточной нефтенасыщенностью.

Рис. 5. Литологический разрез



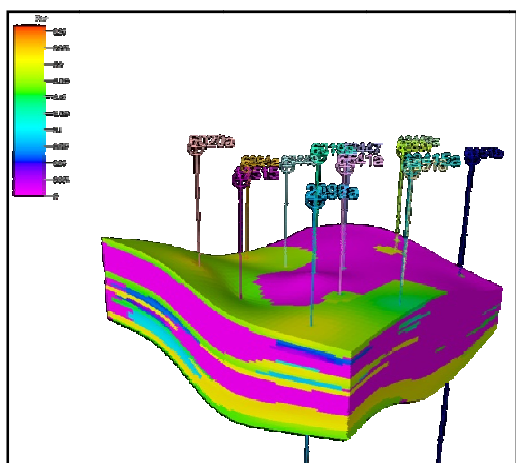


Рис. 6. Модель пористости

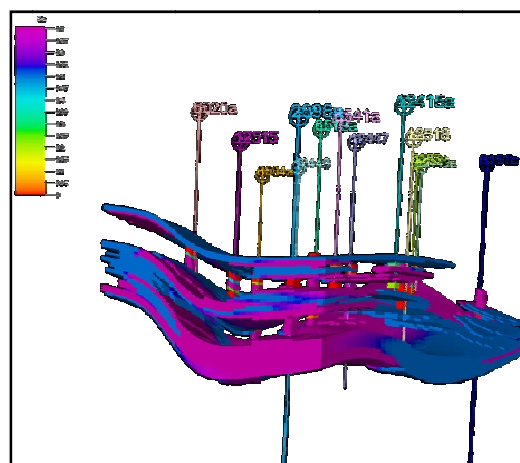


Рис. 7. Модель начальной нефтенасыщенности

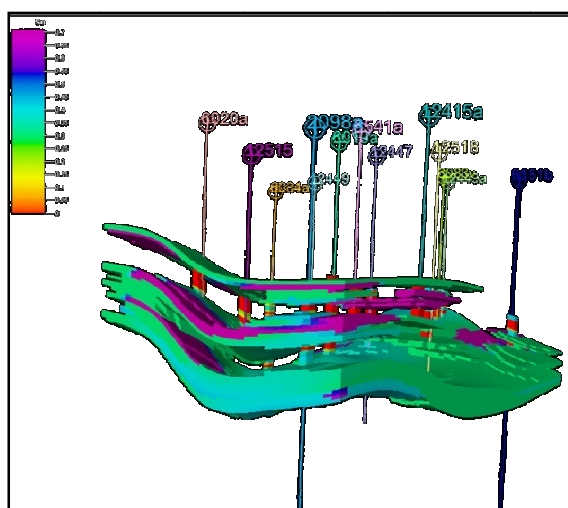


Рис. 8. Модель остаточной нефтенасыщенности

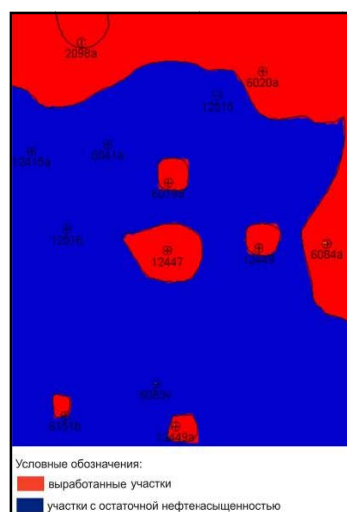


Рис. 9. Схема выработанности запасов

Для ввода выявленных участков в эксплуатацию на разрабатываемом месторождении возможна резка новых стволов в эксплуатационных скважинах и наклонное либо горизонтальное бурение непосредственно в выявленный объект. Прделанная работа позволяет повысить достоверность интерпретации исходных данных, что может послужить основанием для перевода запасов в более высокую категорию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Изотов, В. Г. Типизация терригенных коллекторов девона Ромашкинского месторождения по структуре порового пространства / В. Г. Изотов, Л. М. Ситдикова, Э. И. Сулейманов // Труды научно-практической конференции, посвященной 50-летию открытия девонской нефти Ромашкинского месторождения «Опыт разведки и разработки Ромашкинского и других крупных месторождений Волго-Камского региона». – Казань: Новое знание. – С. 199.
2. Муслимов, Р. Х. Геология, разработка и эксплуатация Ромашкинского нефтяного месторождения. Том 1 / Р. Х. Муслимов, А. М. Шавалиев, Р. Б. Хисамов [и др.] – М.: ВНИИОЭНГ, 1995.

ПАЛЕОВУЛКАНЫ И ЭНДОГЕННОЕ ОРУДЕНЕНИЕ (НА ПРИМЕРЕ УРАЛА)

КОТЕЛЬНИКОВ А. Е., ДЬЯКОНОВ В. В., ЖОРЖ Н. В.

ГОУ ВПО «Российский университет дружбы народов»

Урал представляет собой типичное вулканогенное каледоно-герцинское сооружение. На сегодняшний день – это палеозойская платформа. Основная часть площади перекрыта платформенным чехлом Западно-Сибирской низменности.

Основной структурой таких территорий являются вулканы. На первый взгляд, это всем понятно, но в практике картирования и составления геологических карт, независимо от масштаба, вы нигде не увидите вулканической структуры. Максимум, что вы найдете – это кружочек, символизирующий вулканический конус, да и то на территории современного вулканизма.

Вулкан представляет собой сложное сооружение, в пределах которого широко развиты пирокластические, лавовые и вулканогенно-осадочные, осадочные и интрузивные фации (рис. 1).

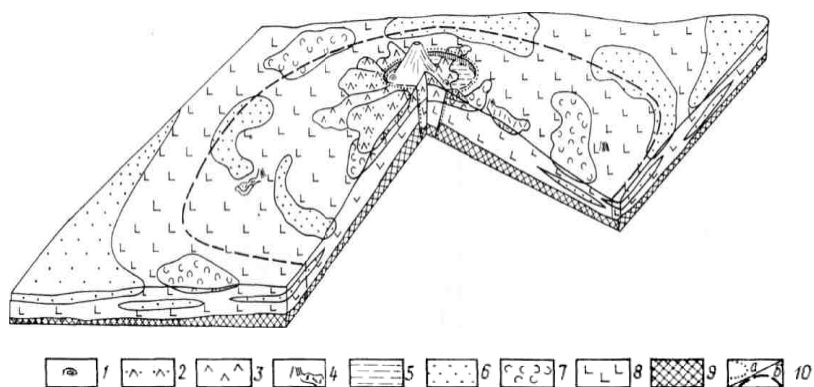


Рис.1. Схема размещения фаций щитового вулкана со стратовулканом в вершинной кальдере (по В. В. Донских и др., 1980):

1-8 – фации: 1 – экструзивных куполов, 2 – эксплозивные стратовулкана, 3 – лавовых потоков стратовулкана, 4 – побочных шлаковых конусов, 5 – кальдерных озер, 6 – вулканогенно-осадочные удаленной зоны (лахаровая, сухих рек), 7 – игнимбритовая, 8 – лавовых потоков и покровов щитового вулкана; 9 – фундамент вулкана; 10 – границы между зонами разной удаленности от жерла щитового вулкана: а – между прижерловой и зоной склонов, б – между зоной склонов и удаленной

Структуры, которые возникают в процессе деятельности вулканов – сводовые или купольные поднятия, кальдеры, мульды проседания, грабены и другие – широко проявлены в областях современного и древнего вулканизма.

Купольные поднятия наблюдаются в фундаменте. Они образуются над магматической камерой и формируются под давлением внедряющихся субвулканических интрузий, в результате чего возникают лакколиты. При выжимании вязких лав образуются экструзивные купола. Это тектонические структуры 1-го порядка.

Ко второй группе положительных структур относятся собственно вулканические конусы, которые образуются продуктами извержений. Они могут быть сложены лавами, брекчиями, туфами и шлаками.

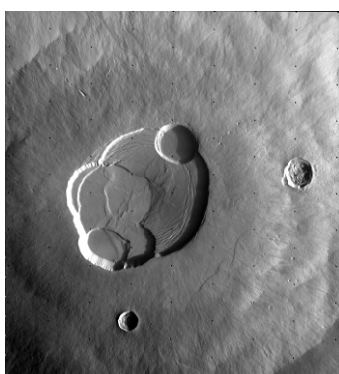
В изученных вулканотектонических структурах центры извержения отмечаются куполовидными поднятиями фундамента, располагающимися в центральных частях структур (главные центры), и по внешним кольцевым разломам (побочные центры).

В настоящее время вопрос о вулcano-тектонических структурах отрицательного знака является одним из наиболее актуальных при изучении палеовулканов.

Компенсационные мульды (мульды проседания и грабенообразные депрессии) образуются одновременно с накоплением вулканогенных толщ по периферии, в области, удаленной от основного центра извержений, но внутри внешней кальдеры проседания. Значительная часть выполняющего их материала представлена собственно осадочными породами.

Кальдеры обрушения и проседания возникают при погружении сводов вулканических построек по кольцевым разломам. Главным фактором при образовании кальдер является преобладание веса вулканической постройки над давлением в периферическом очаге. Кальдеры бывают вершинными (провальные и эксплозивные), образующимися при обрушении вершин вулканических построек, и периферическими (оседания), когда вулканическая постройка целиком погружается, или, скорее, просаживается над очагом.

В центральной кальдере формируются несколько конусов. Таким путем возникают телескопированные кальдеры – системы кольцевых структур, вложенных друг в друга, иногда эксцентрично, нередко с резким наложением одна на другую. Такой характер строения вулканических конусов характерен в планетарном масштабе (рис. 2).



Периферические кальдеры оседания в палеовулканических областях имеют обычно размеры от 100 и более километров в поперечнике. В большинстве случаев они ограничены от выходов довулканического фундамента разрывными концентрическими нарушениями.

Рис. 2. Снимок с КА «Викинг-1» сложной кальдеры на вершине вулкана Гора Олимп на Марсе. Ширина кадра 175 км (Viking Orbiter 890A68)

На Полярном Урале в восточном крыле Малокарского антиклинория картируются выходы жерловых и прижерловых фаций крупного палеовулкана, выполняющих Лекын-Тальбейскую антиклиналь. Ширина выходов – от 10 до 15 км. За пределами антиклинали увеличивается туфо-лавовая составляющая, что свидетельствует о переходе к склоновым фациям. Метавулканиды отнесены к Бедамельской свите рифейского возраста и разбиты на три толщи: нижняя – существенно базальтовая, средняя – андезитобазальтовая, верхняя – андезитдацитовая. По периферии вулканогенные отложения сменяются вулканогенно-осадочными и осадочными Хойдышорской свиты венда (фации удаленной зоны). К центральной прижерловой части структуры приурочено меднопорфировое Лекынтальбейское месторождение, пространственно тесно связанное с линзовидным телом гранит-порфиров. Куполообразная форма жерловой части структуры подчеркивается строением кливажных структур. Внешняя кальдера проседания – диаметром 65-80 км.

В Северо-Уральском мегаблоке, в верховьях Северной Сосьвы, был выявлен фрагмент крупной палеозойской палеовулканической постройки. Анализ фаций и мощностей вулканогенных образований Турватской свиты (*S?*) показал, что они представлены продуктами деятельности крупного стратовулкана. Максимальные (до 2000) мощности лав и их пирокласт фиксируются в междуречьи Большой и Малой Сосьвы в соотношении 3:1. Ширина зоны развития жерловых фаций – 12-15 км. В меридиональном направлении прослеживаются склоновые фации, где увеличивается роль пирокластического материала (лапиллиевые туфы) и уменьшение общей мощности вулкаников до 500-1000 м. Широкое распространение приобретают витрокластические туфы с прослоями вулканогенно-осадочных пород. Морская фауна и отпечатки флоры свидетельствуют о морской мелководной обстановке или существовании вулканических островов.

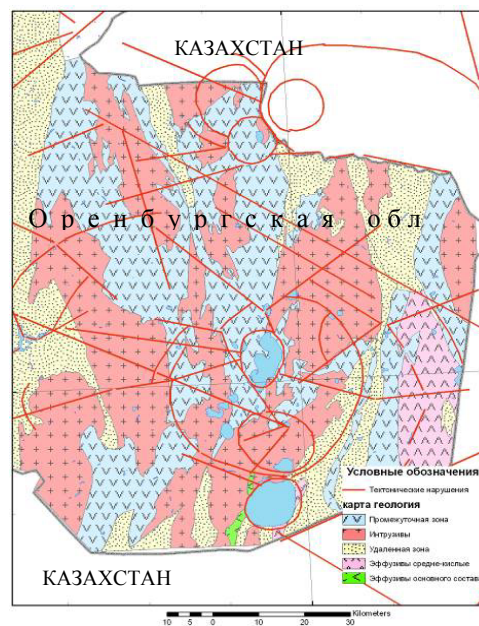
В пределах Урало-Тобольской мегазоны проведенный палеофациальный анализ силурийско-каменноугольных отложений Восточного Оренбуржья позволил установить, что существенно лавовые отложения – метабазалты, лавы базальтов, риолитов и дацитов, зеленые сланцы по базальтам, концентрируются в пределах кольца диаметром ~60 км и по своему строению эти отложения весьма близки к склоновым (промежуточной зоне) фациям вулкана, с центром – озеро Жетыколь, где в отдельных картировочных скважинах были обнаружены грубообломочные породы. За пределами развития полей вулкаников постепенно нарастает количество вулканогенно-осадочного материала – песчаники, сланцы, конгломераты, глинистые сланцы, туффиты. Также

кольцевое строение района подтверждается результатами проведенного структурного анализа геологов ОАО «Вотемиро». Диаметр внешней кальдеры проседания ~150 км (рис. 3).

Рис. 3. Жетыкольская палеовулканическая структура

Палеовулканические реконструкции расширяют возможность прогнозирования эндогенного оруденения, приуроченного к следующим основным элементам структуры:

- центральная кальдера проседания (месторождения золота, серебра, молибдена, меди, рения и др.);
- склон палеовулкана (месторождения полиметаллов, золото-полиметаллические, медноколчеданные и др.);
- апикальные части субвулканических лакколлитов комплексного состава (штокверковые месторождения золота, меди, гидротермальные месторождения жильные и др.);
- удаленная зона (вулканогенные осадочные месторождения рудных и нерудных полезных ископаемых).



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ажгирей, Г. Д. Отчет «Структурные условия локализации месторождений меди Лекын-Тельбейской антиклинали» / Г. Д. Ажгирей, С. М. Кропачев, В. В. Дьяконов [и др.] – Воркута, 1982.
2. Донских, В. В. Методика геологической съемки древних вулканов / В. В. Донских, В. Н. Зелепугин, И. И. Кронидов. – Л.: Недра, 1980. – 278 с.
3. Кропачев, С. М. Отчет «Подготовка к изданию прогнозно-металлогенических карт по меди колчеданного типа масштаба 1:200 000 и 1:50 000 с детализацией рудных узлов в Сосьвенском районе» / С. М. Кропачев, М. Я. Попов, В. В. Дьяконов [и др.] – Воркута, 1980.
4. Семехин, А. В. Отчет «ГДП-200 листов М-41-I, II, VII, VIII, N-41-XX, XXVI, XXXI (Зуральская площадь, территория Российской Федерации)» / А. В. Семехин, А. А. Шильников, В. В. Дьяконов [и др.] – Оренбург, 2008.

УДК 550.834

ЗАВИСИМОСТЬ КРАМЕРСА-КРОНИГА ДЛЯ СВЯЗИ ДИСПЕРСИИ СКОРОСТЕЙ И ДОБРОТНОСТИ

КОЩЕЕВ С. С.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Для линейных вязкоупругих систем нерегулярность требует наличия довольно специфичной связи между дисперсией скорости, или модулей, и Q , т. е. если имеется полное описание дисперсии для всех частот, то для всех этих частот известно и значение Q , и наоборот.

Мы можем представить закон Гука для вязкоупругого состояния, определяющий зависимость между компонентами напряжения и деформации в следующей форме:

$$\sigma(t) = \frac{dr}{dt} * \varepsilon(t), \quad (1)$$

где $r(t)$ – функция релаксации, а $*$ обозначает конволюцию. Тогда в области частот мы можем написать:

$$\tilde{\sigma}(\omega) = M(\omega) \cdot \tilde{\varepsilon}(\omega), \quad (2)$$

где $M(\omega)$ – обобщенный модуль. Чтобы выражение $r(t)$ удовлетворяло причинно-следственной связи, реальные и мнимые части $M(\omega/(i\omega))$ в частотной области должны быть представлены парой преобразований Гилберта (Bourbie и др., 1987 г.):

$$M_I(\omega) = \frac{\omega}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{M_R(\alpha) - M_R(0)}{\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{\alpha - \omega}, \quad (3)$$

$$M_R(\alpha) - M_R(0) = -\frac{\omega}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{M_I(\omega)}{\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{\alpha - \omega}, \quad (4)$$

где $M_R(0)$ – реальная часть модуля при нулевой частоте, которая обусловлена мгновенным упругим откликом вязкоупругого материала. Если выразить это величиной

$$Q^{-1}(\omega) = \frac{M_I(\omega) \cdot \text{sgn}(\omega)}{M_R(\omega)}, \quad (5)$$

тогда мы получим:

$$Q^{-1}(\omega) = \frac{|\omega|}{\pi M_R(\omega)} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{M_R(\alpha) - M_R(0)}{\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{\alpha - \omega}, \quad (6)$$

и его обратную величину

$$M_R(\alpha) - M_R(0) = -\frac{\omega}{\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{Q^{-1}(\omega) \cdot M_R(\alpha)}{|\alpha|} \cdot \frac{d\alpha}{\alpha - \omega}. \quad (7)$$

Отсюда следует, что большая степень затухания в целом связывается с более выраженной дисперсией. Нулевое затухание предполагает отсутствие дисперсий скоростей.

Никто и никогда не располагал полной информацией о частотной зависимости скорости и Q , однако взаимозависимость Крамерса-Кронига позволяет нам применять некоторые ограничения к поведению материалов. Например, Lucet (1989 г.) измерил скорость и затухание на двух частотах (≈ 1 кГц и 1 МГц) и использовал зависимости Крамерса-Кронига для сопоставления полученных отличий с разными вязкоупругими моделями, как схематично показано на рисунке. Используя уравнение (7), мы можем определить ожидаемое отношение низкочастотного модуля или скорости V_{if} и высокочастотного модуля или скорости V_{hf} для различных функциональных форм Q (например, постоянного или почти постоянного Q). Во всех случаях линейное вязкоупругое поведение должно привести к получению интерцепта $V_{if}/V_{hf}=1$ при $1/Q=0$. Механизмы с кривыми состояниями затухания между точками измерений будут, в целом, вызывать большую дисперсию, которая проявляется в виде более крутого отрицательного наклона.

Зависимость обратной величины добротности среды от относительной частоты (ордината) для различных моделей



Уравнения Крамерса-Кронига могут использоваться для соотнесения дисперсии скоростей со значением Q в линейных вязкоупругих материалах.

Предположения и ограничения: уравнения Крамерса-Кронига применяются, когда материал имеет линейный и нерегулярный характер.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ СНЕГОВОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЛАСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ СУМЗА

ЛОГИНОВА Н. Ю., СЫЧЕВ Е. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Цель выполненной работы – изучение воздействия и оценка области распространения в окружающей среде техногенных выбросов металлов, вызванных промышленной деятельностью ОАО «СУМЗ» по результатам снеговой съемки, которые нам предоставили доцент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии Парфёнова Л. П. и ассистент Копёнкина О. А.

Территория, находящаяся в непосредственной близости от промплощадки СУМЗа, является площадью устойчивого промышленного выброса металлов в атмосферу, что особенно негативно влияет на экологическое и санитарное состояние близлежащих населенных пунктов – г. Ревда, г. Первоуральск и пос. Билимбай.

Тяжелые металлы, попадающие в организм человека, имеют пагубное влияние на состояние здоровья, приводят к длительным заболеваниям органов и практически не выводятся из организма [1].

Снежный покров является средой, которая накапливает техногенные загрязнители. Существует прямая связь между содержанием металлов в атмосфере и снежном покрове на определенной территории.

В среднем длительность существования снежного покрова на Урале 5-6 месяцев, что достаточно для накопления загрязнителей в количествах, необходимых для проведения химического анализа с выявлением концентрации загрязнителя.

Частицы пыли, содержащиеся в атмосферном воздухе, имеют преимущественно техногенное происхождение, следовательно, снег является своеобразным индикатором техногенного загрязнения территории. Методика снегового опробования сравнительно проще опробования состава атмосферного воздуха и подземных вод.

На изучаемой территории отбор проб снега производился по равномерной сети пунктов наблюдения. Общее количество точек опробования – 70. Площадь исследования – 37 км². Сроки опробования – первая декада марта 2006 г. Количественный и спектральный анализ проб позволяет определить содержание металлов в растворенной и взвешенной (твердой) форме, что послужило основой для картирования и выделения концентраций загрязнителя по площади изучаемой зоны.

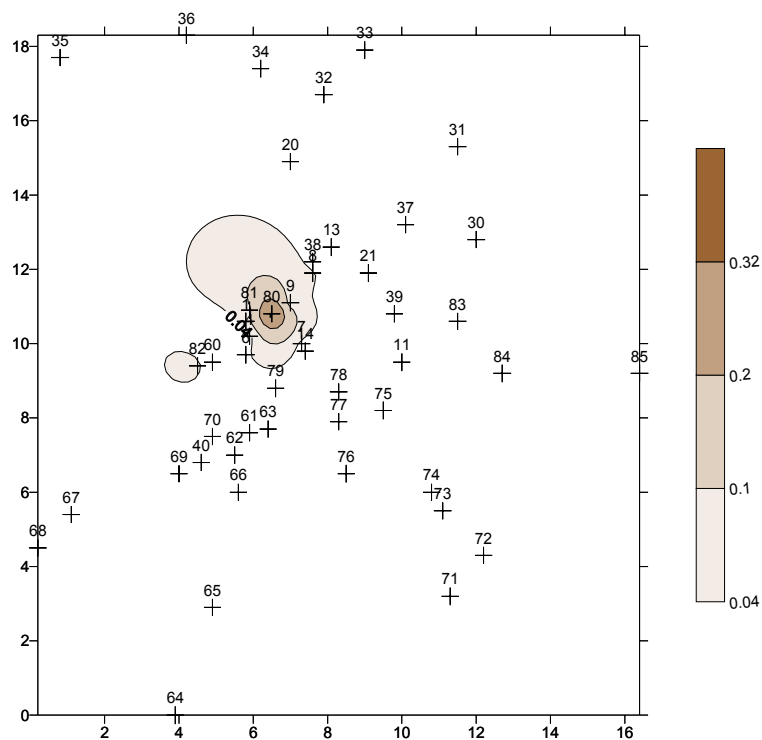
Наряду с вышеперечисленными возможностями при опробовании снежного покрова следует учитывать ряд особенностей метода снеговой съемки.

Во-первых, даже частичное таяние снега приводит к «потере» содержания легко растворимых элементов, поэтому отбор проб должен производиться до начала таяния снега. На исследуемой территории этот период приходится на конец февраля – начало марта.

Во-вторых, направление воздушных потоков на Урале в летнее и зимнее время различно. Так, зимой на территории среднего Урала довольно частыми являются юго-западные и юго-восточные ветры. Летом же данная ориентация «розы ветров» выражена слабее. Таким образом, картирование на основе снегового опробования дает отображение распределения загрязнителей в зимний период.

Снегоотбор осуществляется шурфованием. В каждой точке опробования собирается сборная проба. Для формирования одной сборной пробы в каждом пункте наблюдательной сети предлагается отбирать пять единичных проб методом квадратного «конверта» (центральная проба располагается в точке наблюдения, периферические – по углам). Размер стороны «конверта» должен быть порядка 10-20 м, а объём каждой пробы должен обеспечить необходимое для проведения лабораторных анализов количество талой воды (не менее 3 л). Опробование охватывает всю мощность снежного покрова, за исключением нижних 5 см (чтобы избежать загрязнения пробы почвенными частицами) [2].

В качестве примера рассмотрим распространение зон различной концентрации техногенных выбросов меди (см. рисунок).



Распределение меди в снежном покрове во взвешенном состоянии

Картирование произведено по данным содержания элемента (мг/дм^3) в твердом и растворимом виде при помощи стандартной программы Surfer.

По карте распространения элемента (Cu) можно сказать, что насыщенность элементом при проведении количественного анализа в несколько раз больше, чем при проведении спектрального анализа. Но распространение элемента по территории более заметно по спектральному анализу. Результаты спектрального анализа показывают пылевую нагрузку, а количественного – содержание химического элемента в целом.

Зона распределения повышенного содержания загрязнителя напрямую связана со структурой воздушных потоков. По данным аналогичных исследований на территории Свердловской области, в районе преобладают юго-западные и юго-восточные ветры, следовательно, техногенные загрязнители переносятся с воздушными потоками на северо-запад участка, что наглядно представлено на рисунке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. – М: ИМГРЭ.
2. Емлин, Э. Ф. Геохимические аспекты процесса урбанизации на Урале / Э. Ф. Емлин, Н. П. Конюхова, В. Ю. Ипанов. – Свердловск: НТО «Горное».
3. Нормативные требования РД 52.04.186-89 (п. 5).

ПСЕВДОСПЕКТРАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЛНОВОГО ПОЛЯ

КЕРБЕЛЬ Ю. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

С начала 80-х гг. для численного решения уравнений динамической теории упругости активно используются псевдоспектральные методы [1]. По своей сути данные методы близки к разностным методам – в области решения вводится некоторая сетка, значения выражений в уравнении принимаются постоянными в пределах шага сетки. Различие между методами заключается в способе аппроксимации пространственных производных. В разностных методах они заменяются алгебраическими комбинациями значений выражений в узлах сетки, в псевдоспектральных – вычисляются с помощью умножения на волновое число в области Фурье-преобразований. Например, вычисление выражения $\partial U(x)/\partial x$ в псевдоспектральных методах осуществляется по следующей схеме:

$$\partial U(x)/\partial x = FT^{-1} (ik_x FT\{ U(x) \}),$$

где FT и FT^{-1} – соответственно, прямое и обратное преобразования Фурье; k_x – волновое число в направлении x ; i – мнимая единица. Использование алгоритма быстрого преобразования Фурье (БПФ) делает псевдоспектральные методы сопоставимыми по скорости вычислений с разностными методами.

Основным недостатком псевдоспектральных методов является невозможность явного задания в них граничных условий. Применение разложения в ряд Фурье для вычисления пространственных производных предполагает автоматическое выполнение условий периодичности на границах сетки. Поэтому с помощью описанной выше схемы вычисления пространственных производных некорректно решать уравнения теории упругости в цилиндрических координатах (z, r, θ) . На оси $r=0$ становится невозможно задать источник, так как вычисление производных по координате r подразумевает выполнение условия $\partial U/\partial r|_{r=0} = \partial U/\partial r|_{r=R}$, где R – граница сетки в направлении r . Учитывая это, приведенная выше схема вычислений производных позволяет решать уравнения динамической теории упругости только в плоской постановке.

Эффективный способ устранения условий периодичности приведен в [2]. Используемая в этой работе методика решения уравнений динамической теории упругости для полуплоскости позволяет приближенно описать граничное условие свободной от напряжений поверхности. Это достигается применением разложения в ряд по полиномам Чебышева вместо разложения в ряд Фурье при вычислении производных по вертикальным координатам. Использование аппроксимации полиномами Чебышева приводит к неявному заданию неперидических граничных условий на горизонтальных границах сетки.

Решения уравнений динамической теории упругости на плоскости не в полной мере характеризуют процесс распространения сейсмических волн в реальных средах, поскольку не описывают расхождения энергии в азимутальных направлениях. Данный недостаток устраняется, если уравнения упругости решать в осесимметричной постановке, а при вычислении производных по координате r вместо разложения в ряд Фурье использовать разложение в ряд по полиномам Чебышева. Работоспособность метода демонстрируют результаты тестовых расчетов.

В однородном упругом полупространстве (скорости продольных волн 4,6 км/с, поперечных – 2,7 км/с, плотность среды 2 кг/м³) был задан вертикальный импульсный источник на глубине 10 км. Длительность синусоидального сигнала в источнике составляла 2 с. На рис. 1 изображена дивергентная часть сейсмического волнового поля (колебания, связанные с изменением объема) в различные моменты времени после излучения сигнала. Метками P и PP обозначены прямая и отраженная продольные волны, R – волна Рэлея и, наконец, Ph – головная волна и просачивающаяся мода, образующаяся в результате падения на свободную поверхность поперечной волны SV . Сейсмограмма вертикальных компонент скоростей смещений для приемников, расположенных на поверхности с шагом 10 км, приведена на рис. 2.

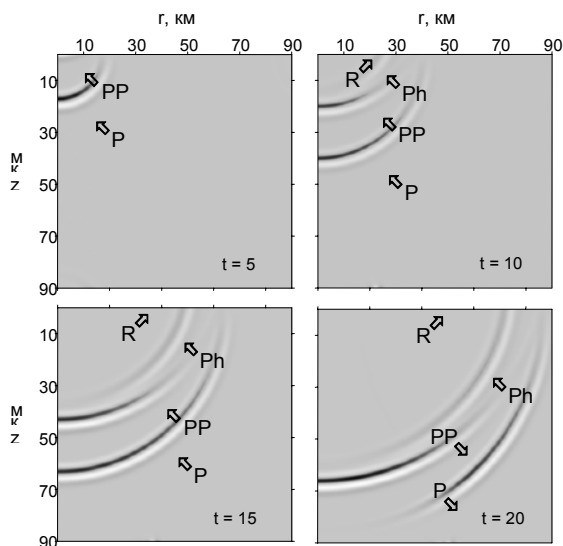


Рис. 1. Дивергентная часть сейсмического волнового поля для тестового примера

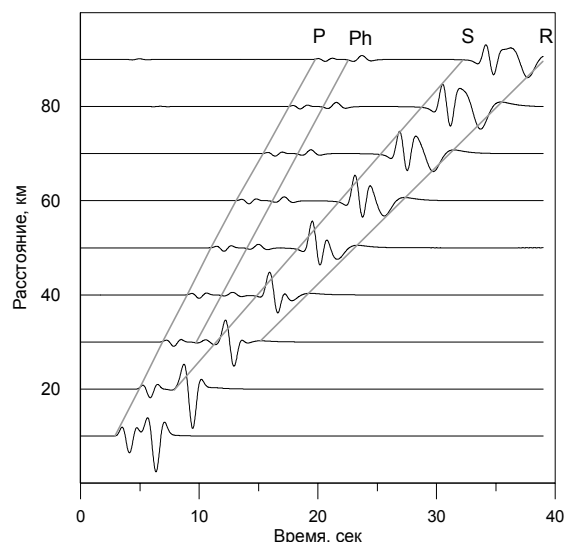


Рис. 2. Синтетическая сейсмограмма вертикальных компонент скоростей смещений для тестового примера. Сейсмотрассы нормализованы по максимальной амплитуде

Полученная сейсмограмма правильно описывает изложенные в [3] основные закономерности формирования сейсмического волнового поля для тестовой модели среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Kosloff, D. Forward modeling by a Fourier method / D. Kosloff, E. Baysall // *Geophysics*. 1982. 47. – P. 1402-1412.
2. Kosloff, D. Solution of the equations of dynamic elasticity by a Chebychev spectral method / D. Kosloff, D. Kessler, A. Filho // *Geophysics*. 1990. 55. – P. 734-748.
3. Аки, К. Количественная сейсмология: теория и методы. Т. 1 / К. Аки, П. Ричардс. – М.: Мир, 1983. – 520 с.

УДК 550.834

НОВЫЙ ВИД СЕЙСМОГРАММ РАВНОГО УДАЛЕНИЯ

КРЫЛЕВСКАЯ Т. Н.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В 2001 г. в работе Бондарева В. И. и Крылаткова С. М.* был предложен новый подход к формированию сейсмограмм метода многократных перекрытий – асимметричное формирование сейсмограмм, когда источники и приемники колебаний располагаются произвольно и несимметрично по отношению к точке отнесения формируемой совокупности сейсмических трасс, т. н. *a*-сейсмограмм. Отношение расстояния l_2 от приемника колебаний до ОРТ к расстоянию l_1 от источника колебаний – до ОРТ названо коэффициентом асимметрии сейсмограммы ММП ($a = l_2 / l_1$). Наиболее подходящее значение этого параметра, как это было выяснено при анализе материалов моделирования, находится в интервале значений от $3/2$ до $5/2$.

* Бондарев, В. И. Новые технологии анализа данных сейсморазведки: научное издание / В. И. Бондарев, С. М. Крылатков. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2006. – С. 90.

Под сейсмограммой одинакового удаления (ОУ) принято понимать совокупность трасс, представляющих собой выборку трасс из исходных сейсмограмм ОТВ, взятых на фиксированном удалении «источник-приемник» для совокупности соседних общих средних точек.

Основным достоинством a -сейсмограммы ОУ-2D является то обстоятельство, что оси синфазности от различных отражающих горизонтов на сейсмограммах данного вида после ввода кинематической поправки можно считать прямолинейными с достаточно небольшой погрешностью, угол наклона которых непосредственно зависит от угла наклона границы. Это позволяет определить угол наклона этих осей синфазности, а на этой основе и углов наклона границ.

Сделать это можно путем выполнения регулируемого направленного анализа таких сейсмограмм. Для этого необходимо только знать ожидаемый диапазон максимальных временных сдвигов на использованной базе наблюдений. Максимальное значение величины наклона осей синфазности определяют комплексным параметром $K_{\max} = \max(l_{oy}/V_{\text{ОСТ}}(t_0) \cdot \text{tg}\varphi)$. Следовательно, зная возможные численные пределы изменения всех входящих в это выражение величин, можно оценить и предельную величину комплексного параметра. Интервал $-K_{\max}$ до $+K_{\max}$ следует разбивать на некоторое достаточно большое четное число интервалов, тем самым выбирая и шаг перебора ΔK для нахождения углов наклона осей синфазности.

После задания шага и количества переборов при выполнении регулируемого направленного анализа составляют новую совокупность трасс – «суммоменты РНА a -сейсмограммы ОУ-2D» (далее суммоменты РНА-ОУ). Каждая трасса такой суммоменты будет представлять собой сумму всех трасс a -сейсмограммы ОУ-2D с предварительно введенными в каждую трассу линейными сдвигами, величины которых определяются углом наклона текущей линии суммирования. Трассы такой суммоменты отображают суммарную амплитуду волнового поля как функцию времени регистрации и угла подхода волнового фронта к профилю наблюдения.

Регулярные отражения волн на таких суммоменты обычно наблюдаются в виде разрастаний амплитуд записи на 4-6 соседних трассах. Местоположения такого разрастания для каждой индивидуальной волны позволяет по номеру трассы и времени регистрации определить величину и знак угла подхода этой волны. Найденная величина сдвига для оптимального суммирования каждой отраженной волны связана с углом подхода этой волны, что позволяет его определять с точностью порядка $0,5$ - 2° .

Суммоменты РНА-ОУ могут применяться для понимания природы регистрируемых интерференционных отраженных волн по признаку направления подхода составляющих их компонент волнового поля. На суммоменты РНА-ОУ близкие по времени прихода отраженные волны, но имеющие разные направления подхода, будут четко разделены.

Используя суммоменты РНА-ОУ, можно на этапе синтеза в состав окончательного временного разреза включать только такие их трассы (или их части), которые позволят осуществить разделение зарегистрированных сейсмических волн на полезные волны и волны-помехи. В этом смысле суммоменты РНА-ОУ можно использовать как пространственно-временной фильтр.

Еще одно направление использования суммомент РНА-ОУ – формирование временных разрезов нового типа – «временных разрезов направленного видения среды». Для этого из полученных на каждом пикете профиля суммомент РНА-ОУ выбирают одну или совокупность нескольких трасс, суммируют их и ставят полученную новую суммотрассу в соответствие выбранному пикету профиля. Совокупность таких суммотрасс по профилю будет образовывать временной разрез нового типа.

Следует учесть, что трассы a -сейсмограммы ОУ-2D могут иметь новые значения статических поправок, чем сейсмограммы ОСТ. Это связано с тем, что на a -сейсмограммах ОУ-2D трассы данного удаления могут быть связаны с другими пунктами возбуждения, нежели на сейсмограммах ОСТ. Аналогичным образом должны быть подготовлены и новые кинематические поправки.

Важным вопросом является выбор из суммоменты РНА сейсмических трасс для составления этих разрезов. Можно обозначить два варианта: первый – выбор одной или нескольких соседних трасс во всем временном интервале; второй – выбор одной или нескольких трасс, различных для каждого временного окна.

Очевидно, что при составлении разреза из центральных трасс суммомент, которые соответствуют близкому к нулю временному сдвигу на базе наблюдений, временной разрез формируется только из компонент волнового поля, отраженных от субгоризонтальных горизонтов.

Разрезы нового типа контрастно подчеркивают те части временного разреза метода ОСТ, которые имеют углы наклона отражающей границы по знаку и величине, соответствующие заданным диапазонам временных сдвигов. Можно предположить, что такие разрезы, подвергнутые процедурам миграции, могут давать существенно более объективное представление о сложно построенной геосейсмической среде. Разрезы этого типа позволяют по-новому взглянуть на изучаемую среду и, возможно, увидеть новые детали ее строения.

УДК 550.834

РАЗЛИЧИЕ И СХОДСТВО В ДИФРАКЦИОННЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯХ В СЕЙСМОРАЗВЕДКЕ

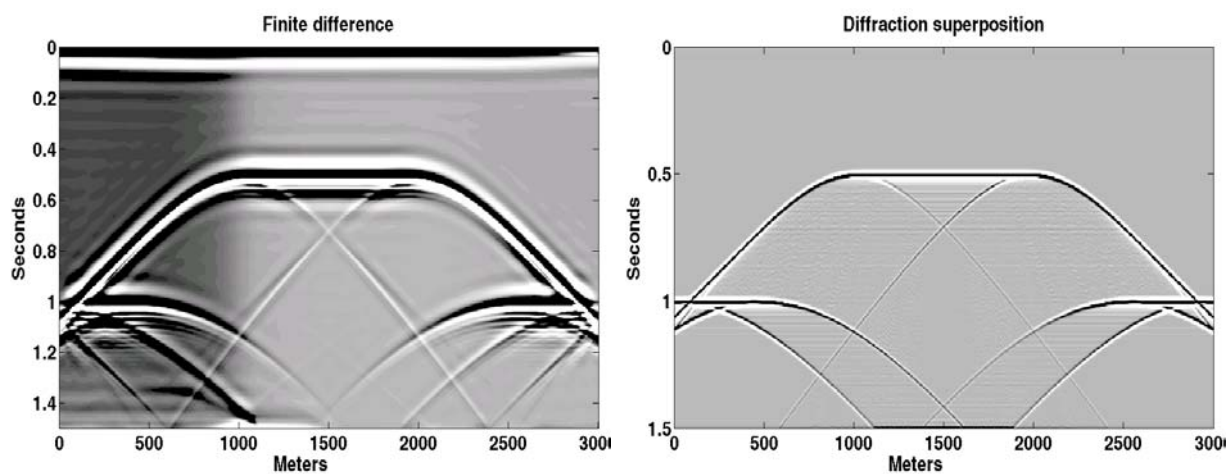
КУРАШОВ И. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Традиционно в сейсморазведке сложилось два взгляда на распространение упругих волн в среде, первый из которых получил название «кинематический», а второй – «дифракционный». Первый рассматривает характер распределения колебаний в среде с позиций геометрической оптики, второй же оперирует понятиями, характерными для распределения волн в среде (дифракция, интерференция), в частности принципом Гюйгенса-Френеля в плане представления отражающих границ.

Соответственно сложились две разные школы исследователей-сейсморазведчиков, использующие тот или иной набор взглядов в своей работе. К первым можно было бы отнести Урупова А. К., ко вторым – Claerbout'a J. F., Козлова Е. А. и многих других. Как уже было сказано выше, оба метода имеют ряд достоинств и недостатков, в зависимости от их использования для различных целей. Например, решение волнового уравнения сильно упрощается при рассмотрении с позиций дифракционного подхода, нежели кинематического.

Похожая ситуация возникает и при моделировании временных разрезов. На рисунке изображено сравнение двух типов моделирования волновых полей для горстообразной отражающей границы. Как видно, картина, получаемая в ходе суммирования полей дифракторов, т. е. дифракционного моделирования (справа), качественно отличается от результата, полученного в ходе решения волнового уравнения (конечно-разностный метод). Данное отличие свидетельствует о преимуществах дифракционных представлений в области моделирования волновых полей. Моделирование при помощи дифракционной суперпозиции используется в работах довольно большого количества исследователей, в том числе и автором.



Сравнение результатов конечно-разностного (слева) и дифракционного (справа) методов моделирования

Несмотря на это, кинематические представления имеют ряд преимуществ при решении многих инженерных задач, связанных с анализом волновых полей, их пересчетом и т. д.

На основе каждого из воззрений на распространение волн созданы соответствующие алгоритмы обработки сейсмических записей, которые в целом работоспособны, решают поставленные задачи и дают при этом похожий результат. Данный факт не позволяет отвергнуть ни один из путей, а напротив, призывает к некоторому их синтезу для получения более качественного и достоверного результата.

Таким образом, рассмотрев преимущества и недостатки, сходства и различия данных методов представления объектов в сейсморазведке, нельзя уверенно утверждать о превосходстве одного метода над другим. Реально достоверного результата при решении разного рода задач можно добиться лишь комбинируя методы, используя каждый там, где он наиболее эффективен.

УДК 550.834

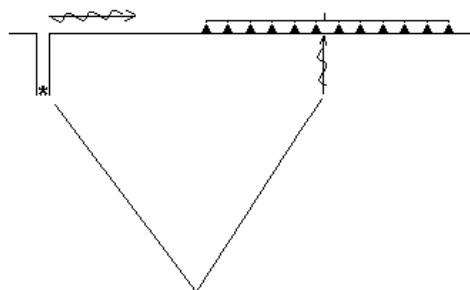
ОСОБЕННОСТИ ГРУППИРОВАНИЯ СЕЙСМОПРИЕМНИКОВ

ПЬЯНКОВ А. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Все современные профильные (2D) сейсморазведочные работы методом ОСТ, как правило, выполняются с применением различных форм группирования сейсмоприемников. Это объясняется тремя причинами: влиянием интенсивных поверхностных волн; достаточно заметным различием в условиях установки сейсмоприемников на профиле; недостаточной чувствительностью одиночных приборов, устанавливаемых на профиле наблюдений (Бондарев, 2007). Подавление поверхностных волн происходит за счет того, что волна, подходящая к поверхности по направлению, близкому к вертикальному, будет действовать на сейсмоприемники одновременно, поэтому их выходные сигналы будут складываться синфазно. В то же время волна, подходящая по горизонтали, будет регистрироваться сейсмоприемниками группы с временной задержкой, поэтому некоторая часть энергии будет ослабляться в результате интерференции (Р. Шерифф, Л. Гелдарт, 1987). Таким образом, группирование позволяет разделить волны по направлениям их подхода к сейсмоприемникам (рис. 1). Поэтому для сейсморазведочных работ 2D-группирование является главной компонентой методики полевых работ.

Рис. 1. Схема регистрации полезных волн и волн помех группой сейсмоприемников



Ввиду простоты практической реализации, в практике полевых сейсморазведочных работ широко используют продольные линейные группы приемников. При постановке работ по технологии 3D, когда сейсмические волны, в том числе и волны-помехи, к каждому приемному каналу (сейсмоприемнику) могут приходиться с различных азимутов, линейное группирование (ориентировка линейной группы вдоль линии приема) не дает того эффекта, на который обычно рассчитывают. Поскольку все группы сейсмоприемников имеют разные азимуты на пункт возбуждения, то они для разных ОТВ обладают и различными амплитудно-частотными характеристиками. Это приводит к появлению амплитудно-фазовых искажений, поэтому линейное группирование при работах по технологии 3D не только полезно (рис. 2, Бондарев, 2007), но и вредно.

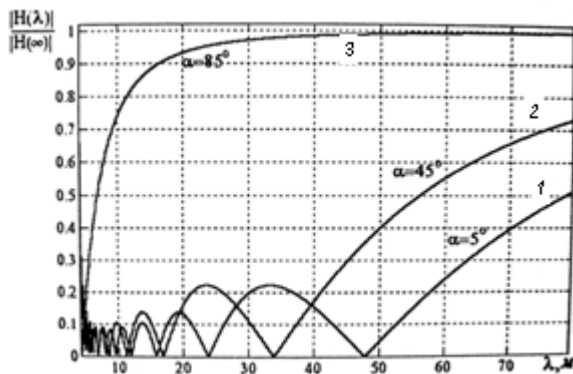


Рис. 2. Характеристика направленности линейной группы из 12 сейсмоприемников, расположенных по профилю наблюдений с шагом 4 м при различных азимутах прихода волн помех:

1 – 5°; 2 – 45°; 3 – 85°

Приведенный график показывает, что стандартная линейная группа справляется с волнами-помехами, приходящими к центру базы приема с углами подхода, близкими к направлению линии группирования до 45°, и совершенно не

подавляет волны с углами подхода за этими пределами.

Кроме того, любому виду группирования приемников присущ эффект низкочастотной фильтрации. Он обусловлен относительными сдвигами времени прихода волн к отдельным приборам группы из-за неровностей рельефа и неоднородностей строения ВЧР. Этот нежелательный эффект возрастает с увеличением размеров группы и может заметно ослабить высокочастотные компоненты полезных волн (Боганик, Гурвич, 2006). На больших удалениях этот эффект сказывается еще сильнее за счет эффекта спрямления годографов отраженных волн, что в дальнейшем затрудняет применение метода AVO. С уменьшением доли высокочастотной компоненты уменьшается разрешенность сейсмической записи, а значит, и при построении временных и глубинных сейсмических разрезов.

Использование «лабораторного группирования», т. е. подавление волн-помех на этапе обработки, безусловно, более эффективно. Кроме того, эффективность разнообразных программных средств в борьбе с помехами существенно снижается, так как группирование сейсмоприемников не справляется с поверхностными волнами, изменяя тем самым форму волны, при этом точность оценки спектральных и пространственных характеристик волн-помех, проводимая на некоторой базе, снижается из-за нестабильности преобразования волн в каждом канале. Использование одиночных (или же группирование в точке) сейсмоприемников повышает требование к условиям установки. Опытные работы показали целесообразность заглупления приемников (~0,5 м), что приводит к повышению соотношения сигнал/помеха, снижает уровень звуковых и ветровых помех, при этом удорожание полевых работ незначительно.

УДК 550.834

ЧАСТОТНЫЕ МОДИФИКАЦИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

ТАГИРОВА З. Р.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Частотный состав волн определяется главным образом поглощающими свойствами среды. Он зависит также от условий возбуждения и приема. При импульсном источнике возбуждаются импульсы с широким частотным спектром, при вибросейсмическом источнике спектр колебаний находится в диапазоне 30–60 Гц. Наиболее обогащены высокочастотными составляющими импульсы, возбуждаемые взрывами малых зарядов в скважинах. Группирование сейсмоприемников и источников существенно сужает спектры со стороны высоких частот; с увеличением расстояния «источник – приемник» сильнее поглощаются высокочастотные составляющие. Для повышения уровня высокочастотных составляющих в спектрах регистрируемых волн применяют полевую фильтрацию с крутыми срезами частотных характеристик со стороны нижних частот, согласовывают шаг дискретизации сигналов с выбранным частотным диапазоном. Для сейсмоакустических наблюдений применяют специальные скважинные, шахтные и морские сейсмические станции. Ультразвуковые наблюдения осуществляют со специальной скважинной аппаратурой.

Наиболее широко применяется в настоящее время среднечастотная модификация сейсморазведки. Низкочастотную модификацию используют при изучении глубоких границ в интервале свыше 6-10 км. При сверхглубоких исследованиях земной коры (вплоть до поверхности Мохоровичича) применяют инфрачастоты (до 1-2 Гц). При изучении одних и тех же геологических объектов частотный диапазон при наблюдениях МПВ, как правило, всегда ниже, чем при работе МОВ. Это обусловлено понижением спектрального состава при образовании головной волны. При этих же условиях волны *S* характеризуются более низкой частотой по сравнению с волнами *P*, возбуждаемыми сходными источниками.

В СССР и за рубежом интенсивно разрабатывали модификацию МОВ, названную высокоразрешающей сейсморазведкой, в которой возбуждение, запись и обработка материалов рассчитаны на частотный диапазон 70-600 Гц.

Высокоразрешающая сейсморазведка характеризуется рядом особенностей возбуждения, записи и обработки. При возбуждении обеспечивают обогащение спектров высокочастотными составляющими, используя специальные приемы формирования спектров посылаемых в землю сигналов выбором величины заряда, глубины и среды его заложения, накоплением малых воздействий и другими способами. Проводятся разработки по созданию невзрывных источников широкополосных сигналов – легких вибраторов, погруженных излучателей и др. При приеме предусматривают технические и методические средства для сохранения высокочастотных составляющих сигналов. Используют сейсмоприемники, имеющие высокую собственную частоту (50-100 Гц), и фильтры высоких частот с граничной частотой до 350 Гц, включаемые до АЦП, ограничивают допустимую величину базы группирования сейсмоприемников, уменьшают расстояние между каналами и т. д.

При работах МОГТ повышаются требования к точности расчета и введения кинематических и статических поправок. При изучении малых глубин МОВ применяют однократное профилирование при постоянном выносе. Существенно возрастает роль процедур, обеспечивающих сохранение динамики волнового поля. Для подавления различных волн-помех используют одноканальные фильтры.

Сейсмоакустическую модификацию применяют при исследованиях в скважинах с целью детального изучения скоростного разреза, при межскважинном просвечивании на малых базах, при изучении строения придонных отложений в морской сейсморазведке, при изучении угольных пластов в шахтах и т. д.

Ультразвуковые исследования выполняют в скважинах для сверхдетального исследования скоростного разреза, при изучении свойств околоскважинного пространства, при физическом моделировании задач распространения упругих волн.

УДК 550.834

ГОДОГРАФЫ ОТРАЖЕННЫХ ВОЛН В ОДНОРОДНОЙ И ГРАДИЕНТНОЙ СРЕДАХ

БАЛАНДИН П. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Реальная геологическая среда всегда состоит из большого числа слоёв с различными свойствами. Это служит основанием в теории сейсморазведки рассматривать её как многослойную среду. Нередко в реальных средах скорость распространения упругих волн при переходе от одного слоя к другому изменяется незначительно. В этом случае лучшим приближением к действительности является предположение о том, что скорость в изучаемой среде является непрерывной или кусочно-непрерывной функцией координат пространства, такие среды принято называть вертикально-градиентными.

Цель данной работы – исследовать различия в годографах для однородной среды и среды с линейным законом распространения скорости.

Для решения этой задачи были рассмотрены двухслойные модели среды, состоящие из однородного или градиентного слоев одной и той же мощности, лежащих на полупространстве. Слои

отделены от полупространства горизонтальной отражающей границей. В градиентном слое изменение скорости с глубиной предполагается по линейному закону

$$V(z)=V_0(1+\beta\cdot z).$$

Для расчёта годографа в градиентной среде использовалась формула

$$t=(2/V_0)\cdot\text{Arch}((1+\beta^2((x/2)^2+h^2))/(2(1+\beta\cdot h))),$$

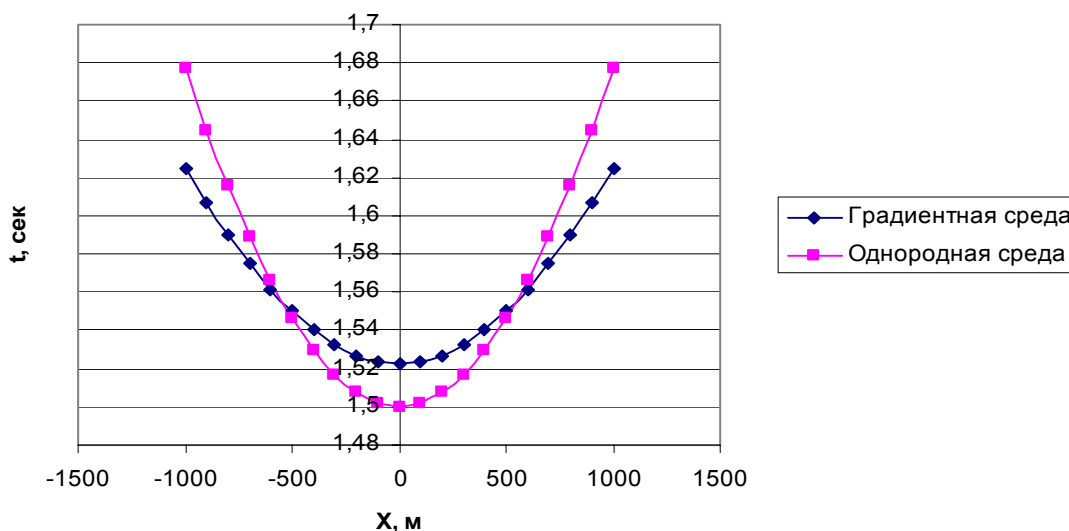
где h – глубина до отражающей границы (в расчетах было принято значение $h=1000$ м), V_0 – начальная скорость (200 м/с), β – угловой коэффициент (0,02).

Для расчёта годографа в однородной среде использовалась формула

$$t=\sqrt{t_0^2+(x^2/V_{cp}^2)},$$

где V_{cp} – средняя скорость в однородной модели, соответствующая скорости в градиентном слое толщиной h , рассчитываемой по формуле

$$V_{cp}=V_0\beta\cdot h/\ln(1+\beta\cdot h).$$



Годографы отражённых волн для градиентной и однородной модели среды

На рисунке показаны теоретические годографы отраженных волн для обеих моделей среды. Из полученных данных можно сделать вывод, что по форме и виду годограф отражённой волны для градиентной среды весьма близок к гиперболе и практически не отличим от аналогичного годографа в однородной покрывающей среде. Время пробега волны в градиентной среде очень близко к времени пробега волны в однородной среде. Если рассматривать «пачку» маломощных слоёв с близкими по величине значениями скорости как однородный слой, это не внесёт значительных искажений в наше представление об изучаемой среде. В практике сейсморазведочных работ эти особенности позволяют упростить модель среды, а, следовательно, и расчёт параметров системы наблюдения.

МЕТОДЫ ПОПЕРЕЧНЫХ И ОБМЕННЫХ ВОЛН

ПЕТРОВА Н. И.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Отличительная особенность методов поперечных и обменных волн заключается в том, что используемые в них волны распространяются на всем пути или его части как поперечные.

Основные идеи методов поперечных и обменных волн принадлежат Г. А. Гамбурцеву. Окончательное становление методов и их внедрение в производство выполнено под руководством Н. Н. Пузырева.

Методы поперечных и обменных волн применяют для увеличения точности, детальности и надежности решения различных геологических задач. За счет меньших скоростей поперечных волн и меньших, по сравнению с продольными, длин волн повышается разрешающая способность. На распространение волн S меньше влияет ЗМС. Наиболее эффективно использование методов поперечных и обменных волн в комплексе с методами продольных волн. Комплексование наблюдений волн разных типов – продольных, поперечных и обменных, направленное на изучение единых для всех используемых типов волн геологических объектов, сложилось в новый метод геофизических исследований – многоволновую сейсморазведку (МВС).

Метод обменных проходящих волн (МОПВ), применяемый при региональных исследованиях в нефтегазоносных провинциях для изучения положения кристаллического фундамента и границ в осадочной толще, по технико-методическим особенностям близок к МПВ: аналогичны способы возбуждения волн и частично – системы наблюдений.

В МОПВ регистрируются вертикальная z и радиальная x компоненты волнового поля. Системы наблюдений должны обеспечивать запись в первых вступлениях и прослеживание преломленных волн P от самого глубокого из изучаемых горизонтов.

Основная задача, решаемая при интерпретации обменных волн, заключается в определении их природы – определении границ обмена и лучевой схемы. Часто без дополнительных наблюдений волн других типов или наблюдений в глубоких скважинах ее решить трудно.

Метод отраженных обменных волн (МООВ). Наибольшее применение в рассматриваемом методе нашли волны, изменяющие тип с P на S непосредственно при отражении (волны PS). Иногда удается использовать дополнительно обменные волны типа SP , а также обменные волны на резких промежуточных границах раздела типа $P_0S_{1-k}S_{k-1}P_0$.

В МООВ, как правило, регистрируют X -компоненту волнового поля. Используют те же источники, что и для возбуждения волн P . Системы наблюдений выбирают с учетом изменения интенсивностей обменных волн с расстоянием от источника. Начальный вынос в системах наблюдений обычно $l_0 > 0,1 H_{\max}$, где H_{\max} – глубина самой нижней границы, представляющей разведочный интерес. При выборе способов регистрации следует учитывать, что частоты обменных отраженных волн приблизительно в 1,5 раза ниже частот волн P .

МООВ может применяться для увеличения точности и надежности структурных построений, изучения элементов тектоники, например, сбросов малой амплитуды (особенно в угольной сейсморазведке). В сочетании с монотипными волнами МООВ позволяет по распределению величин V_s и $\gamma = V_s/V_p$ перейти к изучению вещественного состава разреза. Учитывая, что обменные волны, как правило, поляризованы в лучевой плоскости (поляризация SV), по их сочетанию с волнами P и волнами SH можно наиболее полно изучать анизотропию реальных сред.

Метод поперечных отраженных волн (МПОВ), основан на использовании монотипных волн S , возбуждаемых непосредственно в источнике. Поперечные волны возбуждают горизонтальными силами, создаваемыми вибрационными или импульсными ударными воздействиями или специально выполненными взрывами. Наиболее эффективны источники с управляемым направленным воздействием на среду. В этом случае поляризацию возбуждаемых волн S можно изменять, что позволяет осуществлять селекцию волн по признаку их поляризации.

Разведочные возможности МПОВ, применяемого отдельно и в комплексе с МОВ на волнах P , определяются следующими факторами.

1. Меньшие скорости распространения волн S способствуют повышению точности структурных построений и определения скоростей. Различие скоростных характеристик по волнам P и S обуславливает независимость погрешностей структурных построений по двум типам волн. Как правило, меньшая у поперечных, чем у продольных волн, длина ведет к большей разрешенности записей.

2. Использование управляемого источника и запись волн SH приводит к упрощению волновой картины, повышению надежности выделения полезного сигнала на фоне помех и к меньшей роли многократных отражений.

3. Определение дополнительных (к параметрам волн P и их скорости V_P) параметров, характеризующих состав и состояние изучаемого разреза (скорость V_S , отношение скоростей, коэффициент анизотропии волн, коэффициент затухания и др.), позволяет количественно интерпретировать динамические и кинематические характеристики волн.

УДК 550.834

СВОЙСТВА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ РАДОНА

ПОПОВ А. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В компьютерной томографии линейка детекторов измеряет поглощение исследуемым объектом параллельного пучка излучения (например, рентгеновских лучей в медицинской томографии, сейсмических волн в геофизике).

Преобразование Радона – интегральное преобразование функции многих переменных, родственное преобразованию Фурье. Впервые введено в работе австрийского математика Иоганна Радона в 1917 г.

Важнейшее свойство преобразования Радона – обратимость, то есть возможность восстанавливать исходную функцию по её преобразованию Радона.

Двумерное преобразование Радона. Рассмотрение преобразования Радона удобно начать с простейшего случая функции двух переменных, к тому же именно этот случай наиболее практически важен.

Пусть $f(x,y)$ – функция двух действительных переменных, определённая на всей плоскости и достаточно быстро убывающая на бесконечности (так, чтобы соответствующие несобственные интегралы сходились). Преобразование Радона имеет простой геометрический смысл – оно представляет собой интеграл от функции вдоль прямой с угловым коэффициентом p и интерцептом t .

Связь преобразования Радона и преобразования Фурье. Одномерное преобразование Фурье, примененное по переменной s к преобразованию Радона функции f , даёт нам двумерное преобразование Фурье от функции f . Поскольку двумерное преобразование Фурье достаточно хорошей функции обратимо, то обратимо и преобразование Радона.

Преобразование Радона для функции двух переменных можно удобно переписать через интеграл по всему пространству с помощью дельта-функции Дирака.

Геометрический смысл преобразования Радона в многомерном случае: интеграл от функции по гиперплоскости, перпендикулярной вектору n и проходящей на расстоянии s от начала координат (взятом со знаком минус, если перпендикуляр из начала координат на плоскость противоположно направлен по отношению к вектору n).

Обращение многомерного преобразования Радона. В многомерном случае преобразование Радона достаточно гладкой функции тоже обратимо.

АВО-АНАЛИЗ

ЗАЙДУЛЛИНА А. М.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Комплексные исследования геолого-геофизических данных являются неотъемлемой частью проектов при разработке месторождений углеводородов. В последнее время неуклонно растет интерес к методам сейсмических инверсий, для извлечения дополнительной информации из данных сейсморазведки. Еще в 60-х гг. прошлого столетия было замечено, что относительно молодые терригенные отложения (разуплотненные, залегающие, на небольших глубинах газонасыщенные пески), вызывают резкое увеличение уровня амплитуд отраженных волн на сейсмических разрезах. Эти аномалии, связывающие отражающую способность с залежами УВ, получили название метода «яркого пятна» (bright spot). Однако дальнейшие исследования и результаты бурения доказали, что резкие изменения поведения амплитуд на сейсмических разрезах не всегда вызваны присутствием УВ. Как оказалось, амплитудные аномалии могут быть вызваны литологическими изменениями.

С середины 1980-х гг. начал развиваться новый подход, основанный на количественном изучении амплитуд отражений по сейсмограммам, получивший название АВО – изучение изменений амплитуд с удалением, т. е. с расстоянием между источником и приемником.

Этот метод заключается в исследовании скоростей распространения продольных V_p и поперечных V_s волн, а также их отношения V_p/V_s , которые, в свою очередь, зависят от литологии, пористости, термодинамических условий (давления, температуры) и УВ-насыщения. Изменение скоростей V_p , V_s и плотностей горных пород при замене воды в порах на нефть и газ приводит к изменениям коэффициента отражения, и это является причиной появления АВО аномалий: «ярких, тусклых и плоских пятен», переворота полярности. При выполнении флюидозамещения, суть которого заключается в расчете синтетических сейсмограмм из комплекса каротажных кривых (скорости продольной, скорости поперечной волн и плотностного каротажа, каротаж S -волн), из-за отсутствия данных рассчитывался с использованием уравнения Кастаньи для алевроглинистых пород. Оно применимо только для водоносных песчаников и глин, так как скорость S -волны, рассчитанная для песчаных отложений, имеет неверные значения.

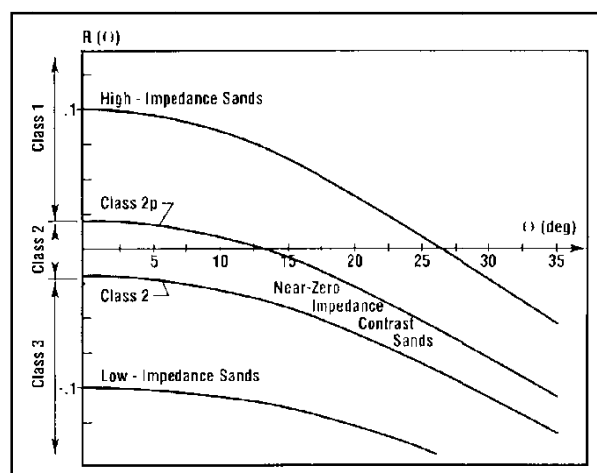
Нужно заметить, что «яркие пятна», проявляющиеся на сейсмических данных, не являются однозначными индикаторами УВ еще и в связи с тем, что суммарные разрезы отображают осредненные амплитуды отраженных волн для различных углов падения волны. Поэтому надежность «ярких пятен» должна проверяться путем дополнительного расчета АВО атрибутов A и B из двучленной аппроксимации Шуе при углах падения до 30° :

$$R(i) = A + B \sin^2 i + \dots,$$

где A – величина, пропорциональная коэффициенту отражения R_p при нормальном падении продольной волны, в литературе получила название «АВО пересечение» или «АВО intercept»; B – угловой коэффициент изменения амплитуды, называют «АВО градиент».

Очень полезным методом является построение пошаговых АВО кроссплотов, включающих в себя построение графиков зависимости интерцепта от градиента и определение класса аномалий. Теорию построения кроссплота разработали Кастанья и Хилтерман. На рисунке показана схема классификации аномалий АВО 1, 2 и 3 классов, согласно Резерфорду и Уильямсу.

Схема классификации аномалий АВО по характеру изменения амплитуды отражения



Таким образом, наблюдаемые по сейсмическим данным аномалии AVO позволяют контролировать отложения, содержащие УВ, и позволяют проследить площадное распространение газонасыщенных коллекторов в межскважинном пространстве.

УДК 550.834

ВОЗМОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ AVO

ФЕОКТИСТОВА О. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В 90-х гг. прошлого века исследования привели к созданию нового поколения средств поисков скоплений углеводородов – анализу амплитуды волны, отраженной от определенной границы как функции угла падения на эту границу. Метод под названием AVO (Amplitude Versus Offset) вошел в число стандартных средств массовой обработки данных.

Сегодня продолжается интенсивное развитие как теории, так и технологии метода. Эти работы составили самостоятельное направление в развитии разведочной сейсмологии.

Впервые явление изменения амплитуды волны, ее отражающей способности было замечено на сейсмических разрезах в средах с молодыми терригенными отложениями и было связано с наличием в них углеводородов, в частности, газоносных песков.

Дальнейшая реализация метода показала, что амплитудные аномалии могут быть вызваны также другими причинами, например, литологическими изменениями.

В настоящее время есть опыт успешного применения метода AVO для поисков и разведки газовых резервуаров в молодых терригенных породах, а также для обнаружения новых залежей на уже разработанных месторождениях.

Разнообразие исследований, связанных с изучением поведения амплитуд, на сегодняшний день велико.

Огромная потенциальная ценность метода следует из теоретического соотношения между коэффициентом отражения, углом падения и изменением скорости продольных и поперечных волн и плотностью на границе раздела. Эти различия, в свою очередь, зависят от изменений свойств породы.

Наиболее быстро развивающийся подход к геологической интерпретации на основе AVO – идентификация литологии и флюидонасыщения. Он представляет собой двухэтапный процесс, где на первом этапе производится анализ проявлений аномалий в сейсмической записи и извлечение сейсмических свойств горных пород из сейсмограмм ОГТ. На втором этапе устанавливается литология. Извлеченные сейсмические свойства соотносятся с литологией и каталогизируются. Литологические предсказания испытываются дальнейшим моделированием с привлечением ГИС. Существенным моментом для этого этапа является индивидуальный для конкретного месторождения подход, учитывающий особенности данного региона, данного месторождения и даже пласта.

Кроме задач определения литологии и насыщения будущими перспективными направлениями в анализе AVO являются:

- установление ГНК, ВНК;
- улучшенный контроль добычи (мониторинг месторождения);
- оценка параметров трещиноватости.

Фактически понимание эффекта AVO позволяет улучшить обработку и интерпретацию данных и выявить некоторые новые области применения в определенных обстоятельствах. Здесь используется сильная сторона метода – способность выявлять изменения.

Для успешного применения анализа AVO необходимо более тщательно проработать сопутствующие ему этапы:

- выбор подходящей схемы обработки, в поисках которой обработчик должен уравнивать конкурирующие цели: подавление помех и выделение оси синфазности, представляющей интерес; сохранение изменения отражательной способности с выносом;

– оценка достоверности модели, которая в данный момент производится по кроссплотам и не несет никакой информации о причинной стороне отображаемых связей, а также о возможностях и путях улучшения модели.

Кроме общепринятой интерпретации в анализ должна быть включена промыслово-геофизическая информация, технология исследования коллектора, сейсмическое моделирование и инверсия, а также геологические концепции в разумных дозах. Все это должно быть интегрировано в виде пакета программных средств, который бы адекватным образом выполнял все аспекты задания. Было бы правильно сосредоточить выполнение всех аспектов задания в руках специалиста интерпретатора, а в тех дисциплинах, где он не обладает большим опытом, необходимо разработать экспертные системы, обеспечивающие локализованную экспертизу для определенных участков или формаций.

Продолжающаяся революция в области вычислений позволяет надеяться на синтез многообразных подходов и направлений в виде технологического решения, которое позволит интерпретатору использовать их на практике.

УДК 550.834

ВЯЗКОУПРУГОСТЬ И ПАРАМЕТР Q

КАХОРОВ А. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

1. Тело обладает линейной упругостью, когда напряжение, приложенное к нему, прямо пропорционально его деформации.

2. В отличие от линейных деформаций, вязкоупругие свойства тел зависят также от времени, что может быть учтено при помощи производных по времени.

3. Соотношение между деформацией и напряжением можно представить в более обобщенном виде с использованием производных высших порядков:

$$\sum_{i=0}^N a_i \frac{\partial^i \varepsilon}{\partial t^i} = \sum_{j=0}^M b_j \frac{\partial^j \sigma}{\partial t^j}.$$

Подобное уравнение может быть полезно для обобщенного описания других упругих констант, таких как модуль объёмной деформации K .

4. В некоторой точке тела напряжение и деформация находятся в противофазе:

$$\sigma = \sigma_0 \exp[i(\omega t - kx)];$$

$$\varepsilon = \varepsilon_0 \exp[i(\omega t - kx - \varphi)].$$

5. Отношение напряжения к деформации в конкретной точке – это комплексный модуль, $M(\omega)$.

6. Добротность Q – это мера, показывающая, насколько вещество рассеивает энергию упругих волн. Чем меньше добротность, тем больше рассеяние, поглощение.

7. Определение добротности через отношение мнимой и реальной частей комплексного модуля.

8. Определение добротности через энергию.

9. Определение добротности при условии пространственного фактора ослабления.

10. Логарифмический декремент – это амплитудная потеря за период колебания волны

$$\frac{1}{Q} \approx \frac{1}{\pi} \ln \left[\frac{u(t)}{u(t + \tau)} \right].$$

11. Определение добротности при условии фазовой задержки φ .

12. Выражение добротности посредством модуля Юнга, модулей объёмной и сдвиговой деформации.

13. Метод спектрального отношения – это популярный метод для оценки Q , как в лабораториях, так и в поле.

14. Определение Q по наклону логарифмического декремента

$$\ln \left[\frac{S(f, x_2)}{S(f, x_1)} \right] = -\frac{\pi f}{QV} (x_2 - x_1).$$

15. Выражение комплексного модуля через его предельные значения

$$M(\omega) = \frac{M_\infty \left[M_0 + i \frac{\omega}{\omega_r} (M_\infty M_0)^{1/2} \right]}{M_\infty + i \frac{\omega}{\omega_r} (M_\infty M_0)^{1/2}}.$$

16. Можно записать добротность как функцию от частоты.

УДК 550.834

ЗАВИСИМОСТЬ СКОРОСТИ ОТ ПОРИСТОСТИ В ГОРНЫХ ПОРОДАХ

ТРИФАНОВ Е. С.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Нур (1991, 1995) и другие исследователи доказали простую, если не очевидную, идею о том, что скорости P - и S - волн в горных породах должны уменьшаться в интервале между скоростями в минеральных зернах, в случае низкой пористости, и значениями скоростей для суспензии минерального порошкового флюида, в случае высокой пористости. Эта идея основана на наблюдении, что для большинства пористых материалов существует критическая пористость ϕ_c , выше и ниже которой породы обладают различными механическими и акустическими свойствами. Для пористости, меньшей чем ϕ_c , минеральные зерна являются определяющими, тогда как для пористости, большей чем ϕ_c , порода просто «разваливается» и становится суспензией, в которой жидкая фаза является главной. Переход от твердого тела к суспензии явно не выражен в известных эмпирических отношениях зависимости «скорость – пористость» Раймера, Ханта, и Гарднера (1980).

В состоянии суспензии $\phi > \phi_c$ эффективные объёмный модуль и модуль сдвига могут быть оценены очень точно с помощью использования среднего числа Реусса

$$K_R^{-1} = (1-\phi)K_0^{-1} + \phi K_f^{-1}; \mu_R = 0,$$

где K_0 и K_f – объёмные модули минерального материала и жидкости. Эффективный модуль сдвига суспензии равен нулю, потому что модуль сдвига жидкости – нуль.

При небольших пористостях, когда $\phi < \phi_c$, модули уменьшаются быстро от значений для нулевой пористости (минерального состояния) до значений критической пористости (состояния суспензии). Нур обнаружил, что эта зависимость может часто приближаться к линейной зависимости. Рис. 1 иллюстрирует это поведение на примере лабораторных данных по песчанникам (Хан, 1986) при давлении 40 МПа и объёмной глинистости <10 %.

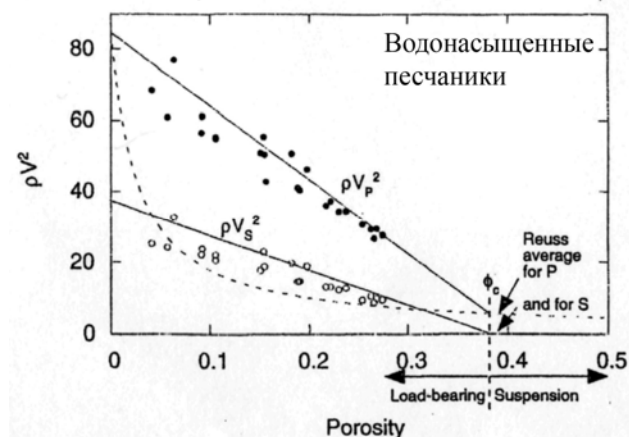


Рис. 1. Влияние пористости на ρV_P^2 (модуль P -волны) и ρV_S^2 (модуль сдвига) и отклонения между этими значениями и значениями, определенными по среднему числу Реусса при критической пористости

Геометрическая интерпретация перехода от минерального состояния до критической пористости заключается в том, что при увеличении пористости зерна теряют контакт и жесткость. Геологическая интерпретация заключается в том, что для обломочных пород мера суспензии зависит от состояния, в котором находится осадок до процессов уплотнения и диагенеза. Значения критической пористости зависят от сортировки и ориентировки осадков. Последующее уплотнение и диагенез перемещают частички вверх, поскольку пористость меньше, а упругие свойства увеличиваются.

Хотя нет ничего необычного в линейной зависимости pV^2 от пористости, это достаточно удобно для вычислений. Для сухих пород объемный и сдвиговый модуль могут быть выражены как линейные функции согласно формулам:

$$K_{dry} = K_0 \left(1 - \frac{\phi}{\phi_c} \right),$$

$$\mu_{dry} = \mu_0 \left(1 - \frac{\phi}{\phi_c} \right),$$

где K_0 и μ_0 – объемный и сдвиговый модули минералов. Так, для сухих минералов объемный модуль и модуль сдвига имеют линейную зависимость между K_0 и μ_0 при $\phi=0$ и $K_{dry}=\mu_{dry}=0$ при $\phi=\phi_c$.

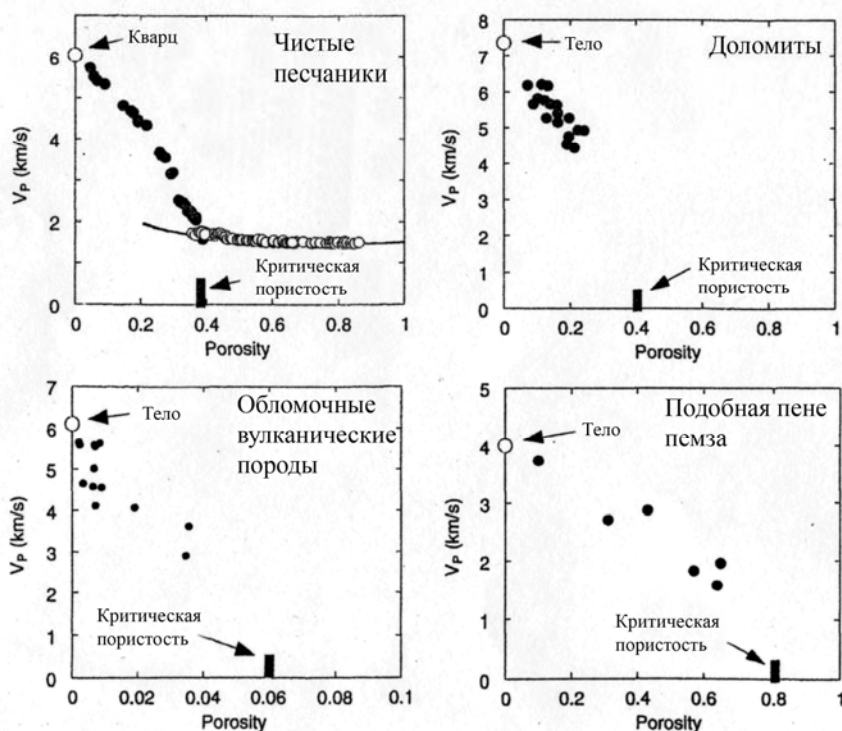
Эту линейную зависимость можно принять как измененное среднее число Войта, где один член связан с минеральной составляющей, а другой – с суспензией. Зависимость может быть измерена или оценена при помощи использования среднего числа Реуса. Тогда мы можем написать

$$\mu_{MV} = (1 - \phi')\mu_0 + \phi'\mu_c,$$

где μ_0 и μ_c – модули (объема и сдвига) минерального материала при нулевой пористости и суспензии при критической пористости. Пористость измеряется относительно критической пористости, $\phi' = \phi/\phi_c$, и, таким образом, ϕ' находится в диапазоне от 0 до 1, в то время как пористость ϕ находится в диапазоне от 0 до ϕ_c . Отметим, что использование модуля суспензии в этой форме автоматически учитывает влияние порового флюида в средней величине Войта, которое эквивалентно соотношениям Гассмана для зависимостей модулей от пористости.

Критическое значение пористости зависит от внутренней структуры породы. Оно может быть средним для зернистых пород, очень малым – для обломочных пород и большой – для пенообразных пород. Примеры особенного проявления влияния пористости при критических значениях в песчаниках, доломитах, пемзе и обломочных вулканических породах показаны на рис. 2.

Рис. 2. Экспериментальные зависимости между скоростью продольных волн и пористостью для различных типов горных пород



МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

СЫПАЧЕВ С. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Метрологическое обеспечение полевой регистрирующей аппаратуры, оборудования, средств вычислительной техники осуществляется по специальным тестам в начале и по окончании работы ежедневно, ежеквартально, перед началом и по окончании полевого сезона. Все машины и механизмы проходят обязательный и специальный технические осмотры и аттестацию в специализированных центрах и подразделениях с получением соответствующих разрешений на их эксплуатацию. Вся аппаратура и оборудование должны соответствовать техническим условиям завода-изготовителя, кроме случая, когда изменения, требуемые заказчиком, предполагают другие технические условия (характеристики).

Диагностические и контрольно-измерительные приборы, используемые для настройки и ремонта, должны иметь необходимый диапазон и точность измерения проверяемых параметров.

Обслуживание и контроль технического состояния регистрирующей аппаратуры и оборудования производится в соответствии с «Техническим описанием», «Инструкцией по эксплуатации», изложенными ниже требованиями и выполняются операторским составом с привлечением специалистов по ремонту и настройке оборудования полевых подразделений.

Тестовые испытания, учет и хранение регистрирующего комплекса осуществляются в соответствии с требованиями «Технических описаний», «Инструкций по эксплуатации», «Требований к проведению сейсморазведочных работ заказчика».

Тестовые испытания, учет и хранение регистрирующего комплекса организуются в целях:

- получения качественной информации при проведении полевых сейсморазведочных работ;
- надлежащего хранения и учета аппаратуры и оборудования;
- выявления неисправных блоков и организации их ремонта;
- выявления морально устаревшего оборудования, требующего замены;

К выполнению полевых работ допускаются регистрирующие комплексы, все составные элементы которых, согласно паспортным данным, пригодны для совместного использования, согласованы между собой по своим характеристикам, технически исправны, имеют сертификат качества и обеспечивают решение поставленных геологических задач.

Перед началом производственных работ все полевое оборудование, включая группы сейсмоприемников и систему синхронизации, должно быть протестировано одновременно с сейсмостанцией. Результаты тестирования по всем полевым модулям должны быть записаны на дискету 3,5" в DOS формате с указанием номеров тестируемых модулей и использоваться при оценке готовности аппаратуры и полевого оборудования к работе. При необходимости результаты тестирования выводят на принтер.

Проверку системы синхронизации проводят в режиме теста на максимально предполагаемой дальности до взрывпункта. Результаты тестирования выводят на плоттер (трассы вспомогательных каналов). Тестирование системы синхронизации должно производиться ежедневно, после замены блоков системы и после ремонта. Выводы на плоттер вспомогательных каналов, полученные при тестировании системы синхронизации, пересылают заказчику вместе с результатами тестирования полевого оборудования. Тестирование сейсмостанции и полевого оборудования выполняют согласно предварительно согласованным параметрам. По результатам подготовительных работ и после тестирования сейсмостанции и полевого оборудования непосредственно на расстановке составляют Акт готовности сейсморазведочной аппаратуры (сейсмостанции, полевых модулей кос и групп сейсмоприемников) к производству полевых работ в соответствии с требованиями проекта, настоящей инструкцией и Требованиями заказчика. После начала производственных наблюдений любые изменения параметров регистрации и тестирования относительно проектных и выбранных по результатам опытных работ должны быть оформлены как изменение параметров за подписью заказчика (супервайзера). Вносить изменения без такого оформления оператор не имеет права.

Перед началом работ все группы сейсмоприемников подвергаются проверке геофонными анализаторами. Все группы сейсмоприемников подлежат проверке на работоспособность по

сопротивлению, фазовому сдвигу, нелинейным искажениям и магнитуде (импедансу). Неисправные группы ремонтируют или заменяют.

Тестирование омметров для измерения сопротивления взрывной цепи должно производиться перед выдачей взрывникам, согласно инструкции по эксплуатации на соответствие установленным техническим характеристикам, в том числе на развиваемый ток, импульс тока. Контрольно-измерительные приборы должны проходить государственную поверку в органах метрологической службы по согласованным графикам. Для обеспечения сохранности профильного оборудования:

- пересечения кабелей с дорогами обозначают аншлагами (флажками) и защищают от механических повреждений;

- выполняют регулярный «просмотр профиля» с дисплея сейсмостанции;

- перед началом работ с местным населением и заказчиком (владельцем территории работ) заключают договоры о недопустимости обращения с геофизическим оборудованием посторонних лиц и необходимости ознакомления водителей транспортных средств с мерами безопасности при переезде кабелей;

- перед началом полевого сезона (при замене полевого оборудования в течение сезона) геофизик-оператор на основании актов приема – передачи формирует на станции базу данных полевых блоков по серийным номерам. В течение полевого сезона геофизик-оператор обязан не реже одного раза в неделю производить сверку наличия полевых блоков.

Перед началом работы аппаратура проходит тестирование в соответствии с Инструкциями по их эксплуатации. На основе анализа тестов составляют акт готовности сейсмостанции к полевым работам.

Система синхронизации взрыва проверяется согласно инструкции по эксплуатации. Сейсмоприемники проверяют соответствующими приборами, и они должны отвечать паспортным данным.

Средства измерений проходят ведомственную и государственную проверку в зависимости от назначения.

В заключение можно сказать, что метрологическое обеспечение сейсморазведочных работ сейчас очень важно. Без соблюдения норм и правил метрологического обеспечения не обходится ни одна полевая партия.

УДК 553.897.431.2

МАЛАХИТ – ПРИРОДНЫЙ ЦЕЛИТЕЛЬ

ХРАМЦОВА А. Ю.

МОУ гимназия № 9, г. Екатеринбург

Минерал малахит – однородный, кристаллический продукт природных процессов. Не каждый знает, что малахит – это не только минерал зеленого цвета, но и камень, при помощи которого лечат многие болезни.

На первом плане во многих книгах стоит уральский малахит. Его открытие, добыча и особенно художественная обработка – русское малахитное дело. Этот акцент вполне оправдан, так как именно уральский поделочный малахит послужил материалом для непревзойдённых нигде в мире шедевров камнерезного искусства. Мы и сегодня смотрим на это наследие с восторгом, удивлением и уважением. И сам камень, и творческие достижения русской камнерезной школы в его обработке являются нашей национальной гордостью [2].

До сих пор нет единого мнения о дате, от которой следовало бы отсчитывать начало поделочного малахита. По В. Макарову, «при Петре I Акинфий Демидов начал добычу малахита на Урале» [4]. По А. Ферсману, это 1635 г. – год основания Пыскорского медеплавильного завода, ради которого были начаты разработки Григоровского медного рудника на Каме [6]. Скажем прямо, к поделочному малахиту обе датировки отношения не имеют [5]. В истории же технологического малахита есть более ранние даты, связанные к тому же с другим районом Приуралья. Р. Морозова-Люлина, автор интересных статей и сводной рукописи о малахите в интерьерах Санкт-Петербурга,

открывшая много новых страниц в истории этого камня, называет 1768 г. [3], но документ, на который она при этом ссылается, понят ею неточно – речь в нём идёт об открытии зелёного невьянского лиственита. По Д. Григорьеву, начало добычи камня для камнерезных работ относится к 1780-1790 гг. [1] и связано с выработками бывшей Полевской дачи, то есть с Гумешевским рудником. Но гумешевский малахит был известен уже в конце 50-х гг. XVIII в. В 1765 г., по архивным свидетельствам, он обрабатывался на Екатеринбургской гранильной фабрике.

Первые упоминания о малахите можно найти в трудах римского ученого Плиния Старшего (I в. н. э.), где он называет его «молохитис» и сообщает, что камень непрозрачен, но плотнее и темнее, чем изумруд.

На территории России изумрудная зелень уральского малахита, привлекавшая внимание еще в неолите, привела в XV в. к медистым песчаникам Приполярного Урала, в XVII в. – Приуралья, в XVIII в. – к богатым залежам окисленных медных руд Среднего и Южного Урала.

XIX в. стал золотым веком для этого камня. Центр его культуры переместился в Россию, где он нашёл себя с равным успехом в технологиях, в научном знании, в искусстве – от малых до монументальных форм.

С конца XIX в. меднорудная промышленность Урала освоила новые, но начисто лишённые малахита медно-колчеданные руды. С этой поры малахит утратил былую славу проводника, а встречи с ним стали ещё реже.

Сегодня, когда в мире всё острее ощущается дефицит меди, и внимание технологов вновь обращено к оставленным было богатейшим залежам медистых песчаников, встречи с малахитом вновь становятся чаще.

К сожалению, к настоящему времени уральские месторождения малахитов практически исчерпаны, а другие – в России, не обнаружены. Известны проявления малахита в Казахстане, Африке (Заир, Намибия), Австралии, США, Венгрии, Китае, Германии, однако по цвету и красоте узоров малахит зарубежных месторождений не может сравниться с уральским малахитом. В связи с этим малахит с Урала считается самым ценным на мировом рынке.

Малахит – минерал зоны окисления медных сульфидных, полиметаллических и некоторых медно-железородных месторождений, залегающих в известняках, доломитах, известковистых сланцах. Образуется в результате взаимодействия растворов сульфатов меди, возникающих в ходе окисления халькопирита и других сульфидов меди с карбонатами или с углекислыми водами.

Цвет: изумрудно-зеленый, голубовато-зеленый, темно-зеленый, черно-зеленый. Кристаллы – непрозрачные.

Блеск: стеклянный до алмазного (кристаллы); шелковистый до бархатного (волокнистые разновидности); также матовый или землистый.

Твердость: 3,5-4,5 по шкале Мооса.

Плотность: 4,0 г/см³ – плотный или волокнистый материал, с примесями – 3,60 г/см³.

Оптические свойства: двуосный минерал, оптически отрицательный, сильно анизотропен.

Сингония: моноклинная.

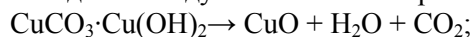
Минералогический класс: карбонаты, содержит около 72 % оксида меди.

Химическая формула: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$.

Химические свойства:

– малахит «вскипает» под действием разбавленной соляной кислоты, чем отличается от похожих на него минералов, содержащих медь (в частности, хризоколлы);

– при нагревании в колбе выделяет воду и становится черным



– характерна растворимость в кислотах с выделением углекислого газа, а также в аммиаке, который окрашивается при этом в красивый голубой цвет;

– при смешивании растворов карбоната натрия и сульфата меди выпадает голубой осадок основной соли, которая при нагревании теряет часть кристаллизационной воды и приобретает зеленый цвет – превращается в безводный основной карбонат меди – малахит:



Активные ионы меди: присутствуют в организме для поддержания гомеостаза.

Малахит и его разновидности:

- медная зелень, атласная руда, павлиний камень, звездчатый малахит, малахитовый кремний, бирюзовый малахит;
- малахит лучистый: темно-гравяно-зеленый тонколучистого строения с шелковистым блеском;
- малахит натечный почковидный: чередующиеся зеленые слои малахита и более светлых его разновидностей;
- аzur-малахит: плотная смесь малахита и азурита – в виде их слоев или их обломочков;

Происхождение: характерный минерал близповерхностных зон окисления меднорудных и полиметаллических гидротермальных месторождений, образуется при гипергенных процессах. Образуется малахит там, где вблизи поверхности окисляются сульфидные медные руды. Он постоянно сопровождает различные медные руды, являясь продуктом их выветривания, в силу чего нередко образует псевдоморфозы по халькопириту, минералам из группы блеклых руд, куприту и др. Типичны псевдоморфозы малахита по азуриту. Вследствие легкости своего образования малахит покрывает старинные бронзовые вещи, находимые при археологических раскопках. Малахит, крупнейшие и непревзойденные по качеству и запасам руд месторождения которого были обнаружены в начале восемнадцатого века на Урале, в общем-то известен людям издавна. Объясняется это довольно просто. Историки достоверно установили, что вслед за каменным веком цивилизации человечество вступило сразу в медный век. Медь стала первым металлом, чье название обозначило целую эпоху в развитии человечества. По всей видимости, медь тогда использовалась достаточно широко, коль заслужила такое право. А право это подтверждено многочисленными находками во многих местах земного шара. Очевидно, в хозяйственный обиход было вовлечено достаточно много крупных месторождений меди. Видимо, первые рудознатцы научились отыскивать и добывать медные руды. А малахит – при всей своей необыденности – обычный минерал меди и известен не менее широко под другим своим названием – «медная зелень».

Использование. Как лечебный камень малахит обладает целым рядом полезных свойств, давно известных человеку. С давних времен малахит считался «камнем здоровья», поглощающим негативную энергию, охраняющим от многих болезней и помогающим лечению. В наше время малахит также применяется в медицине.

В состав малахита входят активные ионы меди, которые способствуют поддержанию гомеостаза. Следовательно, сохраняется постоянство водного и солевого состава внутренней среды – крови, тканевой жидкости, лимфы, цитоплазмы клеток.

Медь присутствует во многих органах и тканях живых организмов. Она впервые была обнаружена в составе растительных организмов в начале XIX в. Затем в 1830 г. ее нашли и в тканях животных, а спустя 8 лет – в тканях человека. С тех пор началось изучение биологической роли меди.

Сейчас малахит применяется при болезнях сердца (аритмия, тахикардия). Он активизирует регенерацию, положительно влияет на гипофиз (нижний мозговой придаток) и эпифиз (расположен под задней частью головного мозга).

Малахит прекрасно укрепляет иммунитет человека. Помогает работе поджелудочной железы, почек и селезенки. Входит в состав глазных мазей в практике альтернативной медицины. Исцеляет пищеварительную систему. В последнее время используется при патологии суставов и позвоночника. Украшения из малахита способствуют регенерации тканей и благотворно влияют на нервную систему.

Были проведены опыты с использованием различных методов исследований.

Наблюдение за животными и проведение опытов проходило в марте и мае 2008 г. Количество наблюдений в неделю зависело от разных обстоятельств, но в среднем оно составляло 2 раза в неделю. Продолжительность наблюдений за каждым животным составило около 20 часов. В день автор наблюдал за 10 животными. Записи велись текстом, с использованием сокращений и условных обозначений. Результаты обрабатывались после каждого наблюдения и оформлялись в таблицы и графики. Перед использованием приготовленного в лаборатории препарата проводился химический анализ взвеси.

Проведя исследования, автор сделал вывод, что взвесь малахита 50 % концентрации не является токсичной для данного вида мышей.

Проведение исследований по выявлению опытным путем, на какие органы влияет минерал малахит, будут проводиться в дальнейшем на базе Уральской государственной медицинской академии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Григорьев, Д. П. Малахит в Эрмитаже / Д. П. Григорьев // Природа, № 9. – 1968.
2. Драгоценные и цветные камни России. – М., 1990.
3. Люлина, Р. Д. Малахит в интерьерах памятников архитектуры Ленинграда / Р. Д. Люлина // Самоцветы: бюл. техн.-экон. информ. Центр. научн.-иссл. лаб. камней-самоцветов (ЦНИИЛКС). – Л., 1963, Вып. 1 (9).
4. Макаров, В. К. Цветной камень в собрании Эрмитажа / В. К. Макаров. – Л., 1938.
5. Русское декоративное искусство. – М., 1963, Т. 2.
6. Ферсман, А. Е. Очерки по истории камня / А. Е. Ферсман. – М., 1954, Т. 1.

УДК 550.83

ЧАСТОТНЫЙ СПЕКТР СИГНАЛОВ МАГНИТОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ НА ОБРАЗЦЕ МОНОКРИСТАЛЛА МАГНЕТИТА (ОЛЬХОВСКОЕ РУДОПРОЯВЛЕНИЕ, СРЕДНИЙ УРАЛ)

ИВАНЧЕНКО С. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Природные ферромагнетики, к которым относится магнетит ($\text{FeO}\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$), кристаллизуясь в различных термодинамических и физико-химических условиях, в своём химическом составе и магнитной структуре несут генетическую информацию об этих условиях. Типоморфные особенности магнетита широко используются при решении задач рудно-формационного анализа.

Активное развитие геомагнитных исследований для изучения сейсмоструктурных процессов по изменению величины магнитного поля основано на том, что на структурно-чувствительные магнитные характеристики природных ферромагнетиков оказывает влияние целый ряд факторов: изменение температуры в земной коре; химические превращения, изменение упругих напряжений, отражающих различные тектонические проявления.

Совокупное влияние этих факторов приводит к изменению энергетического состояния ферромагнетика и, соответственно, к изменению положения доменных границ, конфигурация которых обуславливает магнитную структуру, изменение которой связано с возникновением упругих, тепловых, электрических и других явлений в ферромагнетиках.

Открытие эффекта магнитоакустической эмиссии в 1974 г. [3] дало мощный инструмент изучения внутреннего состояния ферромагнетика и особенностей процесса его перемагничивания.

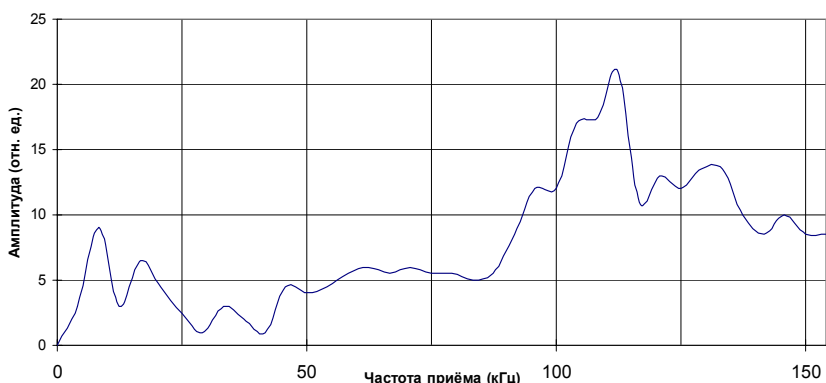
Источником магнитоакустической эмиссии при перемагничивании ферромагнетиков, по современным представлениям, являются локальные участки магнитострикционных деформаций, происходящих при перестройке доменных границ. Возникающие упругие колебания имеют довольно широкий диапазон частот и могут быть зарегистрированы с помощью пьезопреобразователей [1]. В отличие от эффекта Баркгаузена, при изучении магнитоакустической эмиссии информация поступает со всего перемагничиваемого объёма исследуемого образца.

Наибольшее применение метод магнитоакустической эмиссии нашёл в дефектоскопии [2]. Изучение же магнитоакустической эмиссии на природных ферромагнетиках начато и проводится в настоящее время в Институте геофизики УрО РАН. При изучении магнитоакустической эмиссии кристалла магнетита перед автором были поставлены следующие задачи:

- Изучить, как влияет частота приёма сигналов МАЭ на амплитуду сигнала;
- Определить минимальную границу существования сигналов магнитоакустической эмиссии.

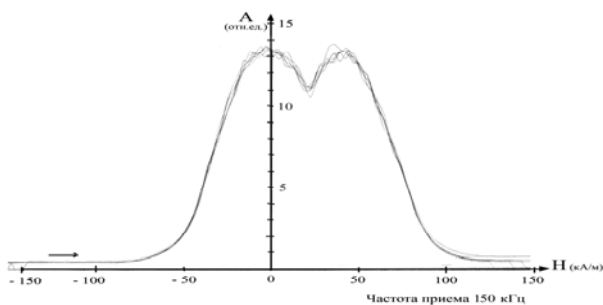
Полученные результаты. В проделанном эксперименте сигнал с пьезодатчика подавали на узкополосный усилитель и исследовали амплитуду и форму сигнала в диапазоне частот от 3 кГц до 160 кГц. Частота перемагничивания составляла 0,1 Гц. Частотный спектр для монокристалла магнетита приведен на рис. 1. Он имеет два максимума: при частотах 10-15 кГц и при частотах 95-125 кГц.

Рис. 1. Частотный спектр для монокристалла магнетита

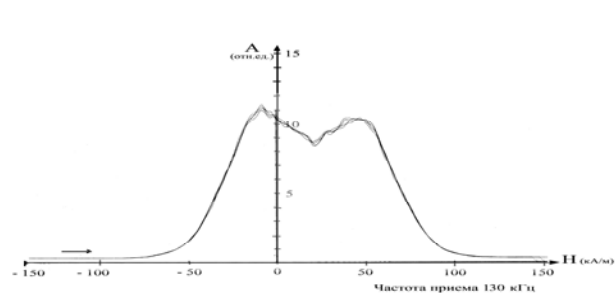


На рис. 2 приведены формы сигнала магнитоакустической эмиссии монокристалла магнетита. С уменьшением частоты приёма происходит уменьшение амплитуды сигнала, сдвиг минимума между двумя максимумами кривой в область слабых полей и сглаживание этих максимумов.

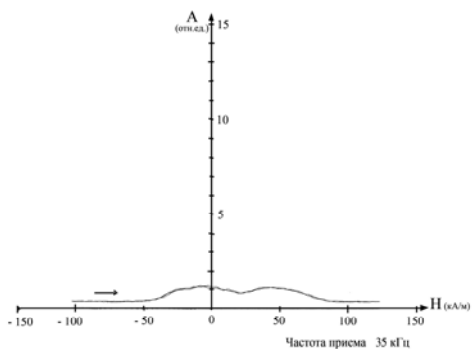
a



б



в



г

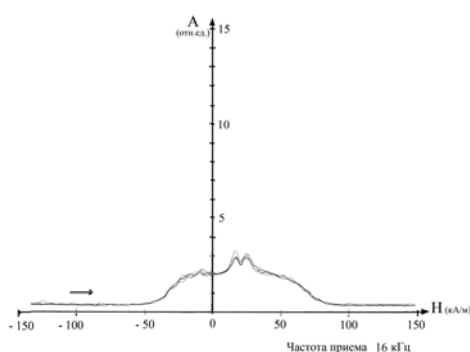


Рис. 2. Формы сигнала магнитоакустической эмиссии монокристалла магнетита на различной частоте приёма, кГц:

a – 150, *б* – 130, *в* – 35, *г* – 16.

Чтобы исключить экспериментальные погрешности, образец на каждой частоте приёма снимали минимум четыре раза. Частоту контролировали частотомером.

В итоге из полученных результатов были сделаны следующие выводы.

1. С уменьшением частоты приема происходит уменьшение амплитуды сигнала, сдвиг минимума между двумя максимумами кривой в область слабых полей и сглаживание этих максимумов.

2. С уменьшением частоты приёма происходит также изменение формы сигнала. Особенно сильно форма сигнала меняется в области низких частот (ниже 20 кГц). Два основных максимума сглаживаются, и появляются два дополнительных в области намагничивающих полей 10 и 25 кА/м. Очевидно, что наличие этих максимумов на зависимости сигналов магнитоакустической эмиссии от величины намагничивающего поля связано с перестройкой доменной структуры, так как на немагнитных материалах этот эффект не наблюдается.

3. Хотя амплитуда сигнала в области низких частот уменьшается в несколько раз, тем не менее, она совершенно уверенно принимается имеющейся аппаратурой. Учитывая, что измерения проводили на небольшом образце магнетита, автор считает необходимым повторить следующий эксперимент уже в полевых условиях: установить пьезоэлектрические датчики на имеющемся магнетитовом месторождении либо в скважине на имеющейся положительной магнитной аномалии и наладить режимные наблюдения акустического шума на частоте 10-20 кГц, одновременно регистрируя земное магнитное поле. Не исключено, что во время резкого изменения земного магнитного поля (магнитные бури) можно будет установить корреляцию между амплитудой сигнала МАЭ и изменением земного магнитного поля.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кумейшин, В. Ф. Аппаратура для регистрации скачков Баркгаузена с помощью пьезодатчика / В. Ф. Кумейшин, В. В. Лаптев, В. В. Волков [и др.] // II Всесоюзная школа-семинар «Эффект Баркгаузена и его использование в технике». – Калинин: КГУ, 1980. – С. 147-153.
2. Кулеев, В. Г. Влияние физических различий между эффектом Баркгаузена и акустической эмиссией Баркгаузена на их применение в неразрушающем контроле / В. Г. Кулеев, В. Е. Щербинин, С. В. Жаков [и др.] // Дефектоскопия. – Свердловск: УрО РАН, № 9, 1986. – С. 3-17.
3. Lord, A. E. Acoustic emission associated with changes of magnetization in thin nickel rods / A. E. Lord, R. Vatchev, M. Robinson // Letter Apply Eng. Sci., 1974, v. 2., N 9. – P.1-9.

УДК 550.834

ПОГЛОЩАЮЩИЕ СРЕДЫ. ВЗАИМОСВЯЗЬ ДОБРОТНОСТИ И ПОГЛОЩЕНИЯ

БАКАШКИН М. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

При распространении сейсмических волн через горные породы часть упругой (механической) энергии колебаний необратимо переходит в тепловую и, возможно, в другие виды энергии – электрическую, химическую и т. п. Этот эффект называется поглощением или диссипацией упругой энергии.

Среды, характеризующиеся потерями упругой энергии, называют неупругими или поглощающими.

Поглощающие (диссипативные) свойства пород относительно продольных и поперечных колебаний представляют собой их неотъемлемые физические характеристики, как и значения скоростей распространения в них колебаний и плотности.

Для количественной оценки поглощающих свойств используют величины коэффициентов поглощения продольных и поперечных волн или связанные с ними величины – параметры поглощения, а также логарифмические декременты поглощения и добротность среды.

Из теоретических и экспериментальных данных следует, что коэффициенты поглощения продольных и поперечных колебаний возрастают с частотой.

Добротность среды характеризуется отношением упругой энергии к ее потерям за один период колебаний.

$$Q = \pi / \xi (1 - \xi^2 / 4\pi^2) \approx \pi / \xi;$$

$$a = f \cdot \xi / V;$$

$$Q \approx \pi \cdot f / a \cdot V,$$

где Q – добротность среды; a – коэффициент поглощения; f – частота колебаний; ξ – декремент поглощения; V – значение скорости при фиксированной частоте.

Воздействие однородной поглощающей среды на проходящую через нее волну может рассматриваться как воздействие минимально-фазового частотного фильтра.

Процессы, приводящие к необратимым потерям упругой энергии при распространении сейсмических волн, изучены недостаточно. Основным источником неупругих потерь являются гетерогенность и многофазность горных пород.

Поглощение упругой энергии вызывается совокупностью причин: трением между минеральными частицами, а также между ними и флюидами в порах и трещинах; неидеальной упругостью среды на контактах частиц; неоднородностью деформаций вследствие изменчивости упругих свойств минеральных частиц; смещением в процессе деформации молекул абсорбированных жидкостей относительно минеральных частиц и т. п.

Поглощение обусловлено совместным воздействием нескольких физических процессов, относительное значение которых меняется с изменением частоты колебаний, что в итоге приводит к линейной зависимости суммарного эффекта от частоты.

В модели внутреннего трения (тело Фойгта — Кельвина) предполагается, что напряжения в среде пропорциональны не только деформациям, но и их скорости.

В модели последствия (тело Больцмана) напряжение в данный момент определяется не только мгновенной деформацией, но и деформацией в предшествовавшее время.

Поглощение оказывает влияние на величины коэффициентов отражения и прохождения на границах.

УДК 550.834

УРАВНЕНИЕ ГОДОГРАФА ОТРАЖЕННОЙ ВОЛНЫ ДЛЯ СЛОИСТО-ОДНОРОДНОЙ МОДЕЛИ СРЕДЫ

ГАБИТОВ И. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Для сейсмических волн, распространяющихся в слоистой среде и испытывающих многократное преломление, справедлив закон Снеллиуса:

$$v_0 / \sin \alpha_0 = v_1 / \sin \alpha_1 = v_2 / \sin \alpha_2 = \dots = v_m / \sin \alpha_m,$$

где α_m – угол, составленный сейсмическим лучом в слое с номером $-m$ с вертикалью; v_m – соответствующая скорость волны.

Тогда для расстояния, пройденного отраженной волной, и времени ее выхода на дневную поверхность легко получить уравнения годографа в неявном виде:

$$X(\alpha_0) = 2 \cdot \sum_{i=0}^m h_i \cdot \operatorname{tg} \alpha_i = \sum_{i=0}^m \frac{h_i \cdot (v_i/v_0) \cdot \sin \alpha_0}{\sqrt{1 - (v_i/v_0)^2 \cdot \sin^2 \alpha_0}}, \quad (1)$$

$$t(\alpha_0) = 2 \cdot \sum_{i=0}^m \frac{h_i}{v_i \cdot \cos \alpha_i} = 2 \cdot \sum_{i=0}^m \frac{h_i}{v_i \cdot \sqrt{1 - (v_i/v_0)^2 \cdot \sin^2 \alpha_0}}, \quad (2)$$

где h_i – мощность i -го слоя.

Как видно, данные формулы являются параметрическими, и их применение на практике затруднительно. Гораздо удобнее использовать явную зависимость $t(x)$. Впервые такая зависимость в форме ряда была получена С. Ф. Больших. В данной работе была предпринята попытка повторить данный вывод, основанный на разложении параметрических зависимостей в ряды с их последующим обращением.

Для функции (1), разлагая ее по степеням α_0 , получаем ряд:

$$x(\alpha_0) = 2 \cdot \sum_{i=0}^m h_i \cdot \left((v_i/v_0) \cdot \alpha_0 + \frac{\alpha_0^3}{6} \cdot \left((v_i/v_0)^3 - \dots \right) \right). \quad (3)$$

Для функции (2) такое же разложение выглядит следующим образом:

$$t(\alpha_0) = 2 \cdot \sum_{i=0}^m \frac{h_i}{v_i} \cdot \left(1 + \frac{(v_i/v_0)^2}{2} \cdot \alpha_0^2 + \alpha_0^4 \cdot \left(\frac{3 \cdot (v_i/v_0)^4}{8} - \frac{(v_i/v_0)^2}{6} \right) + \dots \right). \quad (4)$$

Используя операцию обращения к ряду (3), получим выражение для $\alpha_0(x)$:

$$\alpha_0(x) = \frac{x}{2 \cdot \sum_{i=0}^m h_i \cdot (v_i/v_0)} - \frac{x^3}{8} \cdot \left(\frac{\sum_{i=0}^m (v_i/v_0)^3 \cdot h_i}{6 \cdot \left(\sum_{i=0}^m h_i \cdot (v_i/v_0) \right)^4} - \frac{1}{6 \cdot \left(\sum_{i=0}^m h_i \cdot (v_i/v_0) \right)^3} \right) + \dots \quad (5)$$

Тогда, подставляя $\alpha_0(x)$ из (5) в выражение для $t(\alpha_0)$, можно получить так называемую формулу Больших, имеющую вид:

$$t(x) = 2 \cdot \sum_{i=0}^m (h_i/v_i) + \frac{x^4}{4} \cdot \left(\sum_{i=0}^m h_i \cdot v_i \right)^{-1} - \frac{x^4}{64} \left(\sum_{i=0}^m h_i \cdot v_i^3 \right) \cdot \left(\sum_{i=0}^m h_i \cdot v_i \right)^{-4}. \quad (6)$$

УДК 551.435.162

МОНИТОРИНГ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ХАНТЫ-МАНСИЙСКА

ЖДАНОВ Д. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Актуальность данной темы заключается в том, что в настоящий момент на территории г. Ханты-Мансийска распространены геодинамические процессы, которые принимают угрожающие масштабы. Территория Ханты-Мансийского автономного округа сопровождается многоплановой активизацией экзогенных процессов, часто приводящей к аварийным ситуациям. Это определяет необходимость включения явлений экзогенной геодинамики в программы комплексного мониторинга.

В геологическом отношении территория г. Ханты-Мансийска представлена двумя различными комплексами пород: породами аллювиального генезиса террасового комплекса р. Иртыш и породами озерно-морского генезиса V террасы Самаровского поднятия. Следует отметить, что различие геологических условий в пределах выделенных комплексов заключается не только в генезисе пород, но и в условиях их залегания. Разрез террасового комплекса довольно прост и характеризуется выдержанными территориально и по мощности геологическими слоями пород. Разрез Самаровского поднятия более сложен, для него характерны невыдержанные по мощности слои, частое переслаивание пород в результате фациального замещения, их несогласное залегание,

наличие в разрезе разрозненных водоносных горизонтов, приуроченных к линзам и прослоям песчаного и галечникового материала.

Город Ханты-Мансийск в последнее десятилетие интенсивно застраивается. Изыскателям и проектировщикам пришлось столкнуться с рядом опасных природных и техноприродных процессов. Это, прежде всего, сложно разветвленная овражно-балочная сеть, оползни, подтопление.

На территории г. Ханты-Мансийска геодинамические процессы распространены повсеместно, но в большей степени они проявлены на территории парка «Самаровский Чугас». Все экзогенные геологические процессы и явления, распространенные в пределах изучаемой территории, можно разделить по природным и техногенным факторам образования. Природные факторы образования – это действия постоянных и временных водотоков, разгрузка подземных вод на территории парка, которая часто носит очаговый характер, климатические условия местности. Техногенные факторы – это подрезка склонов сливнием сточных и промышленных вод, вибрационное воздействие на склоны в результате строительства инженерных сооружений. С разгрузкой подземных вод на территории парка связан ряд экзогенных геологических процессов – оплывины, оползни, пльвуны, эрозия ручьев и временных водотоков (овраги), суффозия, солифлюкция, заболачивание, наледи. Все эти экзогенные геологические процессы требуют тщательного изучения с постановкой круглогодичных режимных наблюдений. Наибольший урон растениям парка наносят эрозия, оползни и оплывины. Последние связаны с очаговой разгрузкой подземных вод. Типичные размеры оплывин – длина 8-15 м, ширина 2-4 м, глубина захвата грунтов ниже почвенного слоя – 20-30 см. В обнажении – влажные суглинки, супеси, серые глины, видны очень мелкие струи воды. Здесь же встречаются и небольшие оползни, обязанные своим происхождением разгрузке подземных вод. Оползни классические, циркообразные, небольшие по размерам – длина по фронту до 20 м, чаще всего 10-12 м, ширина 5-6 м, амплитуда срыва грунтов – 1-2 м.

На месте образования оползней, крупных оплывин – поваленные деревья, кустарники. Оползни на территории природного парка связаны с несколькими факторами: 1) очень крутые склоны врезанных логов – до 70°; 2) градиенты потоков подземных вод, разгружающихся на склонах, достигают десятых долей единицы; 3) выход подземных вод в виде мочажин выше по склону от русла ручья; 4) наличие суглинков со значительной примесью тонкозернистого песчаного материала; 5) характер выхода подземных вод исключительно только рассеянный, нисходящий.

В результате работ, проведенных коллективом кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии УГГУ с июля по сентябрь 2008 г., была установлена реперная наблюдательная сеть, состоящая из 19 участков, расположенных в разных частях города. Было замечено, что большое количество оползней приурочено к наиболее крупным эрозионным формам территории. Чем крупнее и развитее овражная сеть, тем больше и разнообразнее на ней проявления оползневых процессов.

Из 19 участков большая их часть приурочена к природному парку «Самаровский Чугас» на площадках с различной интенсивностью и причинами формирования экзогенных процессов. Некоторые участки расположены на площадках воздействия оползней на инженерные сооружения в юго-восточной части г. Ханты-Мансийска. Интенсивность подвижек неравномерна во времени. Основные движения характерны для влажного летнего периода, при выпадении атмосферных осадков и просачивании подземных вод. Максимальные значения подвижек грунтовых масс за летний период зафиксированы на участке склона, подрезанного при строительстве новой объездной автодороги, они составили 13,9-14,9 см. Наряду с замерами движения тела оползня выполнялись работы по определению границы ослабленной зоны, по которой идет движение оползня. Всего было выбрано 5 участков с различными условиями образования оползней. На них пробурено около 20 скважин ручного бурения. В результате выяснено, что зона ослабления находится на глубине 2,34-2,52 м. В настоящий момент продолжают наблюдения за движениями оползней на территории города. По их результатам можно будет сделать прогноз развития оползней.

Меры борьбы с процессом оползнеобразования на изучаемой территории:

- понять причины разгрузок подземных вод на изучаемой территории, которые приводят к обводнению грунтов основания;
- по результатам мониторинга сделать прогноз развития данного процесса;
- минимизация проявлений техногенных факторов и уменьшение их влияния на окружающую среду.

ВЛИЯНИЕ КАРСТОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА СТРОИТЕЛЬСТВО В Г. УФЕ*ГАЛИМОВА И. Н.*

ГОУ ВПО «Башкирский государственный университет»

Уфа с населением свыше одного миллиона человек является одним из крупных промышленных центров Урало-Поволжья. Расположена она на востоке Русской равнины в пределах Прибельской холмисто-увалистой равнины. Абсолютные отметки колеблются от 80-85 (урезы рек Белой, Уфы) до 200-212 м (районы «Старой Уфы», парка «Гафури», междуречье Белой – Шугуровки). Основная часть города (жилая и промышленная) находится в пределах так называемого «Уфимского полуострова» (Бельско-Уфимская водораздельная равнина). Микрорайоны «Дема», «Сипайлово», «Затон», «Кооперативная поляна» и другие расположены в долинах рек Белой и Уфы. «Уфимский полуостров» от долин Белой и Уфы почти повсеместно отделяется крутым уступом высотой 50-100 м. Ширина «полуострова» колеблется от 2-2,5 км в центральной части (район Лихачевской излучины) до 5-7 км в северной и южной частях города, а протяженность его (с севера на юг) составляет около 30 км.

Бельско-Уфимская водораздельная равнина расчленена овражной сетью эрозионно-карстового происхождения, а также долинами рек Шугуровка (северная) и Сутолока (южная часть города), протекающих почти параллельно Белой и Уфе с севера на юг.

В геолого-тектоническом отношении территория города расположена на восточной окраине Русской платформы, где кристаллический фундамент перекрыт мощной (до 8 км) толщей осадочных пород палеозойского возраста. В верхней части чехла, обнажающейся здесь, развиты пермские, неогеновые и четвертичные отложения.

Четвертичные отложения развиты в долинах рек Белой, Уфы и на Бельско-Уфимском междуречье. В долинах рек они представлены аллювиальными галечниками и песками (нижняя часть разреза) мощностью 10-15, иногда до 25-30 м.

Неоген в долинах рек Белой и Уфы представлен кинельской свитой, выполняющей переуглубленную их часть, а на Бельско-Уфимском междуречье (бассейны рек Шугуровки и Сутолоки) – нерасчлененными ачкагыльским и апшеронским ярусами. Представлены они красновато-коричневыми, серовато-коричневыми плотными глинами, в нижней части с прослоями песков. Общая мощность их достигает 50 м.

Пермская система на территории г. Уфы представлена уфимским (Соликамский и шешминский горизонты) и кунгурским ярусами.

Уфимский ярус залегает согласно на кунгурских породах. В местах максимального подъема кровли кунгурского яруса разрез представлен только Соликамским горизонтом – частым переслаиванием известняков, глинистых доломитов, мергелей, загипсованных аргиллитоподобных глин, алевролитов и песчаников общей мощностью до 15–25 м. В центральной части Бельско-Уфимского междуречья, где породы залегают синклинально, мощность уфимского яруса увеличивается до 60 м и более. Здесь он сложен, наряду с Соликамскими, и шешминскими отложениями (песчаниками, часто загипсованными, аргиллитоподобными глинами, алевролитами, известняками).

Кунгурский ярус сложен светло-серыми гипсами и ангидритами с прослоями загипсованных глин и доломитов. Они обнажаются в основании крутых берегов рек Белой и Уфы. В центральной части междуречья, где отложения залегают синклинально, описываемые породы вскрываются скважинами ниже урезом Белой и Уфы. Мощность яруса в районе г. Уфы – до 340 м.

В пределах города развиты грунтовые водоносные горизонты в аллювиальных четвертичных осадках долин рек Белой и Уфы, в ачкагыльско-апшеронских отложениях, а также безнапорные или слабо напорные межпластовые водоносные горизонты в уфимском и кунгурском ярусах. На Бельско-Уфимском междуречье четвертичные и неоген-четвертичные (общесыртовые) породы обводнены участками или вода в них появляется периодически (весной и осенью).

Химический состав вод в жилой части города преимущественно гидрокарбонатный и сульфатно-гидрокарбонатный кальциевый, магниевый-кальциевый тип. Минерализация воды – 0,66-1,31 г/л. Содержание нитрат-иона, одного из основных показателей загрязненности подземных вод, составляет 15-60 мг/л, на отдельных участках – до 150-200 мг/л.

Особенности распространения карста. Карст на территории г. Уфы и в ее окрестностях главным образом связан с кунгурскими гипсами и гипсоносными породами Соликамского и шешминского горизонтов и, в значительно меньшей степени, – с карбонатными Соликамскими и шешминскими породами (см. рисунок). Из приведенной характеристики природных условий следует, что в пределах территории г. Уфы и в ее окрестностях имеются все 4 условия (по Д. С. Соколову, 1962) для активного развития карстового и карстово-суффозионного процесса, а именно:

- повсеместное участие в геологическом разрезе растворимых в воде пород (гипсы, ангидриты, известняки, доломиты и мергели);
- их хорошая водопроницаемость (все перечисленные породы трещиноваты, участками сильно кавернозны);
- наличие движущихся подземных вод (почти повсеместно к ним приурочены подземные воды, разгружающиеся в долины рек Белой и Уфы);
- высокая агрессивность инфильтрационных вод к водовмещающим сульфатным и карбонатным породам.



Карта закарстованности территории г. Уфа (Абдрахманов, Мартин, 1993)

- 1 – карстовые воронки и провалы (территории неустойчивые и очень неустойчивые для строительства);
- 2 – территории вокруг воронок (недостаточно устойчивые и несколько пониженной устойчивости);
- 3 – территории за пределами карстовых полей (относительно устойчивые);
- 4 – линия гидрогеологического разреза

Как известно, интенсивность карстового процесса зависит от многих факторов, таких как степень покрытия карстующихся пород некарстующимися, положение карстующихся пород по отношению к базису эрозии, вертикальный градиент фильтрации, коэффициент фильтрации, агрессивность вод, поступающих из вышележащих пород, хозяйственная деятельность человека и др.

Согласно схеме типизации карста Башкирии (Мартин, 1972), в пределах г. Уфы развиты три класса карста: сульфатный, карбонатный и карбонатно-сульфатный. По степени защищенности сверху некарстующимися породами преобладают два подкласса – перекрытый (камский) в пределах долин Белой и Уфы и закрытый (русский) на междуречье. Наряду с закрытым карстом, на междуречье имеются участки перекрытого, покрытого и голого карста. В связи с этим дальнейшая характеристика карста ведется по этим двум крупным геоморфологическим элементам: междуречью и долинам.

Карст междуречья. Структурно-тектоническое положение кровли карстующихся пород является одним из основных факторов, определяющих неравномерное развитие карста на междуречье. Установлено, что современный рельеф в пределах междуречья во многом был

предопределен рельефом кровли гипсов. Долины рек Сутолока и Шугуровка унаследовали отрицательные структурные формы по кровле гипсов, а возможно, и зоны тектонических нарушений.

Карст речных долин. Территория долин полностью находится в условиях развития перекрытого (камского) сульфатного и сульфатно-карбонатного карста.

Карстующиеся иреньские гипсы, Соликамские известняки и мергели в доплиоценовое время были выведены на поверхность и подвергались воздействию денудационных процессов (эрозия, карст, суффозия и др.), в результате чего на значительных площадях они были смыты, а их кровля сильно расчленена и закарстована.

Многие поверхностные формы карста в городской черте в процессе застройки сnivelированы, засыпаны. Наиболее существенной и эффективной мерой противодействия карстово-суффозионному процессу является осуществление плановых мер противокарстовой защиты, то есть управление карстовым процессом по заранее разработанной методике.

Усиление оснований и фундаментов. Деформации ряда зданий в г. Уфе потребовали выполнения дополнительных изысканий, разработки новых технических решений, обеспечивающих усиление оснований и фундаментов этих зданий.

Опыт изысканий, проектирования и строительства любых зданий и сооружений на территориях, сложенных карстующимися породами, показал необходимость проведения специальных изысканий с последующим районированием этих территорий по степени устойчивости и пригодности для строительства.

Надежность строительства зданий на закарстованных территориях, таким образом, обеспечивается более глубоким изучением карстово-суффозионного процесса, использованием качественно новых и современных методов решения задач во время изысканий, проектирования, строительства и эксплуатации. Это позволяет заблаговременно учесть возможность проявления техногенного карста, исключить его отрицательные последствия, а в тех случаях, когда он все же приводит к деформациям зданий и сооружений, быстро и эффективно преодолеть аварийные ситуации.

Оценка степени устойчивости закарстованных территорий для строительства в г. Уфе производится путем системного анализа основных условий и факторов, определяющих активность и скорость развития карста. Разработанные региональные нормативно-методические документы позволяют с достаточной достоверностью вести оценку степени устойчивости закарстованных участков для строительства.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов, А. И. Карст и спелеология / А. И. Смирнов, Ю. В. Соколов, Р. Ф. Абдрахманов [и др.] // Карст Башкортостана. – Уфа: ИГ УНЦ РАН, 2002. – С. 301-337.
2. Ананьев, В. П. Инженерная геология / В. П. Ананьев, А. Д. Потапов. – М.: Высшая школа, 2005. – 575 с.

УДК 550.8.05

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕТРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДОНАСЫЩЕННОГО ПЛАСТА-КОЛЛЕКТОРА ПО ДАННЫМ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ С УЧЁТОМ ВЛИЯНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ВОДЫ

КРАЙЗЛЕР А. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Изучение коллекторских петрофизических свойств в водонасыщенной части продуктивного на нефть и газ пласта-коллектора позволяет получить важные данные, которые затем используются для определения коэффициента нефтегазонасыщенности по измерениям в контуре нефтегазовой залежи.

В общем случае в водонасыщенном пласте-коллекторе, где присутствует подвижная и остаточная вода с удельным сопротивлением (УС) соответственно ρ_v и ρ_{vo} , образуется смесь с УС ρ_{cm} .

Считая, что в электрическом поле воды соединены параллельно, придем к следующему выражению:

$$\rho_v / \rho_{cm} = K_{vo} (\rho_v / \rho_{vo} - 1) + 1. \quad (1)$$

Оно справедливо как для зоны проникновения (ЗП), так и для неизменной части пласта (НЧП), хотя все характеристики в этих частях пласта (1) различны*.

Будем считать, что по результатам измерений установлено минимальное значение УС остаточной воды ρ_{vo}^{min} (в глинистом пласте или путем пересчета), УС подвижной воды в ЗП, т. е. фильтрата ПЖ – ρ_{ϕ} , коэффициент пористости $K_{п}$ и УС пласта в ЗП – $\rho_{зп}$ и в НЧП – $\rho_{пв}$. Тогда, вычислив относительное сопротивление пласта $P_{п} = K_{п}^{-m}$, найдем УС смесей $\rho_{cm} = \rho_{п} / P_{п}$ в ЗП и НЧП. Структурный показатель m для слабоглинистых коллекторов равен 1,63.

Остаточная вода в ЗП при $\rho_{\phi} \gg \rho_{vo}^{min}$ опресняется, и ее УС, согласно (1), равно

$$\rho_{возп} = \rho_{\phi} (\rho_{vo}^{min} / \rho_{\phi}) K_{vo}^n, \quad (2)$$

где $n = 0,132 \lg \rho_{\phi} / \rho_{vo}^{min}$, величина K_{vo} в НЧП пока неизвестна, но она связана с $K_{возп}$ соотношением (1):

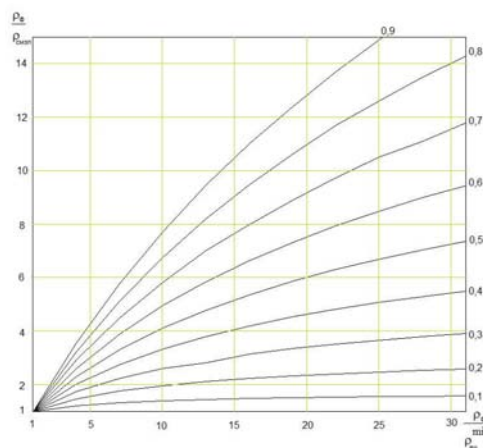
$$K_{vo} = K_{возп} (\rho_{vo}^{min} / \rho_{\phi})^{0,2}. \quad (3)$$

Подставляя (2) и (3) в (1), получим трансцендентное уравнение с неизвестным $K_{возп}$. По этому уравнению рассчитана номограмма (см. рисунок), представляющая серию кривых с параметром $K_{возп}$, применяемую для его определения.

Номограмма для определения $K_{возп}$

Величина K_{vo} в НЧП находится по (3), а УС пластовой воды – из (1), решенного относительно ρ_v . Значение ρ_{cm} в НЧП равно $\rho_{cm} = \rho_{пв} / P_{п}$.

Найденные величины $\rho_{возп}$, $K_{возп}$, K_{vo} и ρ_v используются при определении остаточной нефтенасыщенности – $K_{но}$ и коэффициента нефтегазонасыщенности $K_{нг}$.



УДК 551.435.162

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ОБРАЖНОЙ ЭРОЗИИ НА ТЕРРИТОРИИ Г. ХАНТЫ-МАНСКИЙСКА

ТАКТУЕВ Е. М.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Территории северных городов являются участками земной коры, в пределах которых влияние природного и техногенного факторов на развитие инженерно-геологических процессов проявляется в исключительной мере. На урбанизированных территориях формируются особые природно-

* Сапожников, В. М. Упрощенная модель электропроводности терригенных коллекторов, насыщенных свободной и связанной водой / В. М. Сапожников // НТВ «Каротажник». – Тверь: Изд-во АИС, 2008, № 10.

технические системы, в пределах которых динамика развития инженерно-геологических процессов отличается от естественных условий.

Город Ханты-Мансийск расположен на правом берегу р. Иртыш. Центральная часть города – это эрозионно-тектонический останец водораздельного плато, в строении которого участвует аллохтонное тело палеоценовых отложений. В геологическом отношении территория г. Ханты-Мансийска представлена двумя различными комплексами пород: породами аллювиального генезиса террасового комплекса р. Иртыш и породами озерно-морского генезиса террасы Самаровского поднятия. Следует отметить, что геологическое различие в пределах выделенных комплексов заключается не только в генезисе пород, но и в условиях их залегания. Разрез террасового комплекса довольно прост и характеризуется выдержанными территориально и по мощности геологическими слоями пород. Разрез Самаровского поднятия более сложен, для него характерны не выдержанные по мощности слои, частое переслаивание пород в результате фациального замещения, их несогласное залегание, наличие в разрезе водоносных горизонтов, приуроченных к линзам и прослоям песчаного и галечникового материала.

Город Ханты-Мансийск в последнее десятилетие интенсивно застраивается. Изыскателям и проектировщикам пришлось столкнуться с рядом опасных природных и техно-природных процессов. Это, прежде всего, сложная разветвленная овражно-балочная сеть, оползни, подтопления.

Для оценки и прогноза устойчивости Самаровского останца было выполнено инженерно-геологическое обследование территории, по результатам которого построена карта развития овражной сети. На карте отражено более 50 эрозионных форм, логов, оврагов, промоин. Практически все овраги относятся к склоновому типу. Большинство из них сосредоточено в ЮЗ, Ю, ЮВ частях Самаровского останца, где градиент перепада высот благоприятствует активному развитию эрозионных процессов. Инструментальные замеры морфометрических характеристик, включающих в себя длину оврага и его отвершков по тальвегу, глубину вреза, ширину по тальвегу и бровки, угол наклона бортов, выполнены по 21 оврагу. Карта сопровождается паспортами оврагов, на которых показаны стадии развития оврага, продольный профиль оврага, характер эрозии, развитие других экзогенных процессов в бортах оврага, кроме того установлены опасные зоны, примыкающие к бортам оврага. Для оврагов Самаровского останца характерны стадии развития от 2 до 4.

Овраги 4-й стадии являются наиболее протяженными. Профиль оврагов трапециевидный, редко переходящий в *V*-образный. Глубина вреза основного русла достигает 37 м. Преобладает слабая боковая эрозия, борта оврагов укреплены древесной и кустарниковой растительностью. Донная эрозия развита слабо, ее интенсивность увеличивается в период сильных ливней, нередко дно оврага заболочено, что вызвано затрудненностью транзита атмосферных осадков в связи с незначительным уклоном поверхности по дну оврага и его захлапленностью упавшими деревьями. Переувлажнение грунтовых масс на склонах нередко приводит к их пластичному оплыванию. Для оврагов 4-й стадии характерно наличие значительного количества отвершков, их общее число достигает 16, длина изменяется от 40 до 600 м, профиль отвершков *V*-образный, глубина вреза – от 1 до 19 м. Большинство отвершков 1-го порядка, реже отмечены отвершки 2-го, крайне редко – 3-го порядка.

Овраги 3-го типа, находящиеся в стадии висячего устья, имеют меньшие размеры, характеризуются широким распространением в пределах исследуемой территории. Им свойственно меньшее количество отвершков, последние не превышают 1-й порядок. Размеры отвершков изменяются от 18 до 170 м, глубина вреза, как правило, не более 15 м. Из других процессов в оврагах данного типа преобладают осыпи, оплывины, в меньшей степени – заболачивания.

Овраги 2-й стадии сосредоточены на южном склоне Самаровского останца. Отличительная их особенность – большие углы наклона бортов, достигающие иногда 70°, что связано с преобладанием донной эрозии при высокой скорости развития. Низкая степень проявления других экзогенных процессов вызвана хорошей дренируемостью.

Опасности и риски, связанные с овражной эрозией и сопряженными склоновыми явлениями, обусловлены развитием зон разуплотнения пород вдоль бортов оврагов шириной 150-200 м, выявленных сейсмическими наблюдениями. В их пределах оказываются массивы домов, старые застройки и современные здания, подверженные деформациям.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ Г. ХАНТЫ-МАНСЙЙСКА

САВИНЦЕВ И. А.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Как известно, в последние 10 лет г. Ханты-Мансийск интенсивно застраивается, причем бурно расцветает строительство с элементами точечной застройки. Ранее незатронутые районы стали перспективными объектами для застройки. И здесь изыскателям и проектировщикам пришлось столкнуться с тем, что для территории г. Ханты-Мансийска характерны сложность геологического разреза, неоднородность физико-механических свойств и целый ряд опасных инженерно-геологических процессов.

К сожалению, систематического изучения и обобщающих исследований сложных участков не проводится. Все работы сводятся к стандартным инженерно-геологическим изысканиям под конкретный объект, без учета его влияния на всю инженерно-геологическую и экологическую системы.

Итак, инженерно-геологические условия г. Ханты-Мансийска определяются рядом факторов, к которым относятся:

- литологический состав пород;
- физико-механические свойства грунтов;
- развитие, активизация инженерно-геологических процессов.

В геологическом отношении территория г. Ханты-Мансийска представлена двумя различными комплексами пород: породами аллювиального генезиса террасового комплекса р. Иртыш и породами озерно-морского генезиса V террасы Самаровского поднятия. Следует отметить что различие геологических условий в пределах выделенных комплексов заключается не только в генезисе пород, но и в условиях их залегания. Разрез террасового комплекса довольно прост и характеризуется выдержанными территориально и по мощности геологическими слоями пород, а также выдержанным горизонтом грунтовых вод. Разрез Самаровского поднятия более сложен, для него характерны не выдержанные по мощности слои, частое переслаивание пород в результате фациального замещения, их несогласное залегание, наличие в разрезе разрозненных водоносных горизонтов, приуроченных к линзам и прослоям песчаного и галечникового материала. Данное обстоятельство обуславливает различие инженерно-геологических условий выделенных выше комплексов. В связи с этим изучение и анализ инженерно-геологических условий территории города выполнены отдельно для разрезов террасового комплекса и Самаровского поднятия.

В вертикальном разрезе надпойменных террас (северная и южная часть города) по геологическому строению выделены: аллювиально-озерные отложения II надпойменной террасы, перекрытые делювиальным чехлом, и породы талагайкинской свиты, подстилающие отложения II надпойменной террасы.

Делювиальные отложения развиты практически повсеместно. По физическим свойствам грунты преимущественно суглинки тяжелые пылеватые, иногда глины легкие пылеватые темно-коричневого цвета. Преобладающая консистенция тугопластичная. По величине плотности и природной влажности грунты довольно однородны.

Озерно-аллювиальные отложения II надпойменной террасы представлены неоднородной толщей супесей и суглинков. В верхней части толщи залегают супеси от светло-коричневого до серого цвета с редкими включениями гравия и гальки и прослоями разложившейся органики.

По ряду показателей супеси довольно однородны. По числу пластичности грунты относятся к супесям, однако большая часть значений показателей имеет граничные характеристики 0,068-0,067. В грунтах отмечается высокое содержание крупной пыли до 60 %, что указывает на тиксотропность грунтов.

В нижней части толщи залегают суглинки от темно-серого до светло-серого цвета с низким содержанием органического вещества в массе, преимущественно тугопластичной консистенции. По гранулометрическому составу суглинки легкие пылеватые либо песчанистые, в составе преобладают фракции крупной пыли либо песка пылеватого. Для пород характерны высокие значения

коэффициента водонасыщения. В совокупности с высокой пылеватостью это указывает на возможность проявления суглинком тиксотропных свойств. Деформационные свойства суглинков довольно низкие.

Подстилаются отложения II надпойменной террасы аллювиальными песками серого, светло-серого цвета, талагайкинской свиты. Залегают они с глубин 20-30 м. Пески разной крупности, но преобладают мелкие. Пески, как правило, водонасыщенные, к ним приурочен первый от поверхности горизонт грунтовых вод.

Экзогенные процессы в пределах террасового комплекса проявлены слабо и представлены в основном заболачиванием и слабой овражной эрозией.

В геологическом строении Самаровского останца выделяются:

– ширтинский горизонт, слагающий аккумулятивную часть пятой надпойменной террасы. Он включает аллювиальные и озерные фации.

– мансийская толща слагает цоколь останца. Для выделенной толщи характерно крайне неоднородное строение, как по вертикали, так и по латерали, которое подчеркивается изменением состава, свойств и цвета пород. Разные по составу отложения фациально замещаются по простиранию, их мощности изменяются на коротких расстояниях.

В инженерно-геологическом отношении строение Самаровского останца не менее сложное, здесь отмечается переслаивание суглинков, супесей различных консистенций, а также грубообломочных пород.

По данным бурения скважин и результатов лабораторных исследований, верхняя часть разреза до глубин 5-7 м сложена суглинками легкими пылеватыми тугопластичными светло-коричневого цвета, которые, очевидно, по латерали фациально замещаются супесями текучими. Ниже по разрезу залегают суглинки серого, серовато-коричневого цвета тугопластичной консистенции, далее суглинки темно-серые до черных тугопластичные, опоковидные.

Супеси текучие ширтинского горизонта вскрыты до глубин 30 м по величине природной влажности, значения которой составляют 0,18-0,60 д. ед. довольно однородны, с высоким содержанием органических веществ 0,05-0,17 д. ед.

Суглинки мансийской толщи твердой – тугопластичной консистенции однородны по ряду показателей. По деформационным характеристикам их можно отнести к слабосжимаемым с модулем общей деформации от 2,9 до 5,47 МПа.

Супеси мансийской толщи характеризуются близкими значениями влажности, по показателю текучести от твердой до текучей консистенции, по гранулометрическому составу супеси либо песчанистые, либо пылеватые с преобладающими значениями фракции крупной пыли. Практически по всему разрезу толща пронизана прослоями и линзами водонасыщенных песков или гравийно-галечникового материала.

Особо следует отметить опоковидные глины и суглинки палеогенового возраста, которые несогласно залегают в виде отторженцев в пределах мансийской толщи. Породы темно-серого, серовато-синего цвета, очень плотные, перемятые с прослоями песка водонасыщенного. Вскрыты рядом скважин в южной части Самаровского останца. Рассматриваемые кремнисто-глинистые грунты по условиям образования и литологическому составу относятся к грунтам особого состояния и свойств.

Специфическими особенностями кремнисто-глинистых пород, отличающих их от обычных пластичных глинистых отложений, являются высокая природная влажность (55-60 %), низкая плотность (1,55-1,60 г/см³), высокие значения коэффициента пористости – 1,30-1,60 (глины опоковидные) либо 1,67-1,80 (диатомитовые глины). Специфические свойства кремнисто-глинистых грунтов объясняются преобладанием в них кремнезема органического происхождения. Значительное содержание пелитовой фракции 40-50 % определяет высокие значения пределов пластичности.

Характерными особенностями данного типа пород являются:

– несовпадение макроскопического (полевого) описания с результатами лабораторных испытаний. По визуальному описанию – это плотные слабо влажные глины, по результатам лабораторных испытаний – повышенная влажность, пределы пластичности, нередко показатель текучести превышает 0,5 и приближается к 1;

– несоответствие величины осадки их высокой пористости; при достаточно высокой пористости породы по данным компрессионных испытаний относятся к среднесжимаемым;

- несоответствие величин сопротивления сдвигу высокой природной пористости;
- почти полное водонасыщение;
- слабое набухание от 0,1 до 1 %, реже 3-4 %;
- большая скорость выветривания – при приповерхностном залегании, вскрытии котлованами, выемками ухудшают прочностные и деформационные свойства.

Следующим фактором, определяющим инженерно-геологические условия Самаровского поднятия, является развитие экзогенно-геологических процессов. Для останца характерна сложноразветвленная овражно-балочная сеть. Практически все овраги относятся к склоновому типу и приурочены к юго-западной, южной и юго-восточной частям Самаровского останца, где градиент перепада высот благоприятствует активному развитию эрозионных процессов. Для оврагов Самаровского останца характерны стадии развития от II (врезания вершины) до IV (равновесия, стабилизации) стадии развития.

Анализ инженерно-геологических условий территории г. Ханты-Мансийска позволил установить, что для пород террасового комплекса р. Иртыш характерны достаточно простые геологические и гидрогеологические условия, которые выражаются в однородности геологического разреза, как по мощности, так и по простираанию; наличии выдержанного горизонта грунтовых вод. Основными рисками строительства являются наличие в разрезе тиксотропных грунтов и слабая несущая способность грунтов основания. Тиксотропные свойства грунтов проявляются в резкой потере несущей способности грунтов основания при их разжижении под действием динамических нагрузок. Причем после снятия нагрузок грунт приходит в естественное состояние, а последствия проявления тиксотропии являются необратимыми.

Породы Самаровского поднятия характеризуются сложными геологическими и гидрогеологическими условиями, которые заключаются в частом переслаивании не выдержанных по мощности слоев, наличии в разрезе разрозненных водоносных горизонтов и линз водонасыщенных обломочных грунтов. Ещё одной из важных особенностей инженерно-геологических условий комплекса пород Самаровского поднятия является широкое развитие процессов оврагообразования, которые сформировали достаточно сложноразветвленную овражно-балочную сеть. Овражно-эрозионные формы имеют значительные в плане размеры и характеризуются развитием зон разуплотнения пород вдоль бортов оврагов шириной до 150-200 м.

УДК 552.22

ОСОБЕННОСТИ И ЗАВИСИМОСТИ СОСТАВОВ РУДООБРАЗУЮЩИХ ХРОМОВЫХ ШПИНЕЛЕЙ И ОЛИВИНОВ ИЗ ХРОМОВЫХ РУД АРКАШОРСКОГО УЧАСТКА (ВОЙКАРО-СЫНЬИНСКИЙ МАССИВ)

ЛОБОВА Е. В.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Аркашорский участок входит в Левопайерское рудное поле. Рудопоявление хромовых руд обнажается в стенке кара левого борта руч. Аркашор и локализовано в амфибол-оливин-антигоритовых породах и небольших телах дунитов (войкаритизированном дунит-гарцбургитовом комплексе).

Хромовые руды Аркашорского участка убого-, средне- и густовкрапленные, редко массивные, мелко- и среднезернистые. Содержание рудообразующей хромовой шпинели варьирует от 40 до 95 %. Проявления хромовых руд локализованы в дунитовых телах. Силикаты вкрапленных руд Аркашорского рудопоявления составляют 15-60 % и представлены оливином, хлоритом, серпентином, реже – ортопироксеном и единичными зёрнами амфибола. В массивных рудах присутствует только хлорит в количестве 5-10 %.

Рудообразующая хромовая шпинель участка высокохромистая, среднеглинозёмистая: Cr_2O_3 варьирует от 47,68 до 65,30 %, в среднем – 53,98 %; Al_2O_3 варьирует от 4,04 до 17,80 %, в среднем – 13,19 %. Железистость варьирует от 27,72 до 69,31 %, хромистость – от 65,45 до 91,28 %.

Содержания Ti, Mn и Zn составляют 0,01 ф. е. Кроме того, было отмечено, что краевая часть более железистая и более хромистая, чем центральная.

При описании в шлифах было обнаружено, что в большинстве случаев оливин обладает совершенной спайностью (рис. 1), часто серпентинизирован, иногда присутствуют лишь реликты, иногда – мельчайшие вкрапленники в хромовых шпинелях.

Содержание основных компонентов в оливинах из хромовых руд варьируют, мас. %: MgO – от 53,05 до 55,65, в среднем – 54,80; FeO – от 3,14 до 5,97, в среднем – 4,03; кроме того присутствуют значительные примеси NiO – от 0,49 до 0,80, в среднем – 0,64. Железистость оливинов варьирует от 2,96 до 5,91 %. К тому же содержание MnO уменьшается от центра к краю, а NiO – наоборот возрастает. По содержанию Cr₂O₃, SiO₂ и железистости оливины можно разделить на две группы: к первой относятся оливины с содержанием SiO₂ 40,58-41,22 мас. %, Cr₂O₃ – 0-0,10 мас. % и Fa 3,43-5,91 %, ко второй относятся оливины с повышенным содержанием SiO₂ – до 42,31 мас. % и Cr₂O₃ – до 0,29 мас. %, Fa варьирует от 2,96 до 3,98%.

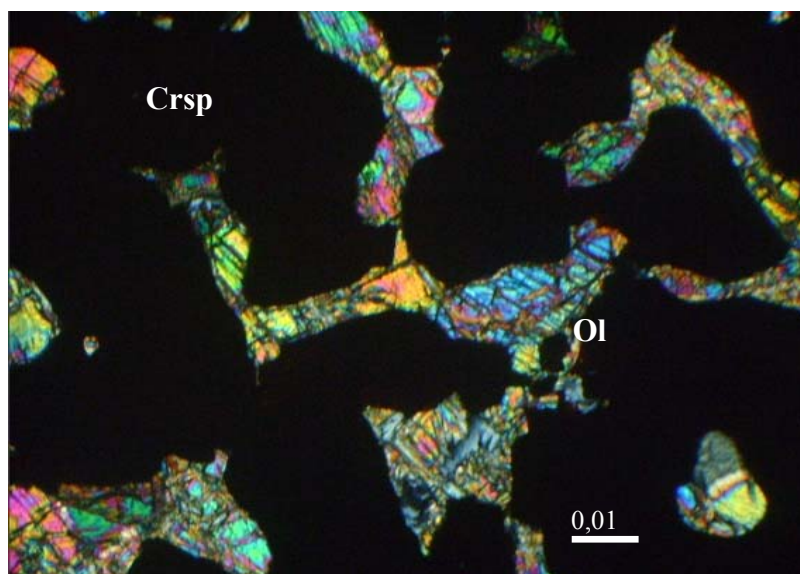


Рис. 1. Совершенная спайность в оливине (шлиф x-543):

Ol – оливин, Crsp – хромовая шпинель

Было замечено, что существуют зависимости по содержанию некоторых компонентов между оливином и рудообразующей хромовой шпинелью.

Положительная корреляция между содержанием FeO_{сум} оливинов и рудообразующих шпинелей и их железистостью отражены на рис. 2, где видно, что и оливины, и рудообразующие шпинели делятся на две группы по содержанию FeO_{сум} и железистости, соответственно.

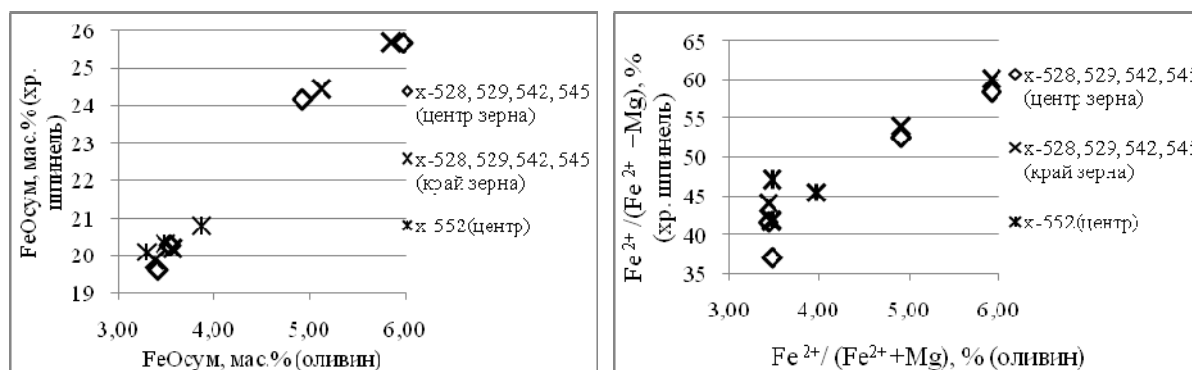


Рис. 2. Зависимости между содержанием FeO_{сум} оливинов и рудообразующих хромовых шпинелей и их железистостью

Первую группу составляют хромовые шпинели с железистостью от 37 до 47 %, при этом Ca оливинов варьирует от 3,43-3,96. Вторая группа представлена минералами с повышенной железистостью, Ca оливинов варьирует от 4,90 до 5,91 %, а железистость хромовых шпинелей – от 41,58 до 60 %. Построение графиков проводилось по тем пробам, в которых указано место опробования.

Корреляционные зависимости по содержанию MgO и MnO в минералах также характеризуются положительной корреляцией, что хорошо продемонстрировано на рис. 3. Небольшое отклонение наблюдается в пробах, в которых количество Ni в оливинах достигает 0,02 ф. е.

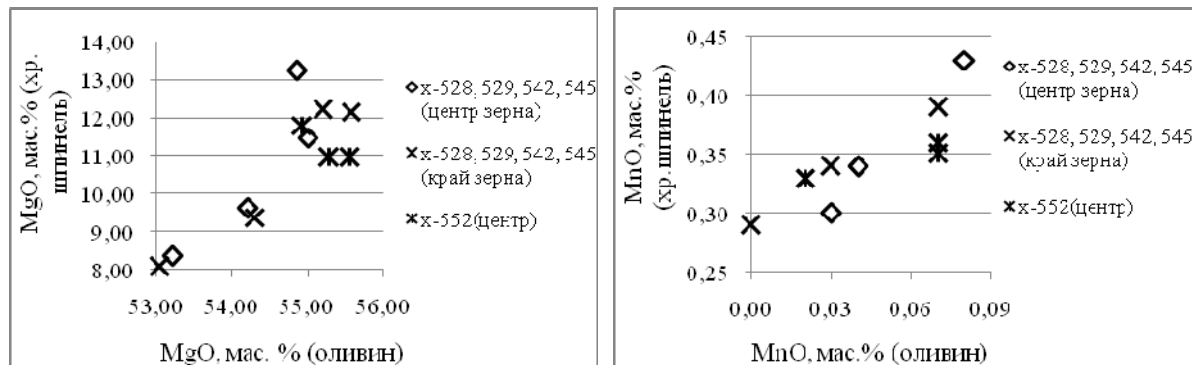


Рис. 3. Зависимости между содержаниями компонентов в оливинах и рудообразующих хромовых шпинелях

УДК 550.834

ВОЛНЫ В СЛОИСТЫХ СРЕДАХ: СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

ЛАТФУЛИНА А. Р.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

Волны в слоистых средах подвержены поглощению и дисперсии скоростей, вызванной многократным рассеиванием на границе раздела слоев. Эффективная фазовая медленность волн, падающих по нормали к слою, зависит от соотношения длины волны и мощности слоя и может быть выражена как $S_{eff} = S_{rt} + S_{st}$. Величина S_{rt} – это медленность, согласно лучевой теории, которая не зависит от отражений, а представляет собой только средневзвешенную медленность, где веса – это мощности отдельных слоев. Отдельные медленности могут быть комплексными вследствие поглощения в слоях. Остаточная медленность S_{st} (иногда называемая стратиграфической медленностью) возникает из-за многократного рассеивания в пределах слоев. Гибкий подход для вычисления эффективной медленности и время пробега сейсмической волны следует из инвариантности функции прохождения в слоистых средах, открытой Кеннетом (1974). Предположим, что слоистая среда общей мощности L состоит из слоев со скоростями (обратными медленностями), плотностями и мощностями V_j , ρ_j и l_j , соответственно.

Комплексная стратиграфическая медленность зависит от частоты и может быть рассчитана рекурсивно (Фрейзер, 1994)

$$S_{st} = \frac{1}{i\omega L} \sum_{j=1}^n \ln \left(\frac{t_j}{1 - R_j r_j \theta_j^2} \right).$$

Поскольку каждый новый слой $j+1$ добавлен к стеку j слоев, R меняется согласно

$$R_{j+1} = -r_{j+1} + \frac{R_j \theta_{j+1}^2 t_{j+1}^2}{1 - R_j r_{j+1} \theta_{j+1}^2}$$

(полагается, что $R_0 = 0$) и величина

$$\ln[t_{j+1}(1 - R_{j+1}r_{j+1}\theta_{j+1}^2)^{-1}]$$

суммируется. В вышеупомянутых выражениях, t_j и r_j – коэффициенты прохождения и отражения, определяемые как

$$t_j = \frac{2\sqrt{\rho_j V_j \rho_{j+1} V_{j+1}}}{\rho_j V_j + \rho_{j+1} V_{j+1}}; \quad r_j = \frac{\rho_{j+1} V_{j+1} - \rho_j V_j}{\rho_j V_j + \rho_{j+1} V_{j+1}}.$$

При этом принято во внимание, что $\theta_j = \exp(i\omega l_j / V_j)$ – фазовый сдвиг, при прохождении j -го слоя, и ω – круговая частота. Полное время прохождения сейсмической волны $-T = T_{rt} + T_{st}$, где T_{rt} – время, получаемое из лучевой теории по формуле

$$T_{rt} = \sum_{j=1}^n \frac{l_j}{V_j}$$

и T_{st} , получаемое по формуле

$$T_{st} = \text{Re} \left[\frac{1}{i\omega} \sum_{j=1}^n \ln \left(\frac{t_j}{1 - R_j \theta_j^2 r_j} \right) \right].$$

Подход, описанный выше, применим в условиях переменного вещественного состава и стратиграфического строения.

Влияние слоистости можно рассматривать как работу фильтра, который ослабляет входную волну и увеличивает задержку. Функция

$$A(\omega) = \exp(i\omega x S_{st}) = \exp(i\omega T_{rt} S_{st} / S_{rt}),$$

(где S_{st} предполагается вещественной в отсутствии какого-либо поглощения) иногда называется стратиграфическим фильтром.

Формула О'Дозерти-Анстея (O'Doherty и Anstey, 1971; Banik, Lerche и Shuey, 1985)

$$|A(\omega)| \approx \exp(-R(\omega)T_{rt})$$

приблизительно связывает амплитуду стратиграфического фильтра с энергетическим спектром $R(\omega)$ для временной последовательности коэффициентов отражения $r(\tau)$, где

$$r(x) = \int_0^x dx' / V(x')$$

является временем прохождения сейсмической волны в одну сторону. Первоначально формула O'Doherty-Anstey была получена эвристическим (теоретическим) методом (O'Doherty и Anstey, 1971). Позднее различные авторы получили подобный результат, используя набор статистических средних чисел волнового поля (Banik и др., 1985), строгие детерминистические формулировки (Резник, Lerche, и Shuey, 1986), и концепцию взвешенных значений волновой локализации (Shapiro и Zien, 1993). Резник и др. (1986) показали, что формула O'Doherty-Anstey получена как приближение из точной частотной теории Резника и др. без учета величин второго порядка в уравнениях Рикатти. Другой, схожий способ вычисления соотношения O'Doherty-Anstey

$$\frac{\text{Im}(S_{st})}{S_{rt}} \approx \frac{1}{2Q} \approx \frac{R}{\omega} = \frac{1}{2} \omega M(2\omega).$$

Здесь $1/Q$ – рассеянное поглощение, вызванное кратными отражениями, и $I(\omega)$ – энергетический спектр изменчивости логарифмического импеданса в среде, $\ln[\rho(\tau)V(\tau)] - \langle \ln[\rho(\tau)V(\tau)] \rangle$, где $\langle \cdot \rangle$ обозначает статистическое значение. Поскольку фильтр является минимально-фазовым, $\omega \text{Re}(S_{st})$ и $\omega \text{Im}(S_{st})$ – пара преобразований Гилберта

$$\frac{\text{Re}(S_{st})}{S_{rt}} \approx \frac{\delta t}{T_{rt}} \approx \frac{H\{R(\omega)\}}{\omega},$$

где $H\{\cdot\}$ обозначает преобразование Гилберта и δt – остаточное время прохождения сейсмической волны, вызванное многократными отражениями.

Shapiro и Zien (1993) обобщили формулу O'Doherty-Anstey для случая произвольного угла падения. Уравнение основано на анализе малых возмущений и требует, чтобы изменчивость

вещественных параметров была малой (<30 %). Обобщенная формула для плоской волны напряжений в акустической среде, падающей под углом Θ по отношению к нормали

$$|A(\omega)| \approx \exp\left[\frac{R(\omega \cos \theta)}{\cos^4 \theta} T_{rt}\right],$$

при этом принято во внимание, что

$$|A(\omega)| \approx \exp\left[-\frac{(2 \cos^2 \theta - 1)^2 R(\omega \cos \theta)}{\cos^4 \theta} T_{rt}\right]$$

для *SH*-волн в упругой среде (Shapiro, Hubral и Zien, 1994).

Для совершенной периодической стратиграфической среды, состоящей из двух пространств с фазовыми скоростями V_1 , и V_2 , плотностью ρ_1 и ρ_2 и мощностью l_1 и l_2 , соотношение для скоростной дисперсии может быть получено из решения Флоке (Christensen, 1991) для периодических сред

$$\cos\left[\frac{\omega(l_1 + l_2)}{V}\right] = \cos\left(\frac{\omega}{V} l_1\right) \cos\left(\frac{\omega}{V} l_2\right) - \chi \sin\left(\frac{\omega}{V} l_1\right) \sin\left(\frac{\omega}{V} l_2\right),$$

$$\chi = \frac{(\rho_1 V_1)^2 + (\rho_2 V_2)^2}{2\rho_1 \rho_2 V_1 V_2}.$$

Решение Флоке имеет решение для произвольных контрастов в свойствах слоя. Если пространственный период $(l_1 + l_2)$ является кратным целому числу длин волн, то получается большой суммарный коэффициент отражения. Частоты, при которых выполняется условие рассеяния Брэгга, называются частотами Брэгга. Волны не могут распространяться в полосе вблизи частоты Брэгга.

УДК 550.853

СИСТЕМА ОПРОБОВАНИЯ РАЗВЕДОЧНЫХ И БУРОВЫХ СКВАЖИН, ПРИМЕНЯЕМАЯ НА КАРЬЕРАХ ГУСЕВОГОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

НАХТИГАЛ Д. В.

Качканарский горно-обогатительный комбинат «Ванадий»

На основе ранее проведенных работ в 80-е гг., для повышения точности определения содержания железа в руде на основе измерений методом КМВ, появился комплекс геофизических измерений с наземной магниторазведкой. В настоящее время для определения железа общего в руде проводят измерение в скважине магнитной восприимчивости (α) аппаратурой РИМВ-1. Дополнительно проводят измерения полного вектора магнитного поля T над устьем скважины.

Интенсивность магнитного поля зависит от рельефа местности и пространственного распределения магнитной восприимчивости. Изменчивость магнитной восприимчивости имеет очень сложный характер. Решения прямой задачи магниторазведки для Гусевогорского месторождения показывают, что основной вклад в аномальное магнитное поле (более 60 %) вносит блок $5 \times 5 \times 5$ м. Размеры блоков совпадают с размерами буровой сети.

Для решения задач оперативного контроля качества руд и литологического расчленения геологического разреза по буровзрывным скважинам в карьере рудоуправления ОАО «Ванадий» разработан и изготовлен опытный образец программно-управляемой каротажной станции «КАРЬЕР-2М».

Возможности программной среды SURPAC 5. Блочная Модель Surpac (рис. 1, рис. 2) представляет собой форму базы данных. Это означает, что ее структура не только позволяет хранить данные и управлять ими, но также восстанавливать информацию, извлеченную из данных. Она отличается от более традиционных баз данных, где хранящиеся данные в большинстве случаев являются интерполированными значениями, нежели действительными измерениями. Другим основным отличием является то, что эти значения могут быть пространственно снабжены сносками, также как и пространственно связаны. Третьим важным отличием является то, что Блочная Модель воспроизведена в память, которая производит динамические функции, такие как закрашивание возможных атрибутов, но прилагает значительные данные памяти.

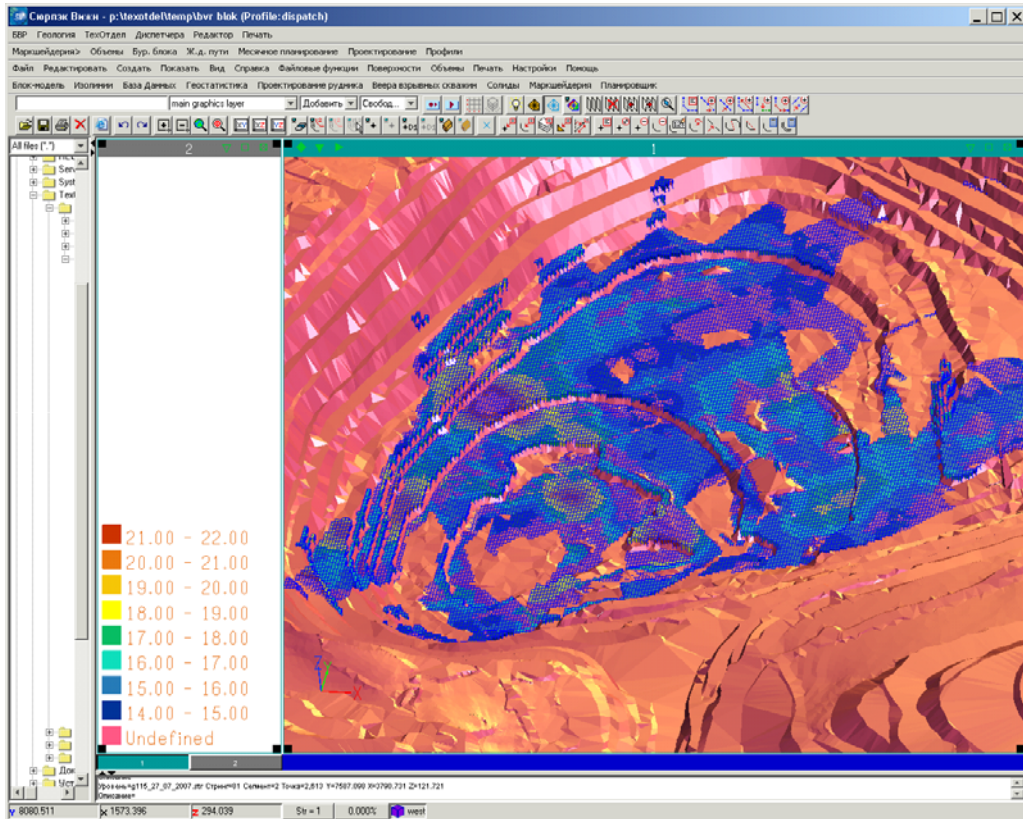


Рис. 1. Залежь, обрабатываемая Западным карьером с распределением показателя «содержание железа»

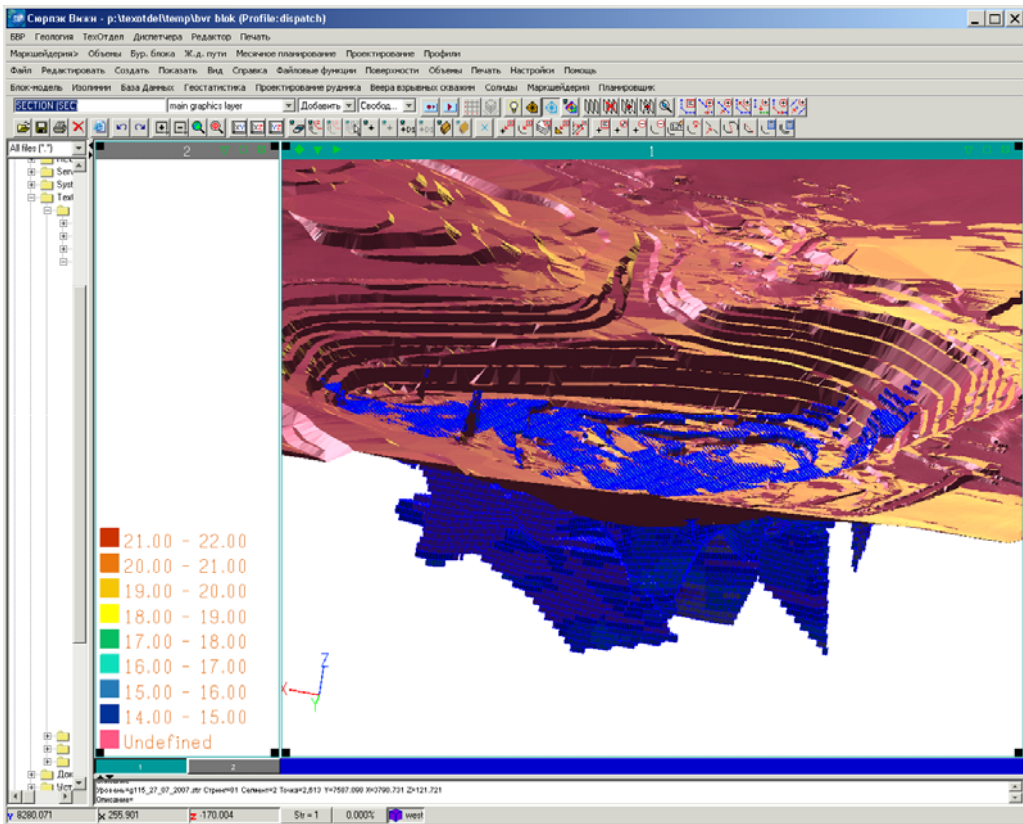


Рис. 2. Западный карьер и форма рудной залежи, построенной по данным геофизического опробования

Геологическая база данных. Записи имеют пространственные атрибуты, которые относят их в пространственную позицию. Заполнение блоков модели происходит после создания геологической базы данных. В нее могут быть включены как данные каротажа, так и данные химического анализа.

Интерполяция значений в блоки производится различными геостатистическими методами (обратное расстояние, простой и ординарный кригинг и т. д.). Геостатистика – это исследование того, как данные варьируют в пространстве. Это приближительный метод, который используется для того, чтобы произвести подсчет для точек, где эти данные отсутствуют. Важно увидеть, что проверка входных и выходных данных столь же важна, как и понимание теории геостатистики и используемых расчетных методов.

УДК 550.837 (075.8)

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ПОТЕНЦИАЛА МЕТОДОМ ЗАРЯДА В ВИДЕ ПЛАНОВ ИЗОЛИНИЙ КАЖУЩЕГОСЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ

КОРОБЕЙНИКОВ А. Ю.

ГОУ ВПО «Уральский государственный горный университет»

В настоящее время существует множество способов обработки результатов измерений потенциала [1, 2], например:

- представление в виде планов аномального потенциала;
- представление в виде планов локального потенциала;
- представление в виде планов кажущегося сопротивления.

Для того чтобы выделить аномальный потенциал, нужно рассчитать нормальный потенциал, а для этого необходимо задать модель среды.

1. Способ расчета нормального поля на дневной поверхности основан на вычислении в текущей точке M значения нормального потенциала. Для одного точечного источника $U_0=U_{0A}$.

Формулы для расчета нормального поля выбираются исходя из принятой модели вмещающей среды, например, однородное изотропное полупространство, однородное анизотропное полупространство, двухслойный разрез с проводящим верхним слоем.

2. Выделение аномальной составляющей потенциала. Аномальный потенциал можно рассчитать путем вычитания нормального потенциала из измеренного.

Локальный потенциал рассчитывается по формуле [2]

$$U=U_j-(U_j+\sum U_i)/(n+1),$$

где U_j – значение потенциала в точке расчета; U_i – значения потенциала в точках, расположенных на окружности с радиусом усреднения; n – количество точек, взятых на окружности (обычно $n=4$).

Кажущееся сопротивление для двухэлектродной установки AM (электроды B и N удалены) вычисляется по формуле

$$\rho_k=2\pi r_{AM} U,$$

где ρ_k – кажущееся электрическое сопротивление в точке M ; r_{AM} – расстояние от электрода A до точки M .

Кажущееся сопротивление для трех электродной установки. Нами была опробована методика, заключающаяся в вычислении кажущегося сопротивления через разность потенциалов по направлению поля.

Расчет кажущегося сопротивления по методу заряда проводится по следующей схеме:

1) Между линиями равного потенциала, по нормали к полю, проводим линии (приемная линия MN), определяем ΔU .

2) Измеряя расстояние между зарядом в скважине и точками MN , вычисляем коэффициент установки K по формуле.

$$K = \frac{2\pi}{\frac{1}{\sqrt{AM_r^2 + H^2}} - \frac{1}{\sqrt{AN_r^2 + H^2}}},$$

где AM_r , AN_r – расстояние между приемными электродами и проекцией заряда на дневную поверхность; H – глубина до заряда.

$$\rho_k = K \frac{\Delta U}{I},$$

где ΔU – разность потенциалов в приемной линии MN . Кажущееся сопротивление ρ_k относится к середине приемной линии MN .

На модели однородной изотропной среды в присутствии проводящего объекта (шара) были построены графики измеренного и аномального потенциала (рис. 1), график кажущегося сопротивления (рис. 2) и локального потенциала (рис. 3).

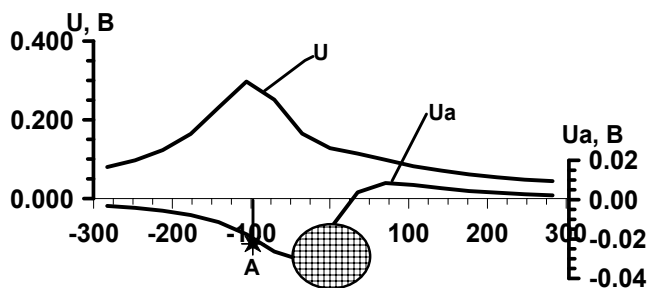


Рис. 1. Графики измеренного и аномального потенциала

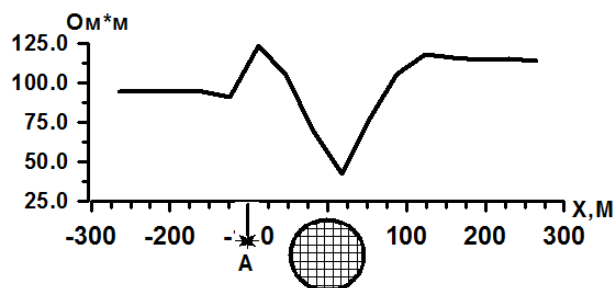


Рис. 2. График кажущегося сопротивления

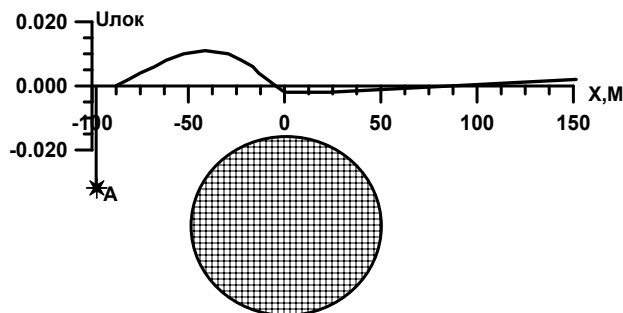


Рис. 3. График локального потенциала

Параметры модели: радиус шара $r=50$ м; сопротивление вмещающих пород $\rho_1=100$ Омм; глубина до центра шара $h=75$ м; координаты заряда $x=-100$, $H=50$ м; сопротивление шара много меньше сопротивления вмещающих пород.

По графику аномального потенциала (см. рис. 1) объект выделяется положительными и отрицательными значениями, интенсивность отрицательной аномалии достигает 18 %.

На графике локального потенциала (см. рис. 3) перед объектом со стороны заряда наблюдается положительная аномалия интенсивностью 18 %.

По графику кажущегося сопротивления объект выделяется отрицательной аномалией интенсивностью 40 % (см. рис. 2). Минимум ρ_k располагается примерно над центром шара.

Данная методика была опробована на результатах метода заряда на Чусовском рудном поле (рис. 4.) На плане измеренного потенциала наблюдается смещение максимума потенциала от проекции заряда на запад и север вследствие влияния анизотропии (см. рис. 4, а). На плане кажущегося сопротивления наблюдаются два минимума, первый оконтуривает Южно-Чусовское месторождение, второй минимум протягивается на юг к скважине 85, где была встречена рудная вкрапленность (см. рис. 4, б). По плану аномального потенциала месторождение выделяется положительной аномалией (см. рис. 4, в).

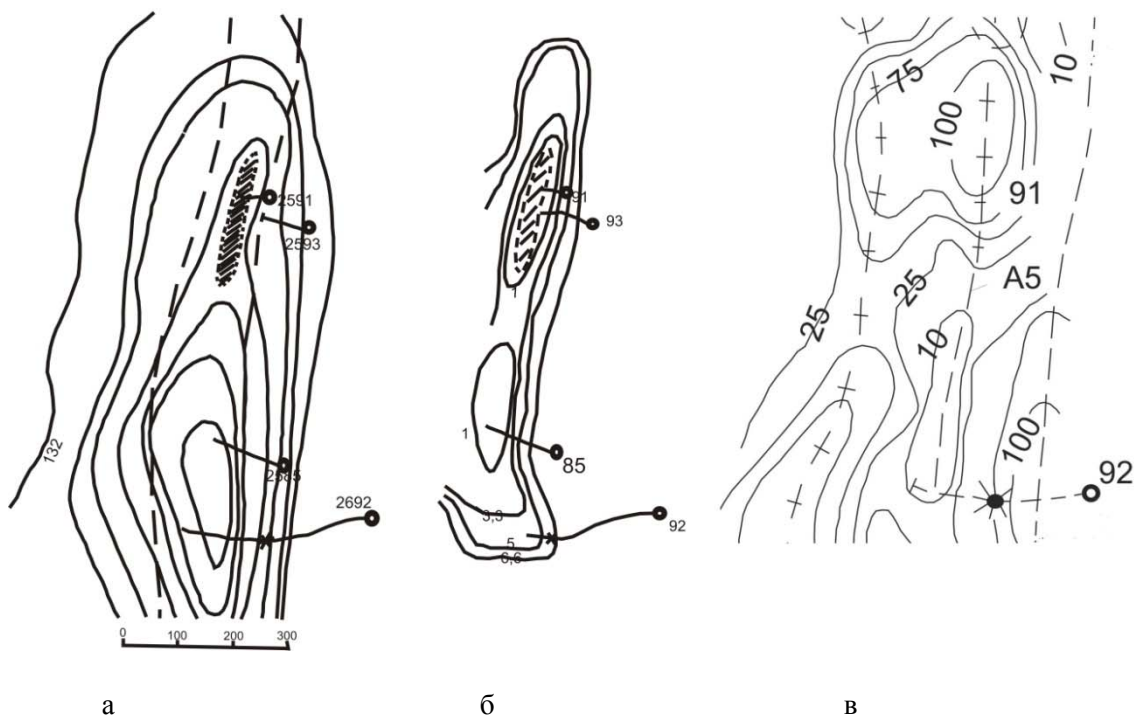


Рис. 4. Результаты работ на Чусовском рудном поле:

a – план изолиний измеренного потенциала; *б* – план кажущегося сопротивления с учетом анизотропии;
в – план изолиний аномального потенциала (по В. М. Сапожникову)

В данном случае план изолиний кажущегося сопротивления имеет более простой и понятный вид, чем план изолиний аномального потенциала. Приведенные первые результаты по предложенной методике расчета ρ_k получились удовлетворительными. В дальнейшем необходимо продолжать исследования на моделях и опробовать методику в других геоэлектрических условиях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Семенов, М. В. Электроразведка рудных полей методом заряда / М. В. Семенов, В. М. Сапожников, М. М. Авдевич [и др.] – М.: Недра, 1984. – 180 с.
2. Кормильцев, В. В. Электроразведка методом заряда / В. В. Кормильцев, В. Д. Семенов. – М.: Недра, 1987. – 218 с.