

**АНОМАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ УПРУГИХ СВОЙСТВ
КАРБОНАТНО-ОСАДОЧНЫХ ПОРОД**

А.К.АХМЕДОВ*, **Т.М.МУСА-ЗАДЕ*****, **Г.О.ВЕЛИЕВ****,
*НИИГеофизика**, *Управление геофизики и геологии***,
*Бакинский Государственный Университет****

В общем виде установлено, что с увеличением давления и напряженного состояния пород скорость распространения упругих волн в них, соответственно, увеличивается. Однако в последние годы появились некоторые работы, показывающие нарушение вышеуказанной закономерности.

В условиях Азербайджана скважинами вскрыты рифовые постройки в сверхглубокой Саатлинской и на площадях Сорсор и Джарли.

Изучение этих же пород, методом сейсморазведки и с помощью керновых материалов в лабораторных условиях, подтвердили вышеуказанные закономерности.

Факты резкого уменьшения скорости волн с ростом давления (напряжением) можно использовать в стационарно-режимных наблюдениях.

Упругие свойства осадочных, магматических, метаморфических пород изучены многочисленными геофизическими исследованиями в естественных и лабораторных условиях. В результате в общем виде установлено, что с увеличением давления и напряженного состояния пород скорость распространения упругих волн в них, соответственно, увеличиваются. Породы с разным литологическим составом и плотностью разнятся между собой по степени роста упругих свойства [4, 5, 8]. Однако в последние годы появились некоторые работы, показывающие нарушение вышеуказанной закономерности. Это нарушение заключается в том, что в определенном интервале с увеличением давления скорость распространения упругих волн в осадочных карбонатных породах уменьшается. Это явление было обнаружено в породах мезозойских отложениях Нижнекуруинской впадины. Здесь многочисленными глубокими скважинами вскрыто рифовое образование на площади Джарли, Сорсор и др. Рифовые образования подробно были изучены как по керновым образцам из глубоких скважин в лабораторных условиях [5], так и в естественном залегании, полевыми геофизическими исследованиями [1, 2, 3].

Рифовая постройка Джарли обнаружена в карбонатных отложениях верхнего мела на глубине 3,0-3,5 км в 4-х из 9-ти пробуренных скважин. Результаты анализа образования рифа и его петрофизического и палеонтологического состава были даны в работах [1, 3, 7]. На этой площади верхнемеловые отложения, в основном, состоят из известняков и доломитов, в которых встречаются также туфогенные песчаники, крупнозернистые мергели, глины и алевролиты. Мощность этих известняков достигает 538м (скв. 1), с запада на восток уменьшается и исчезает на западном крыле складки. Джарлинский риф сверху покрыт глина-

ми миоценового возраста, а снизу окаймлен известняками. В отложениях валанжина во время отбора образцов отмечены признаки нефти, газа и воды дебитом 300 м³ в сутки. На северо-востоке от скв. 1 рифогенная толща переходит в чередование туфа и туфопелитовых слоев с рифогенными, афанитовыми, редкими органическими известняками. Форма и физические свойства рифа наиболее наглядно отражаются на сейсмическом поле. Изучение произведено на двух параллельных к друг другу профилях. Оба профиля проходят вблизи скв. 1, 3, 4, 8 открывших риф. По материалам этих профилей подробно изучены геолого-геофизическая модель [1].

На сейсмической записи в зоне рифа наблюдается выклинивание сейсмических волн. Внутри рифа получены отрывочные малоинтенсивные фазы волн (рис. 1). Ввиду отсутствия интенсивных и выдержанных отражений от слоев, залегающих под рифом, их скоростная характеристика распространения сейсмических волн в теле рифа и в отложениях миоцена (сармат), мощностью 415 м, являющегося покровом рифа.

Для определения скорости распространения волн на Джарлинской площади использована общеизвестная формула Дикса. На графиках отмечено уменьшение интервальных скоростей волн в пределах рифа. Над рифом уменьшение скорости составляет 150 м/с., а вне рифа скорость несколько завышена. Интервальная скорость распространения волн в карбонатных отложениях верхнего мела меняется от 2840 м/с до 3100 м/с (рис. 1а). По характеру изменения интервальных скоростей разрез можно разделить на 2 части. Верхняя состоит из отложений акчагыла, абшерона и продуктивной толщи, а нижняя из отложений верхнего (карбонатного), нижнего мела.

Проведенными исследованиями выяснено влияние рифовых сооружений на волновое поле прямых, продольных и отряженных волн. Получены данные о кинематических и динамических характеристиках волн. В частности, изучена форма импульсов, скорости волн и коэффициенты частотно-амплитудного поглощения сейсмических волн, проходящих через рифовое сооружение. Геолого-геофизическая характеристика рифов, полученная в результате настоящих исследований и по литературным данным [5, 7], приведены в таблице.

Таблица

Название объектов рифа	Глубина рифа, м	Мощность рифа, м	$V_{пл} \sqrt{I_{лаб} I_{инт}}$ м/см/сГТ м/с	Скоростная аномалия м/с	Перепад амплитуд в раз	КС Эм·м	ГК мк.ре н/час	Плотность г/см ²	Давление ГПа			
			СКЖ									
Саатлы	3100-	190-	5,6	6	5,6	3,2-	150-	6	420	5,5	2,65	13-
СГ-1	3290	320				3,5	200					15
Джарли 3	3000- 3230	261	3	-	-	3,1	150		80	7,5	2,65	15- 16

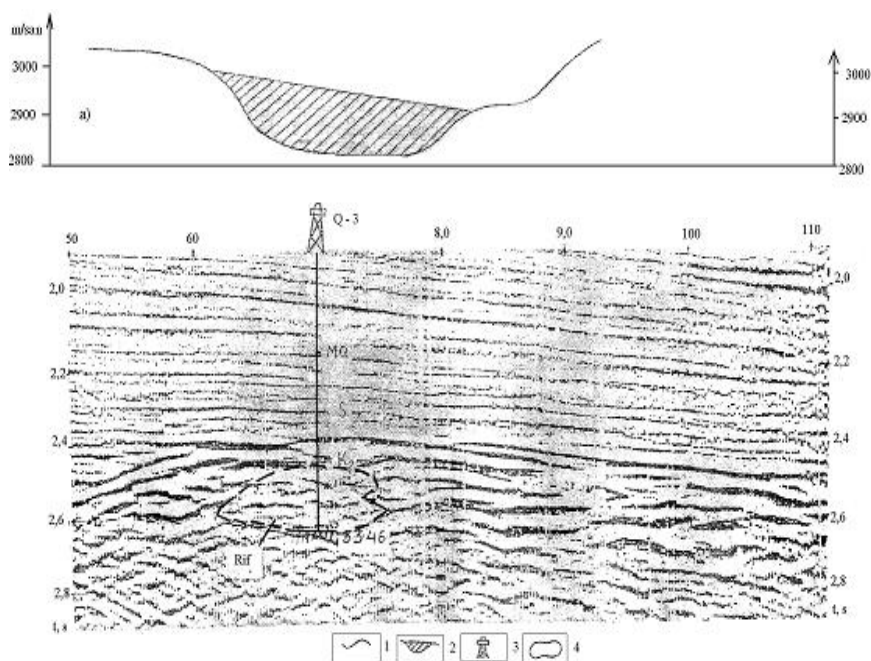


Рис. 1. Аномалия интервальной скорости продольных волн (а) и выделение рифа Джарли на временном разрезе (б).

- 1 – латеральное изменение интервальной скорости по профилю;
- 2 – аномалия интервальной скорости;
- 3 – скважина, проходящая через риф;
- 4 – контур рифа на волновом поле отраженных

Анализом установлено, что рифы в карбонатно-известняковых толщах характеризуются аномальным уменьшением скорости (150-200 м/с) распространения волн и перепадом амплитуды (в 6 раз) сейсмических волн, аномально высоким электрическим полем, низкими гамма-нейтронными полями. Рифам свойственна низкая пористость и плотность по сравнению с окружающими породами.

Наиболее четкие данные получены о коралловом рифовом сооружении, вскрытом в нижнемеловых-верхнеюрских отложениях в разрезе сверхглубокой скважины СГ-1. Это рифовое сооружение, как и вышеописанный Джарлинский риф, очень подробно изучено. В геологическом разрезе внутри карбонатных отложений (98%) в виде колониальных массивов встречены рифообразующие кораллы (*Hexahelicoenia*, *Vikroselena*, *Foliosa*, *Ron* и др.). Известняки, мощностью 710 м в интервале 2830-3540м состоят из коралловых рифовых построек насыщенных брекчией. Фауна и литологический состав рифовой постройки очень подробно изучены [3, 7]. В разрезе скв. на глубине 2708м встречены признаки нефти, а на глубине 3250м концентрации углеводородов доходит $929 \cdot 10^{-4}\%$.

Наиболее влияние рифовые постройки оказывают на сейсмическое и гравитационное поле. В Саатлинском районе внутри рифовой постройки, мощностью 320м, скорость сейсмической волны 3190 м/с, а вне рифа составляет 3316 м/с. Рифовая постройка на временных разрезах мгновенной амплитуды, фазы и частоты резко выделяются. В интервале временного разреза, содержащего риф

также наблюдается изменение формы записи, уменьшение амплитуды, частоты. Нарушение слоистости внутри рифа затрудняет прослеживание фаз волн. В области рифа поглощение энергии сейсмических волн несколько завышено и составляет $0,9 \cdot 10^{-3}$ 1/м, относительное уменьшение амплитуды записи в 6-8 раз, плотность $2,56 \text{ г/см}^3$, а пористость до 32%, удельное электрическое сопротивление $\rho=20-450 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, нейтрон-гамма 32 мк.ре/час. По данным проведенных гравиметрических работ на фоне гравитационного максимума выделяется относительный минимум с интенсивностью 0,02-0,050 мГал, связанный с рифом. Таким образом, с уверенностью можно сказать, что выделенные аномальные явления на геофизическом поле создаются рифовыми постройками, сосредоточенными в известняках верхне-юрских отложений.

Керновые образцы кораллового рифа СГ-1 изучены также в лабораторных условиях в институте физики Земли РФ [5]. Керны, взятые из этих сооружений ($H=3200 \text{ м}$), изучены ультразвуковым методом при квазигидростатическом давлении 23Па известной методикой Воларовича М.П. (1974). Проведенный опыт показывает, что при начальной области давления ($0 \div 1 \text{ ГПа}$) скорость волны мало изменяется. Нарушение сплошности среды и понижения скорости упругой волны происходит в области давления 1,0 ГПа. Понижение скорости продолжается и при росте давления до 1,7 ГПа и составляет 25-30% (рис. 2). Нужно отметить, что в породах других типов, взятых из той же скважины на глубине $H=5600\text{м}$, таких резких изменений не наблюдается. Таким образом, нет сомнения, что в рифовых отложениях наблюдается понижение скорости и повышение поглощения энергии упругих волн так как при больших давлениях коралловый риф переходит в состояние полиморф [5].

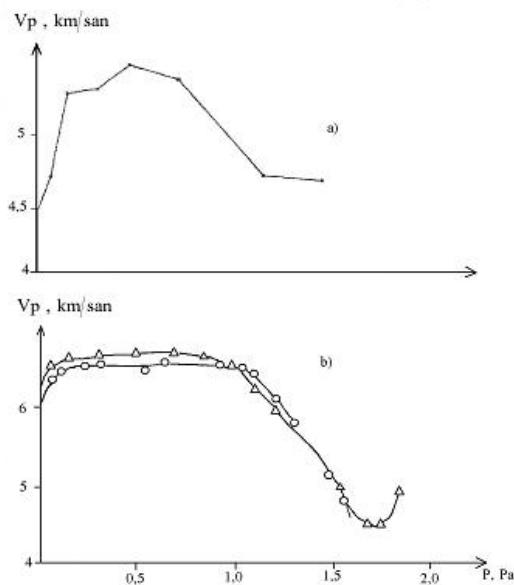


Рис. 2. Уменьшение скорости продольных волн с ростом давления для керновых образцов Джарли (а) [8], Саатлы (б) [5].

В этом аспекте большой интерес представляют исследования флюидонасыщенных карбонатных пород мелового возраста, взятых из другого региона на месторождениях Сели и Гаша (Дагестан) [6]. На месторождении Сели изучены образцы, взятые из глубин 1803-1818м (скв.5). Они содержат карбонатные (19%) породы с плотностью 2,45 г/см³. На месторождении Гаша образцы из глубин 2806-2811м содержат большое количество органогенного детрита, карбонатность их составляет 47%, а плотность 2,62 г/см³. Изучая теплопроводимость, авторы сделали вывод о том, что в интервале температур 360-390 К происходят полиморфные превращения и аномальное снижение скорости сейсмических волн [6]. Аналогичные полиморфные изменения наблюдаются и в других регионах, например, в золенгофеновских известняках (Ahrens st. ал, 1963) и др. Из исследованных карбонатных образцов многие соответствуют рифогенным сооружениям (Сорсор, Джарли, Мил, Саатлы и др.), в которых выделены вышеуказанные аномалии. Таким образом, нижнемеловые и верхнеюрские отложения на исследуемых площадях находятся в сложнапряженном состоянии. В этих породах с увеличением давления происходит снижение скорости распространения волн. Этот процесс авторы [1, 5, 6] связывают с полиморфным превращением, разуплотнением горных пород, образованием микроразрывов в условиях закрытой системы.

С увеличением давления сначала вещество уплотняется, а далее наблюдается полиморфный переход, сопровождающийся уменьшением скорости прохождения волн. Все это происходит в определенном интервале давления и теплопроводности и, в основном, в карбонатных породах рифогенного происхождения. Авторы предлагают использовать этот феномен для изучения процесса, происходящего в очаге землетрясений, а также для объяснения природы волновода в земной коре (Ефимова, 1981). Этот феномен может иметь большое практическое значение и при подземных захоронениях вредных и ядовитых, химических и радиоактивных отходов (Ахмедов А.К., 1994, Ефимова Г.Г., 2001). Факт резкого уменьшения скорости с ростом давления (напряжения), по нашему мнению, можно наблюдать используя стационарные и режимные наблюдения в рифовых сооружениях в естественном их залегании. Факт начала уменьшения скорости продольных волн, возможно, связана с подготовкой землетрясения, а минимум с их возникновением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедов А.К., Мамедов И.И., Мамедов М.Г. Геолого-геофизическая характеристика погребенного рифового сооружения Джарли. Журнал Физика, Математика, Науки о земле. Изд. «Знание», №4, 2001, на азерб. языке, с.54-58.
2. Ахмедов А.К. О роли геологических сооружений в решении экологических проблем. Материалы научно-практической конференции по экологическим проблемам Азербайджана. III выпуск, 28-29 июня 1994 года, г.Баку, с.16-17.
3. Бабаев Р.Г., Мустафаев С.С. и др. Некоторые вопросы стратиграфии верхней юры и нижнего мела и условиях образования рифовых известняков на северном склоне юго-восточного окончания Большого Кавказа. Изд. АН Азерб.ССР, серия науки о земле, №4, 1974, с. 14-21.
4. Волорovich М.П. Физико-механические свойства горных пород и минералов при высоких давлениях и температурах. М. Наука, 1974, 222 с.

5. Ефимова Г.А. Упругое поведение кварцита при высоких давлениях. Физика земли. №1, 2001, М. Наука МАИК, наука/интерпериодика, с 21-25.
6. Курбанов А.А. Полиморфные превращения и аномальные явления теплопроводности в некоторых флюидонасыщенных карбонатных породах. Физика Земли. №8, 2002, с. 89-96.
7. Саатлинская сверхглубокая СГ-1. Изд-во "Nafta-Press", Баку, 200, с. 287.
8. Салехли Т.М. Авчян Г.М. Упругие свойства вулканогенно-осадочных и карбонатных пород в различных термодинамических условиях. / Азербайджанское нефтяное хозяйство – 1977 -№1 -9-15.

ÇÖKMƏ ƏHƏNGDAŞI SÜXURLARINDA ELASTİK XÜSUSİYYƏTLƏRİN ANOMAL DƏYİŞMƏSİ

A.Q.ƏHMƏDOV, T.M.MUSAZADƏ, H.Ö.VƏLİYEV

XÜLASƏ

Çökmə, maqmatik və metomorfik süxurlarda elastiklik xüsusiyyətləri çoxsaylı geofiziki tədqiqatlar vasitəsilə təbii və laboratoriya şəraitində öyrənilmişdir. Nəticədə müəyyən edilmişdi ki, təzyiq artdıqca, süxurlarda elastiki dalğaların yayılma sürəti də artır. Müxtəlif litoloji tərkibli və sıxlıqlı süxurlar elastiki xüsusiyyətlərinin artma dərəcəsinə görə bir-birindən fərqlənirlər. Lakin son illərdə bu qanunauyğunluğun pozulması ondan ibarətdir ki, müəyyən təzyiq intervalında, təzyiqin artması ilə seysmik dalğaların yayılma sürəti çoxalmır, əksinə azalır. Bu hadisə Aşağı Kür çökəkliyində Carlı, Sorsor, Mil sahələrində və Saatlı -1 dərin quyunun rif qurumlarında qeyd edilmişdir.

Laboratoriya şəraitində təzyiqin kernlərdə artması ilə sürətin azalması daha kəskin müşahidə olunmuşdur. Lakin onun təbii yatım şəraitində daha zəif olması (100-200 m/san) müəyyən edilmişdir.

Rif qurumlarında seysmik dalğaların yayılma sürətinin kəskin azalmasının gərginliyin artmasından asılılığını təbii yatım şəraitində rejimli müşahidə sistemi ilə öyrənilməsi təklif olunur.

ABNORMAL ALTERATIONS OF ELASTICITY PROPERTIES IN CARBONATE-SEDIMENTARY ROCKS

A.G.AHMEDOV, T.M.MUSA-ZADE, H.O.VELIYEV

SUMMARY

It is determined that with increase of pressure and tens condition of rock expansion velocity of elasticity waves accordingly is increased. However for the past years it is appeared some works reflected faults above- indicate regularities. In super-deep seatly well and wells of Sorsor, Jarly areas are discovered reef deposits. Investigation of this rocks with seismic survey technique and core material in laboratory conditions is affirmed above- indicate regularities. Sharp decrease facts of wave velocity with increase of pressure may be used in stationary-regime observations.