

УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОМАНГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ ЗАПАДНО-АВСТРАЛИЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Розглянуто властивості формування залізомарганцевих конкрецій на основі аналізу питомого опору зразків гірничих порід. Рассмотрены особенности формирования железомарганцевых конкреций на основе анализа удельного электрического сопротивления образцов горных пород

The features of the formation iron-manganese concretions on the base of analysis of electrical resistivity of the samples of rocks are considered.

Возникновение проблемы разведки и добычи железомарганцевых конкреций глубоководных частей Мирового океана, вызвало интерес специалистов к изучению геологических условий их залегания, инженерно-геологическим, физическим, технологическим и другим свойствам этих стяжений. Одним из таких свойств является удельное электрическое сопротивление железомарганцевых образований.

Для определения удельного электрического сопротивления использовались образцы конкреций и пеллагических илов поднятых в 1-ом рейсе НИС «Антарес» Одесского госуниверситета. Опыты с конкрециями выполнялись на борту и в береговой лаборатории, причем железомарганцевые образования хранились в одинаковых условиях и находились в воздушно-сухом состоянии. В судовой лаборатории электрическое сопротивление измерялось четырехэлектродной зондовой установкой, собранной по стандартной схеме [2] с использованием точечных электродов. В стационарной лаборатории определение удельного электрического сопротивления в конкрециях проводилось с использованием цифрового мультиметра Г-4800. Из стяжений выпиливались кубики размером 4×4×4см, при этом неточность граней составляла 1-2мм. На противоположные грани образца через прокладки, пропитанные раствором медного

Науковий вісник НГАУ. 2001, № 5

купороса с желатином, накладывались латунные электроды. Такой прием обеспечивал надежный контакт и исключал эффект поляризации. На кубиках из конкреций электросопротивления измерялось в трех взаимноперпендикулярных направлениях на каждом образце.

Переходное сопротивление от образца к электродам (R_s) измерялось периодически путем последовательного наложения электродов на прокладки без образца. Величина сопротивления изменялась в пределах 10-15ом. Удельное электрическое сопротивление образца вычислялось по формуле [3]:

$$\rho = R_{\text{об}} \times F/L = (R - R_s) F/L \text{ [ом}\cdot\text{м]},$$

где: F – сечение образца в квадратных метрах; L – длина образца в метрах; R – общее измеренное сопротивление образца с электродами и прокладками; R_s – измеренное сопротивление прокладок без образца

Максимальная погрешность определения сопротивления не превышала 10%. Для изготовления кубиков были отобраны конкреции практически с одного участка дна, расположенного на плато хребта Инвестигейтор в Западно-Австралийской котловине Индийского океана с координатами центра микрополигона 98°55'в.д. и 15°ю.ш.; одного размерного класса (40-60мм), правильной шарообразной

чення коефіцієнтів затухання та швидкостей розповсюдження хвиль в середовищах над та під границею:

$$\alpha_1 = \frac{1}{\Delta l} \cdot \ln \frac{A_{1,1}}{A_{1,2}}, \alpha_2 = \frac{1}{\Delta l} \cdot \ln \frac{A_{3,1}}{A_{3,2}}, \quad (1)$$

$$V_1 = \frac{\Delta l}{t_{1,2} - t_{1,1}}, V_2 = \frac{\Delta l}{t_{3,2} - t_{3,1}}, \quad (2)$$

де $A_{1,1}$ та $A_{3,1}$ - амплітуди сигналів випромінювача, $A_{1,2}$ та $A_{3,2}$ - амплітуди сигналів, зареєстрованих приймачем, $t_{1,1}$ та $t_{3,1}$ - часи приходу хвилі до першого приймача, $t_{1,2}$ та $t_{3,2}$ - часи приходу хвилі до другого приймача відповідно при першому та третьому положенні зонда відносно границі (рисунок а, в), Δl - довжина зонда.

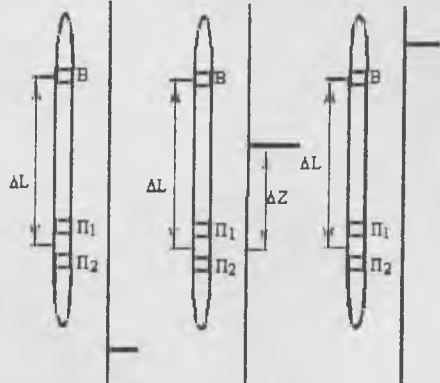


Рис. Варіанти розташування вимірального зонда в свердловині відносно положення границі

При розташуванні зонда, при якому випромінювач та приймач знаходяться по різні боки від границі (рисунок б), амплітуда зареєстрованого сигналу буде визначатися за формулою $A_{2,2} = A_{2,1} \cdot k \cdot e^{-\alpha_1(\Delta l - \Delta z)} \cdot e^{-\alpha_2 \Delta z}$, (3)

де $A_{2,1}$ - амплітуда сигналу випромінювача, k - коефіцієнт проходження хвилі через границю, Δz - відстань від точки запису до границі.

З формули (3) визначається коефіцієнт проходження хвилі через границю за формулою

$$k = \frac{A_{2,2}}{A_{2,1} \cdot e^{(-\alpha_1(\Delta l - \Delta z) - \alpha_2 \Delta z)}} \quad (4)$$

Як відомо

$$k = \frac{2V_2 \rho_2}{V_2 \rho_2 + V_1 \rho_1}, \quad (5)$$

звідки неважко записати формулу для визначення густини

$$\rho_2 = \frac{kV_1 \rho_1}{V_2(2-k)}. \quad (6)$$

Маємо рекурентну формулу для обчислення густини наступного шару (ρ_2) за густиною попереднього шару (ρ_1), швидкостями розповсюдження хвиль в обох шарах (V_1 та V_2) та коефіцієнтом проходження хвилі через границю (k). Значення ρ_1 можна використати з досліджень керну або задаючись значенням для опорного (маркуючого) горизонту.

За формулами (1) і (2) визначаються значення V_p та V_s , які за розрахованими значеннями ρ можна перевести в пружні модулі середовища. Зв'язок між швидкостями розповсюдження хвиль та пружними модулями Ламе дають формули

$$V_p = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}} \quad \text{та} \quad V_s = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}}. \quad (7)$$

Отже

$$\mu = \frac{V_s^2}{\rho}, \quad \lambda = V_p^2 \rho - 2 \frac{V_s^2}{\rho}. \quad (8)$$

Таким чином, комплексна обробка даних хвильового поля АКШ дає можливість визначити сім незалежних параметрів - швидкості та коефіцієнти затухання повздовжніх і поперечних хвиль, густина та пружні модулі Ламе, з яких останні три є безпосередньо параметрами гірської породи. Такий набір параметрів в сукупності з даними стандартного каротажу дозволяє здійснювати достовірний прогноз літології, пористості та флюїдонасичення гірських порід.

Рекомендовано до публікації д.г.н. Р.П.Денисюком 02.02.2001 р.

УДК: 550.837

В.В. Никілін, Н.А. Фелорончук, О.А. Климентьева

УДЕЛЬНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ КОНКРЕЦИЙ ЗАПАДНО-АВСТРАЛИЙСКОЙ КОТЛОВИНЫ ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Розглянуто властивості формування залізомарганцевих конкрецій на основі аналізу питомого опору зразків гірничих порід. Рассмотрены особенности формирования железомарганцевых конкреций на основе анализа удельного электрического сопротивления образцов горных пород

The features of the formation iron-manganese concretions on the base of analysis of electrical resistivity of the samples of rocks are considered.

Возникновение проблемы разведки и добычи железомарганцевых конкреций глубоководных частей Мирового океана, вызвало интерес специалистов к изучению геологических условий их залегания, инженерно-геологическим, физическим, технологическим и другим свойствам этих стяжений. Одним из таких свойств является удельное электрическое сопротивление железомарганцевых образований.

Для определения удельного электрического сопротивления использовались образцы конкреций и пелагических илов поднятых в 1-ом рейсе НИС «Антарес» Одесского госуниверситета. Опыты с конкрециями выполнялись на борту и в береговой лаборатории, причем железомарганцевые образования хранились в одинаковых условиях и находились в воздушно-сухом состоянии. В судовой лаборатории электрическое сопротивление измерялось четырехэлектродной зондовой установкой, собранной по стандартной схеме [2] с использованием точечных электродов. В стационарной лаборатории определение удельного электрического сопротивления в конкрециях проводилось с использованием цифрового мультиметра Г-4800. Из стяжений выпиливались кубики размером 4×4×4см, при этом непараллельность граней составляла 1-2мм. На противоположные грани образца через прокладки, пропитанные раствором медного

купороса с желатином, накладывались латунные электроды. Такой прием обеспечивал надежный контакт и исключал эффект поляризации. На кубиках из конкреций электросопротивление измерялось в трех взаимноперпендикулярных направлениях на каждом образце.

Переходное сопротивление от образца к электродам (R_s) измерялось периодически путем последовательного наложения электродов на прокладки без образца. Величина сопротивления изменялась в пределах 10-15ом. Удельное электрическое сопротивление образца вычислялось по формуле [3]: $\rho = R_{\text{ср}} \times F/L = (R - R_s) F/L$ [ом·м], где F - сечение образца в квадратных метрах; L - длина образца в метрах; R - общее измеренное сопротивление образца с электродами и прокладками; R_s - измеренное сопротивление прокладок без образца

Максимальная погрешность определения сопротивления не превышала 10%. Для изготовления кубиков были отобраны конкреции практически с одного участка дна, расположенного на плато хребта Инвестигейтор в Западно-Австралийской котловине Индийского океана с координатами центра микрополигона 98°55"в.д. и 15°ю.ш.; одного размерного класса (40-60мм), правильной шарообразной

формы, с полностью металлизированными ядрами, с одинаковым типом поверхности (гладкие) и концентрически слоистым строением. Расчетные данные по удельному электрическому сопротивлению по трем взаимноперпендикулярным направлениям в конкрециях показаны в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Уд.сопр. (ρ_1), (Ом*м)	Уд.сопр. (ρ_2), (Ом*м)	Уд.сопр. (ρ_3), (Ом*м)	Кэф. аниз., $\lambda = \sqrt{\rho_2/\rho_1}$
1	124	88	72	1,31
2	204	168	164	1,11
3	200	180	144	1,18
4	160	140	104	1,24
5	148	92	80	1,36
6	160	152	152	1,02
7	128	124	112	1,07
8	148	136	100	1,22
9	252	132	128	1,40
10	96	72	60	1,26
11	56	28	24	1,53
12	52	48	36	1,20
13	72	60	48	1,22
14	52	40	40	1,14
15	72	40	32	1,50
16	28	24	24	1,08
17	40	32	28	1,19
18	40	36	28	1,19
19	72	52	40	1,34
20	84	44	28	1,73
21	84	48	40	1,45
22	36	32	32	1,06
23	48	48	32	1,22
24	24	20	16	1,22
25	24	12	8	1,73
26	44	32	32	1,17
27	40	32	28	1,19
28	24	24	20	1,09
29	40	28	24	1,29
30	40	36	28	1,19
31	24	20	20	1,09
32	36	32	24	1,22
33	44	32	28	1,25
34	20	20	8	1,58
35	36	28	24	1,22
36	28	24	20	1,18
37	44	40	28	1,25
38	36	28	16	1,50
39	24	16	16	1,22
40	20	20	16	1,12
41	24	20	16	1,22

Обычно считается [5], что недеформированные осадки и осадочные породы обладают поперечной анизотропией (гексагональная симметрия). Существует также анизотропия осадочных пород, связанная не только с гравитационными силами, а с магнитным полем, приводящим к направленному движению частиц на стадии диагенетических преобразо-

ваний [1]. Для слоистых осадочных пород наблюдается анизотропия электрического сопротивления [4].

Сопротивление ρ_1 пород вкрест напластования всегда больше сопротивления ρ_2 по напластованию. Коэффициент анизотропии электрического сопротивления равен: $\lambda_p = \sqrt{\rho_1/\rho_2}$. Приняв, по аналогии с осадочными породами, наибольшее из трех значений удельного сопротивления за поперечное (ρ_1), а наименьшее – за продольное (ρ_1), был рассчитан коэффициент анизотропии для железомарганцевых конкреций (табл.1). Анализ полученных данных позволил разделить исследуемые стяжения на три типа.

Первый тип – конкреции, у которых ρ остается почти неизменным по всем трем направлениям. Это образцы №6,7,16,22,24,28,31,36,40,41; они составляют 24,4% объема выборки.

Второй тип – это конкреции, у которых очень близки значения ρ по двум направлениям: а) близкие значения ρ_2 и ρ_3 (43,9%), б) близкие значения ρ_1 и ρ_2 (24,4%).

Третий тип – это конкреции, у которых нет близких значений ρ ни по одному из трех направлений (7,3%, образцы 13, 20, 38).

Рассматривая выше приведенные результаты как эмпирический фактический материал, достаточно обоснованно можно высказать предположение о том, что для конкреций 1 типа конкрециеобразующая среда была однородной, либо закономерно равномерно изменялась по всем направлениям за время образования. Это процесс можно представить как периодические вращения конкреций (их скатывание по склону при неотектонических движениях). Для конкреций 2-го типа среда их образования носила ориентированный в пространстве характер типа «верх-низ», а эффект анизотропии достигается за счет гравитационного перераспределения вещества. Конкреции 3-го типа занимают, скорее всего, промежуточное положение.

Таким образом, результаты данных исследований можно использовать при геофизических методах разведки месторождений железо-марганцевых конкреций.

Список литературы.

1. Авчян Г.М., Маркосян Г.Г., Отанесян С.Р. Роль магнитного поля при осаждении частиц // Доклады АН Армянской ССР, Т.87, № 2, 1988. – С.79-84.
2. Дахнов В.Н. Геофизические методы исследования скважин. – М.: Гостехиздат, 1966. – 223 с.
3. Нерпин С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы. –М.: Наука, 1967. – 113 с.
4. Физические свойства горных пород и руд. – М.: Наука, 1984. – 468 с.
5. Bachman R.T. Elastic Anisotropy in Marine Sedimentary Rocks // Journal of Geophysical Research, v.88, N 131, 1983. – p. 539-545.

Рекомендовано до публикации д.г.н. Р.П. Денисюком 19.01.2001 р.

УДК:550.83

С.А.Онищенко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ВЧР.

Описана можливість застосування в сейсморозвідці статистичного динамічного аналізу для вивчення параметрів верхньої частини розрізу в районах зі складною геологічною будовою.

Описана возможность применения в сейсморазведке статистического динамического анализа для исследования параметров верхней части разреза в районах со сложным геологическим строением.

The possibility for study of the weathering property in seismic explorations by statistic-dynamical analysis was describe.

Изменчивость верхней части разреза (под ВЧР на современном этапе сейсморазведочных исследований необходимо понимать самый первый от дневной поверхности слой геологического разреза с наибольшими вариациями физических свойств горных пород) является главным фактором, влияющим на динамические и структурные характеристики зарегистрированного поля отраженных волн. Искажающее влияние ВЧР проявляется в флуктуациях интенсивности суммарного сигнала и времен прихода отражений, в результате чего на временных разрезах возникают дополнительные ложные амплитудные и структурные аномалии [1]. Традиционно сейсморазведчики

пытаются устранить эти два типа искажений сейсмической записи независимо, с привлечением результатов дополнительных исследований, полученных как в процессе обработки зарегистрированных данных, так и путем постановки дополнительных специальных полевых работ.

Существующие в сейсморазведке методики и алгоритмы учета негативного влияния неоднородного строения ВЧР имеют ряд ограничений по применению и требуют выполнения некоторых условий. Основным недостатком подавляющего большинства этих методик является то, что они основываются на принципах и законах геометрической сейсмологии и требуют, Науковий вісник НГАУ, 2001, № 5

формы, с полностью металлизированными ядрами, с одинаковым типом поверхности (гладкие) и концентрически слоистым строением. Расчетные данные по удельному электрическому сопротивлению по трем взаимноперпендикулярным направлениям в конкрециях показаны в табл. 1.

Таблица 1

№ п/п	Уд.сопр. (ρ_1), (Ом*м)	Уд.сопр. (ρ_2), (Ом*м)	Уд.сопр. (ρ_3), (Ом*м)	Кэф. аниз., $\lambda = \sqrt{\rho_2/\rho_1}$
1	124	88	72	1,31
2	204	168	164	1,11
3	200	180	144	1,18
4	160	140	104	1,24
5	148	92	80	1,36
6	160	152	152	1,02
7	128	124	112	1,07
8	148	136	100	1,22
9	252	132	128	1,40
10	96	72	60	1,26
11	56	28	24	1,53
12	52	48	36	1,20
13	72	60	48	1,22
14	52	40	40	1,14
15	72	40	32	1,50
16	28	24	24	1,08
17	40	32	28	1,19
18	40	36	28	1,19
19	72	52	40	1,34
20	84	44	28	1,73
21	84	48	40	1,45
22	36	32	32	1,06
23	48	48	32	1,22
24	24	20	16	1,22
25	24	12	8	1,73
26	44	32	32	1,17
27	40	32	28	1,19
28	24	24	20	1,09
29	40	28	24	1,29
30	40	36	28	1,19
31	24	20	20	1,09
32	36	32	24	1,22
33	44	32	28	1,25
34	20	20	8	1,58
35	36	28	24	1,22
36	28	24	20	1,18
37	44	40	28	1,25
38	36	28	16	1,50
39	24	16	16	1,22
40	20	20	16	1,12
41	24	20	16	1,22

Обычно считается [5], что недеформированные осадки и осадочные породы обладают поперечной анизотропией (гексагональная симметрия). Существует также анизотропия осадочных пород, связанная не только с гравитационными силами, а с магнитным полем, приводящим к направленному движению частиц на стадии диагенетических преобразо-

ваний [1]. Для слоистых осадочных пород наблюдается анизотропия электрического сопротивления [4].

Сопротивление ρ_1 пород вкрест напластования всегда больше сопротивления ρ_2 по напластованию. Коэффициент анизотропии электрического сопротивления равен: $\lambda_p = \sqrt{\rho_1/\rho_2}$. Приняв, по аналогии с осадочными породами, наибольшее из трех значений удельного сопротивления за поперечное (ρ_1), а наименьшее – за продольное (ρ_3), был рассчитан коэффициент анизотропии для железомарганцевых конкреций (табл.1). Анализ полученных данных позволил разделить исследуемые стяжения на три типа.

Первый тип – конкреции, у которых ρ остается почти неизменным по всем трем направлениям. Это образцы №6,7,16,22,24,28,31,36,40,41; они составляют 24,4% объема выборки.

Второй тип – это конкреции, у которых очень близки значения ρ по двум направлениям: а) близкие значения ρ_2 и ρ_3 (43,9%), б) близкие значения ρ_1 и ρ_2 (24,4%).

Третий тип – это конкреции, у которых нет близких значений ρ ни по одному из трех направлений (7,3%, образцы 13, 20, 38).

Рассматривая выше приведенные результаты как эмпирический фактический материал, достаточно обоснованно можно высказать предположение о том, что для конкреций 1 типа конкрециеобразующая среда была однородной, либо закономерно равномерно изменялась по всем направлениям за время образования. Это процесс можно представить как периодические вращения конкреций (их скатывание по склону при неотектонических движениях). Для конкреций 2-го типа среда их образования носила ориентированный в пространстве характер типа «верх-низ», а эффект анизотропии достигается за счет гравитационного перераспределения вещества. Конкреции 3-го типа занимают, скорее всего, промежуточное положение.

Таким образом, результаты данных исследований можно использовать при геофизических методах разведки месторождений железо-марганцевых конкреций.

Список литературы.

1. Авчян Г.М., Маркосян Г.Г., Оганесян С.Р. Роль магнитного поля при осаждении частиц // Доклады АН Армянской ССР, Т.87, № 2, 1988. – С.79-84.
2. Дахнов В.Н. Геофизические методы исследования скважин. – М.: Гостехиздат, 1966. – 223 с.
3. Нерпия С.В., Чудновский А.Ф. Физика почвы. –М.: Наука, 1967. – 113 с.
4. Физические свойства горных пород и руд. – М.: Наука, 1984. – 468 с.
5. Bachman R.T. Elastic Anisotropy in Marine Sedimentary Rocks // Journal of Geophysical Research, v.88, N 131, 1983. – p. 539-545.

Рекомендовано до публикации д.г.н. Р.П. Денисюком 19.01.2001 р.

УДК:550.83

С.А.Онищенко

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОГО ДИНАМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА В ОПРЕДЕЛЕНИИ ПАРАМЕТРОВ ВЧР.

Описана можливість застосування в сейсморозвідці статистичного динамічного аналізу для вивчення параметрів верхньої частини розрізу в районах зі складною геологічною будовою.

Описана возможность применения в сейсморазведке статистического динамического анализа для исследования параметров верхней части разреза в районах со сложным геологическим строением.

The possibility for study of the weathering property in seismic explorations by statistic-dynamical analysis was describe.

Изменчивость верхней части разреза (под ВЧР на современном этапе сейсморазведочных исследований необходимо понимать самый первый от дневной поверхности слой геологического разреза с наибольшими вариациями физических свойств горных пород) является главным фактором, влияющим на динамические и структурные характеристики зарегистрированного поля отраженных волн. Искажающее влияние ВЧР проявляется в флуктуациях интенсивности суммарного сигнала и времен прихода отражений, в результате чего на временных разрезах возникают дополнительные ложные амплитудные и структурные аномалии [1]. Традиционно сейсморазведчики

пытаются устранить эти два типа искажений сейсмической записи независимо, с привлечением результатов дополнительных исследований, полученных как в процессе обработки зарегистрированных данных, так и путем постановки дополнительных специальных полевых работ.

Существующие в сейсморазведке методики и алгоритмы учета негативного влияния неоднородного строения ВЧР имеют ряд ограничений по применению и требуют выполнения некоторых условий. Основным недостатком подавляющего большинства этих методик является то, что они основываются на принципах и законах геометрической сейсмологии и требуют, Науковий вісник НГАУ, 2001, № 5