ГОРНОЕ ДЕЛО И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 537.621.4:550.382.3:551.243.8

МАГНИТНАЯ ВОСПРИИМЧИВОСТЬ В РАЙОНЕ АКТИВНЫХ РАЗЛОМОВ

Берикова Гульчахра Калысовна, *старший преподаватель, ИГД и ГТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Чуй, 164, e-mail: berikovag@mail.ru*
Бакиров Калыс Берикович, *доктор технических наук, профессор, ИГД и ГТ им. академика У.Асаналиева КГТУ им. И.Раззакова, Кыргызстан, 720044, г. Бишкек, пр. Чуй, 164, e-mail: bakirov1953@bk.ru*

Аннотация. В данной статье рассматривается, магнитная восприимчивость горных пород в районе активных разломов, которая является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Исследованиями установлено, что домезозойский фундамент является геологической средой, где зарождаются очаги основной массы землетрясений.

С направлением основных домезозойских геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня согласуется форма и простирание магнитных аномалий и магнитной восприимчивости. В Таласо-Ферганском разломе горные породы имеют высокую магнитную восприимчивость. Породы повышенной плотности имеют широкий диапазон изменения магнитной восприимчивости. Это метаморфические породы нижнего и среднего палеозоя и верхнего протерозоя (кристаллические сланцы, эффузивы среднего состава, диориты); породы высокой плотности имеют широкий диапазон изменений магнитной восприимчивости. К ним относятся в основном породы основного состава (габбро, габбро-нориты) амфиболиты, метадиабазы и ультраосновные породы.

Ордовикский терригенно-осадочный комплекс, состоящий из известняков, сланцев, эффузивов, характеризуется низкими значениями магнитной восприимчивости. На фоне регионального сжатия территории Северного Тянь-Шаня, происходят квазипериодические геофизические процессы, в том числе изменения магнитной восприимчивости. Изучение магнитной восприимчивости является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах.

Ключевые слова: магнитная восприимчивость, магнитная аномалия, интерпретация, разлом, геомагнитное поле, геофизические процессы, сейсмоактивные районы.

MAGNETIC SUSCEPTIBILITY IN THE AREA OF ACTIVE FAULTS

Berikova Gulchakhra Kalysovna*, Senior Lecturer, Institute of Mining and Mining Technology by Academician U. Asanaliev KSTU by I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chui Ave., 164, e-mail: berikovag@mail.ru*
Bakirov Kalys Berikovich*, Doctor of Technical Sciences, Professor Institute of Mining and Mining Technology by Academician U. Asanaliev KSTU by I.Razzakova, Kyrgyzstan, 720044, Bishkek, Chui Ave., 164, e-mail: bakirov1953@bk.ru*

Abstract. In this article is considered, magnetic susceptibility of rock around active breaks which is one of key parameters at interpretation of the geomagnetic field in seismoactive areas. Studies have established that the Domozozoic foundation is a geological environment, where foci of the main mass of earthquakes originate.

With the direction of the main Domozoozoic geological structures of the Kyrgyz Tien Shan, the shape and extent of magnetic anomalies and magnetic susceptibility are consistent. In the Talas-Fergana fault, rocks have a high magnetic susceptibility. The rocks of increased density have a wide range of changes in the magnetic susceptibility. These are metamorphic rocks of the Lower and Middle Paleozoic and Upper Proterozoic (crystalline schists, effusives of medium composition, diorites); The rocks of high density have a wide range of changes in magnetic susceptibility. These include mainly rocks of basic composition (gabbro, gabbro-norites) amphibolites, metadiabases and ultrabasic rocks.

Ordovician terrigenous-sedimentary complex, consisting of limestones, shales, effusives, is characterized by low values of magnetic susceptibility. Against the background of regional compression of the Northern Tien Shan, quasi-periodic geophysical processes occur, including changes in the magnetic susceptibility. The study of magnetic susceptibility is one of the main parameters in the interpretation of the geomagnetic field in seismically active regions.

Keywords: magnetic susceptibility, magnetic anomalies, interpretation, fault, geomagnetic field, geophysical processes, seismically active regions.

В геологическом строении Тянь-Шаня участвуют два крупных мегакомплекса горных пород: консолидированный домезозойский фундамент и мезозойско-кайнозойский покров. Нижний – представлен осадочно-вулканогенными, осадочными, магматическими и метаморфическими горными породами допалеозойского и палеозойского возраста, слагающими хребты и днища впадин, а верхний – сложен морскими и континентальными осадочными толщами мезозоя и кайнозоя, этигеологические образования образуют сейсмоактивный слой верхней части земной коры Тянь-Шаня [1,2,6].

Домезозойский фундамент является геологической средой, где зарождаются очаги основной массы землетрясений, а в верхнем мегакомплексе отражается разрядка тектонических напряжений новейших и современных движений в виде землетрясений (Рис.1).

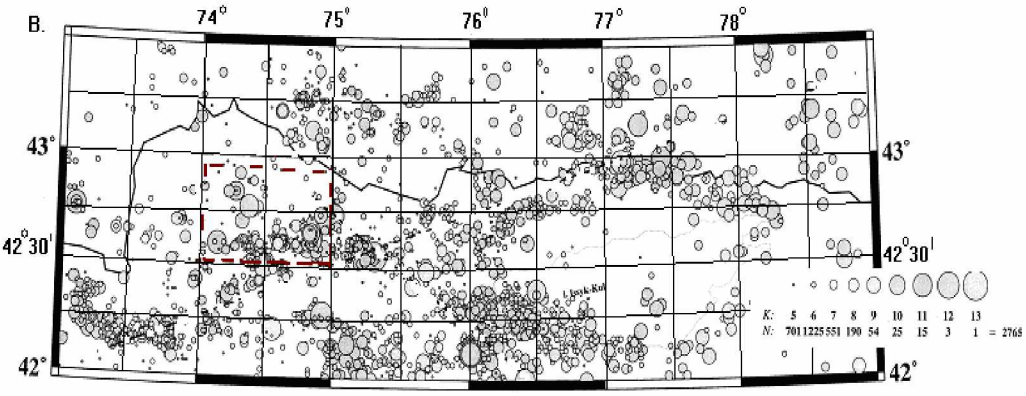

Рис. 1. Карта аномального геомагнитного поля Кыргызского Тянь-Шаня, в координатах $\lambda = 70 - 80^0$в.д. и $\varphi = 39 - 40^0$с.ш. Сплошные изолинии – положительные значения, пунктирные – отрицательные поля Т,мЭ.

С направлением основных домезозойских геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня согласуется форма и простирание магнитных аномалий (северо-восточное, северо-западное и субширотное, реже субмеридиональное). (Рис.2) [1,6].

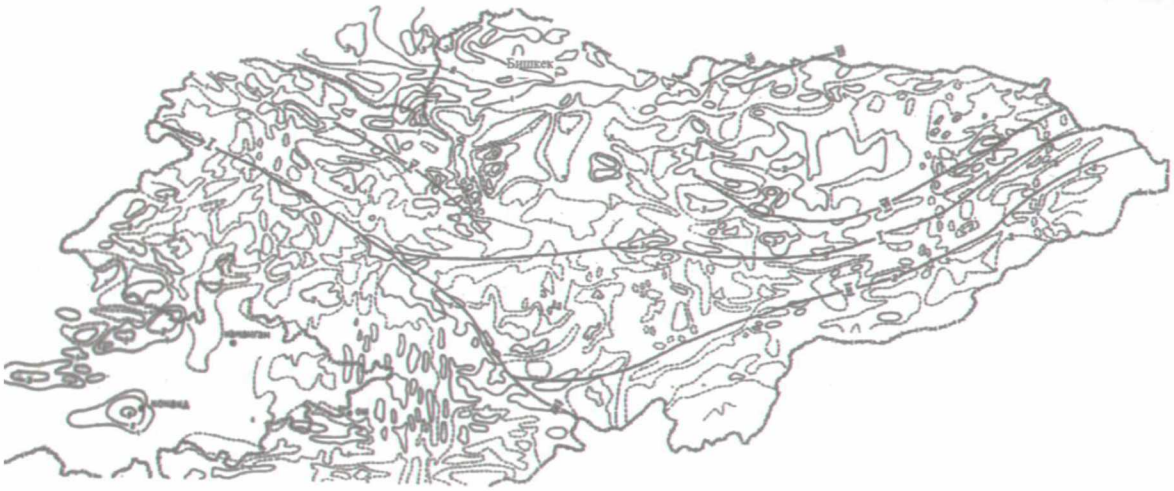

Рис. 2. Карта направлений основных домезозойских геологических структур Кыргызского Тянь-Шаня, форма и простирание магнитных аномалий (северо-восточное, северо-западное и субширотное, реже субмеридиональное).

Муюнкумо-Наратский массив объединяет территорию Заилийского Ала-Тоо, северный склон восточной части Кыргызского хребта, фундаменты Чуйской и Иссыккульской впадин, а также окаймляющие их хребты Кунгей и Терскей Ала-Тоо. Характерной особенностью массива является его многократная и обильная гранитизация, следы которой обнаруживаются в виде мигматитов и гранито-гнейсов среди древнейших толщ, и особенно в виде огромных масс докембрийских и палеозойских интрузивных гранитоидов [6]. «Линия Николаева» представляет собой зону дробления и рассланцевания шириной до 500–100 м, падение плоскости сместителя крутое (70–90°). К ней приурочены трещинные тела гранитоидов и излияния базальтов. По геомагнитным данным разлом выражен в магнитном поле вытянутыми аномалиями низкой и высокой интенсивности (Рис.1). Таласо-Ферганский разлом с северо-запада на юго-восток пересекает складчатые системы Северного, Срединного и Южного Тянь-Шаня и выражен в виде параллельных сближенных зон дробления, шириной от 300 до 1000 м. Глубина заложения структуры не менее 40 км [3,5]. Таласо-Ферганский разлом является крупным сбросо-сдвигом, горные породы имеютвысокую магнитную восприимчивость. Осадочные породы палеозойского возраста являются немагнитными; слабомагнитными являются четвертичные валунно-галечники, магнитная восприимчивость доходит до 250•10^{-5} СИ, метаморфические породы палеозоя и докембрия слабомагнитны магнитная восприимчивость – 9600• 10^{-5} СИ, наименее магнитны эффузивы среднего и основного состава – 5000•10^{-5} СИ. Магнитны серпентиниты – 1500•10^{-5} СИ. Слабомагнитные и наименее плотные породы мезо-кайнозойского возраста у которых плотность меняется от 1,50 до 2,70 кг/м^{3}.

Породы имеющие плотности (2,67 кг/м^{3}) имеют средние значения магнитной восприимчивости. К ним относятся породы осадочного происхождения верхнего и среднего палеозоя, эффузивы кислого состава, интрузии гранодиоритов и гнейсы. Породы повышенной плотности (2,74 кг/м^{3}) имеют широкий диапазон изменения магнитной восприимчивости. Это метаморфические породы нижнего и среднего палеозоя и верхнего протерозоя (кристаллические сланцы, эффузивы среднего состава, диориты); породы высокой плотности (2,80 кг/м^{3}) имеют широкий диапазон изменений магнитной восприимчивости. К ним относятся в основном породы основного состава (габбро, габбро-нориты) амфиболиты, метадиабазы и ультраосновные породы.

По данным многочисленных измерений магнитных свойств пород докембрия Северного Тянь-Шаня установлено, что гнейсы, мраморы, различные кристаллические сланцы, а также амфиболиты имеют $\varkappa$, не превышающую $100*10^{-6}$CGSM. В целом для этих

типов пород характерна весьма низкая магнитная восприимчивость, однако имеются отдельные точки, где $\varkappa$ варьирует в больших пределах. Примером служат гнейсы Актюза (2000*10^{-6}CGSM), кварц-карбонаты Талды-Булака (2000*10^{-6}CGSM) филлиты и сланцы Туюка, Кара-Джилга (250-500*10^{-6}CGSM).

В пределах Кыргызского хребта повышенной магнитностью обладают эффузивы среднего состава и амфиболиты (600-1000*10^{-6}CGSM), сланцы, андезиты и диабазовые порфириты и их производные (1500-5300*10^{-6}CGSM), магнетитовые, гранат-магнетитовые, гранато-пироксеновые, гранато-диоритовые скарны (80000-150000*10^{-6}CGSM), гигантозернистые порфировые сиениты Кочкор-Арзинского рудного поля (1500*10^{-6}CGSM).

Известняки, хлоритовые сланцы, песчаники, полимиктовые гравелиты Таласского хребта являются практически немагнитными. Для них $\varkappa$ варьирует от 0 до 600**10^{-6}CGSM. Породы северной зоны Тянь-Шаня, как правило, имеют очень низкие значения магнитной восприимчивости, однако часто можно встретить зоны с повышенным $\varkappa$. В табл. 1 приводится магнитные характеристики некоторых горных пород.

Таблица №1

Состав и возраст пород	Место исследования	Магнитная восприимчивость, ед. 10^{-6}CGSMmin-max, средняя
1	2	3
Филлитовые слюдистые сланцы P_{t2}	Караджилга	150-550, 350
Амфиболовые сланцыP_{t3}	Актюз	160-850, 550
Порфириты, фельзитыP_{t3}	Актюз	10-400, 205
Известняки, сланцы, песчаники и мраморы $P_t - C_m$	Актюз	8-100, 54
Кремнистые сланцыC_{m1-2}	Боорды	8-40, 24
Песчаники C_{m1}	Арсы	50-1500, 775
Сланцы C_{m1}	Арсы	25-6000, 602
Сланцы О	Кемин	10-1500, 750
Порфириты О	Кемин	40-3000, 1500
Основные и средние эффузивы, туфы O_2	Акташ	2-3000, 1500
Порфириты, их туфыO_3	Акташкоро	0-2000, 1000
Песчаники, сланцы, эффузивы среднего состава	Акташ	8-3000, 667
ПорфиритыD_3	Актюз	4-2000, 1000
Андезитовые порфиритыD_{1-2}	Б. Кемин	75-3000, 1500
Кварцевые порфиритыD_2	Чолпон-Ата	40-800, 420
ИзвестнякиD_{1+2}	Чолпон-Ата	0-20, 10
Конгломераты, доломиты$D_3 - C_1$	Чолпон-Ата	0-50, 25
ИзвестнякиC_2	Восточн. обрамление Иссык-Кульской впадины	0-30, 15
Гравелиты, конгломератыC_{1-3}	Терскей	1-80, 40
Песчаники, туфопесчаникиC_1	Терскей	2-120, 60
ИзвестнякиC_1	Терскей	0-8, 4
МергелиC_1	Терскей	0-30, 15

ПесчаникиC_1	Боорду	0-2000, 1000
ТуфопесчаникиC_1	Шамсы	40-500, 250
Алевролиты, конгломератыC_1	Шамсы	40-500, 250
ГранодиоритыP_t	Шамсы	2000-5000, 3500
Граниты	Актюз	0-350, 150
ДиоритыP_t	Шамси	500-3000, 1700
Диориты C_{m1}	Актюз	20-200, 110
ДиоритыO_3	Барскаун	10-100, 50
Граниты S	Чолпон-Ата	10-1000, 500
Граносиенитыθ_3	Терскей	50-2000, 1500
Серпентиниты O	Иссык-Куль	30-1500, 700
Гранит порфиры C	Терскей	200-1000, 600
МикрогранитC_1	Бурулдай	0-50, 25
Сиенит порфир, граносиенит P	Арсы	30-4000, 2000
Граниты	Орто-Урюкты	6-10, 8
Граниты γS-D_1	Аксуу	30-41, 36
Биотитовый гранитγS-D_1	Кара-Куджур	190-255, 215
Амфиболитовый сланецГS	Сары-Булак	11-36, 20
Очковый биотитовый гнейс	Сары-Булак	2250-2650, 2483
Гнейс	Сары-Булак	1025-1400, 1241
ГранодиоритыГS	Сары-Булак	240-315, 271
ГранодиоритыГS	Чычкан	130-165, 145
Граниты, гранодиориты	Актерек	10-100, 50
Эффузивы	Орто-Токой	62-202, 134
Эффузивы	Орто-Токой	270-510, 356
ГранодиоритыГS	Северный склон Кунгей.	730-690, 731
Граниты	Северный склон Кунгей.	725-395, 618
ПесчаникиD_2^3	Кульджабашат, Тогуз-Торо	7-10, 8
Известняки$C_{1t2} + V$	Угут-Казарман	4-7, 6
Сланцы C_m-O	Перевал Долон	5-10, 7
Песчаник C_m-O	Долон	17-36, 27
Конгломераты, брекчияN_2	Иссык-Куль	0-300, 150
БазальтыPg	Кыргызский хребет	50-1250, 600

В осадочном и метаморфическом комплексах Срединного Тянь-Шаня в целом проявляются весьма низкие. Сюда, как правило, относятся разновозрастные песчаники, известняки, разного рода сланцы, кварц-хлоритовые сланцы и др. Значительная магнитность установлена у габброидов пермокарбонового возраста (до 7300*10^{-6}CGSM).

Вдоль Сонкель-Байдулинской гранитоидной интрузии большим диапазоном магнитной интрузии обладают магнетитосодержащие скарны. Для них $\varkappa$ изменяется от 2000 до 1000000*10^{-6}CGSM. Окварцованные, гранитизированные, либо хлоритизированные габброиды показывают $\varkappa$ в пределаз от 100 до 3000*10^{-6}CGSM. Песчаники, алевролиты, известняки, доломиты, гипсы района являются практически немагнитными, либо слабомагнитными. В районе встречаются различные по своему составу и происхождению узкие полосовые, скарновые поля с магнитной восприимчивостью, изменяющейся от 30000 до 100000*10^{-6}CGSM. Песчаники, известняки, филлитоподобные сланцы, серицитовые сланцы, амфиболиты протерозоя очень слабомагнитны (0-600*10^{-6}CGSM).

Осадочно-метаморфический покровов хребовАкшийряк и Сары-Джаз представлен главным образом отложениями протерозоя, кембрия иордовика. Подавляющая часть

осадочно-метаморфических образований имеет весьма низкую магнитную восприимчивость. Кварцевые песчаники, сланцы, алевролиты и туфопесчаники кембрия показывают $\varkappa$ от 0 до 850*10^{-6}CGSM.

Ордовикский терригенно-осадочный комплекс, состоящий из известняков, сланцев, эффузивов, характеризуется низкими значениями магнитной восприимчивости, для них $\varkappa$ варьирует от 0 до 100*10^{-6}CGSM. Встречаются, однако, отдельные ожелезненные сланцев и эффузивов, которые отличаются сравнительно невысокими значениями $\varkappa$ (2500-7500*10^{-6}CGSM). Для гранитов, гранодиоритов, диоритов, сиенит-диоритов района средневзвешенное значение магнитной восприимчивости составляет 50*10^{-6}CGSM.

В Нарынской впадине на фоне практическинемагнитных известняков и углисто-кремнистых сланцев, выделяются магнитные порфириты, диабазовые порфириты, кислые эффузивы, туфопесчаники, туфоконгломераты. Для них характерны невысокие значения $\varkappa$ от 200 до 5000*10^{-6}CGSM. Однако и эти данные характеризуют лишь отдельные точки региона. Для глины с прослоями песчаников, гравелитов, песчаников Нарынской впадины, также характерны низкие значения $\varkappa$ (20-450* 10^{-6}CGSM). Среди интрузивных пород наиболее высокую магнитную восприимчивость имеют сиенито-диориты, габброидыпермокарбонового возраста (43-3000+500+6500*10^{-6}CGSM); все остальные петрографические разности относятся к слабомагнитным или практически немагнитным.

Чилико-Кеминский, Иссык-Атинский, Чонкурчакский, Таласо-Ферганский, Мадинско-Талдысуйский разломы являются активными. По мнению многих исследователей в настоящее время из-за непрерывного продвижения Индостанской плиты к Евразийской, Тянь-Шань [3,4,5] в целом испытывает напряжение сжатия, что сопровождается общей деформацией земной коры, сокращением ее по площади и интенсивным ростом сейсмической активности. На фоне регионального сжатия территории Северного Тянь-Шаня, происходят квазипериодические геофизические процессы, в том числе изменения магнитной восприимчивости, к отдельным циклам которых приурочены проявления сейсмических событий.

Таким образом, изучение магнитной восприимчивости является одним из основных параметров при интерпретации геомагнитного поля в сейсмоактивных районах. Влияние оказывают ферромагнитныеминералысодержащие в горных породах, магнитная восприимчивость пород которого изменяется в больших пределах, вследствие которого наблюдается повышенные значения интенсивности геомагнитного поля.

Литература:

1.Бакиров, К.Б. Геомагнитные явления и сейсмотектонические процессы Кыргызского Тянь-Шаня. [Текст]/ Бакиров К.Б. − Бишкек: Илим, 2005. - 144 с.

2.Кнауф, В.И. Основные черты тектоники Тянь-Шаня. [Текст]/ В.И.Кнауф, Е.В.Христов // Литосфера Тянь-Шаня. – Москва: Наука, 1986. С. 4 -13.

3.Корженков, А.М. Общие особенности новейших структурных форм Северо-Восточного Тянь-Шаня [Текст]: дисс. канд. геол. - минер. наук./ А.М. Корженков// Институт сейсмологии АН Кирг. ССР. – Фрунзе, 1988. – С.261.

4.Макаров, В.И. Новейшая тектоническая структура Центрального Тянь-Шаня. [Текст]/ В.И. Макаров // Тр. Геол. Ин-та АН СССР. Вып. 307. – Москва: Наука, 1977, – С. 171.

5.Динамика геофизических процессов и прогноз землетрясений на Тянь-Шане. [Текст]/Э.Мамыров, М.В.Кан, А.М.Корженков, В.А.Маханькова, М.Омуралиев, Ю.Г.Тупчий, И.Э.Поволоцкая, К.Б.Бакиров // Ядерная геофизика. Геофизические исследования литосферы. Геотермия / Вторые научные чтения Ю.П. Булашевича 23–27 июня 2003 г. – Екатеринбург, 2003. - С. 65–66.

6.Юдахин, Ф.Н. Геофизические поля, глубинная структура и сейсмичность Тянь-Шаня. [Текст]/ Юдахин Ф.Н. − Фрунзе: Илим, 1983. − С.248.