

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГОРНЫХ ПОРОД ОКРЕСТНОСТЕЙ ГОРОДА СЛЮДЯНКА

Автор: *Бобокалонов Джавлон*, 10 класс, МБОУ СОШ № 50,

г. Слюдянка, Иркутская обл.

Руководитель: *Спец Ирина Анатольевна*

Научный консультант: *Снопков Сергей Викторович*

Южное Прибайкалье известно во всем мире, не только благодаря уникальному озеру Байкал, но и минеральному разнообразию. В геологической литературе, эта территория называется Слюдянским кристаллическим комплексом. Широко известные метасоматические месторождения флогопита, благодаря которым появилось название реки и города – Слюдянка, находятся в составе этого комплекса. На горных породах этого же комплекса построен и город Слюдянка.

Известно, что все горные породы обладают определенными физическими свойствами, которые в свою очередь влияют на физические поля данной территории и определяют её экологическое состояние. Меня заинтересовало какими магнитными и радиоактивными свойствами обладают горные породы на территории города.

Цель исследования: изучить магнитные и радиоактивные свойства горных пород окрестностей города Слюдянки. **Актуальность** данного исследования заключается в том, что изучение физических свойств горных пород позволяет больше узнать о экологическом состоянии территории. Кроме того, знания о физических свойствах горных пород позволяет лучше понять природу физических полей южного Прибайкалья.

Для достижения цели, решался ряд **исследовательских задач**, для которых были выбраны определенные методы исследования:

1) Поиск информации о геологическом строении и горных породах Слюдянского метаморфического комплекса, и составление краткой характеристики основных типов горных пород. Для этого автором была изучена научная литература и интернет-источники.

2) Поиск информации о том, как магнитные и радиоактивные свойства горных пород изучают в геологии. Познакомиться с методикой проведения петромагнитных и радиометрических исследований помогло изучение научной литературы и интернет-источников.

3) Проведение измерения магнитных и радиоактивных свойств горных пород в естественном залегании. Измерения проводились с помощью каппометра КМ-5 и радиометра СРП-88. Координаты точек наблюдения фиксировать с помощью GPS-навигатора. Измерения проводились по обнажениям горных пород на Шаманском мысе, реках Слюдянка и Похабиха.

4) Анализ полученных данных, с целью выявления петромагнитных и радиоактивных групп, проводился с помощью программы MS Excel. Были рассчитаны средние значения физических параметров и были построены зависимости свойств от типа пород.

1. Общие сведения о геологии района

Слюдянский кристаллический комплекс состоит из полихронных (архей-протерозойских) метаморфических пород и подразделяется на несколько групп. Вблизи Слюдянки геологические толщи представлены двумя свитами: култукской и перевальной. [1, 2] Култукская свита преимущественно представлена разнообразными гнейсами, ритмично переслаивающимися мраморами и кристаллосланцами. Метасоматические месторождения флогопита (слюды) находятся в составе Култукской свиты. Породы свиты прорваны многочисленными жилами пегматитов, а контактные зоны (метаморфических пород и внедрившейся магмы) преобразованы за счет гидротермально-метасоматических процессов, которые и сформировали проявления флогопита, байкалита, апатита и др. минералов. В перевальной свите преобладают мраморы в переслаивании с кристаллосланцами, гнейсами с диопсидом, апатитом и волластонитом. К перевальной свите относится мрамор месторождения «Перевал».

Левый обрывистый борт долины реки Слюдянка и левый склон Шаманской гривы (заканчивающейся Шаманским мысом) представляет собой почти сплошную полосу коренных обнажений, где с востока на запад последовательно вскрываются култукская и перевальная свиты, практически вкрест простирания этих пород. Мощность их составляет более 6 км.

Таким образом, эти свиты сложены следующими горными породами: мраморы, биотит-гранатовыми гнейсами, полевошпатовыми гнейсами, амфиболовыми и пироксеновыми кристаллосланцами, пегматитами, и метасоматитами.

2. Физические свойства горных пород

Магнитные свойства горных пород. Одним из свойств вещества является **магнитная восприимчивость** (χ) - безразмерная физическая величина, выражающая отношение между намагниченностью вещества и напряжённостью магнитного поля в этом веществе. χ характеризует способность вещества намагничиваться в магнитном поле. Магнитная восприимчивость большинства горных пород определяется прежде всего присутствием и процентным содержанием ферромагнитных минералов, таких как магнетит, титаномagnetит, пиротин, гематит и др. Даже небольшая примесь ферромагнитных минералов способно значительно изменить магнитные свойства вещества. [5] Измерения магнитной восприимчивости горных пород выполнялось геофизическим прибором - каппометром КМ-5.

Радиоактивные свойства горных пород. Радиоактивностью называют процесс самопроизвольного распада ядер некоторых изотопов с испусканием α , β и γ -излучения и

превращением распадающихся ядер в ядра других элементов. Радиоактивность горных пород обусловлена главным образом присутствием изотопов семейства урана ^{238}U и тория ^{232}Th , а также радиоактивного изотопа ^{40}K . Наиболее высокой проникающей способностью из радиоактивных излучений обладают γ -кванты (электромагнитная волна). Интенсивность γ -излучения (J_γ) зависит от содержания радиоактивных изотопов в горной породе. [4] Измерения J_γ выполнялись с помощью специального прибора – радиометра СРП-88.

Магнитная восприимчивость и гамма-активность горных пород являются параметрами, характеризующими содержание в горных породах специфических минералов: ферромагнитных и радиоактивных. Основной объем горной породы, как правило, состоит из минералов немагнитных и нерадиоактивных, поэтому измерения магнитных и радиоактивных свойств позволяет, в первую очередь, изучать состав примесей в горных породах. [5]

3. Полевые исследования и обработка данных

Во время полевых работ проводились измерения магнитной восприимчивости и гамма-активности горных пород. Измерения проводились геофизическими приборами каппометр КМ-5 и радиометр СРП-88. Измерения выполнялись в естественном залегании по 3 обнажениям левого борта реки Слюдянка и по 3 обнажениям левого склона Шаманской гривы вдоль автомобильной дороги. Значения физических свойств измерялись по нескольким точкам (3-5) для каждого типа пород. Кроме того, отбирались образцы горных пород для каждой разности и проводилось фотографирование разрезов.

Всего были выполнены измерения в 56 точках. Отобрано 12 образцов по 7 типам горных пород, которые были выявлены в обнажениях: мраморы, гнейсы желтоватые, гнейсы серые, гнейсы темнобурые (магнетитовые), темноцветные кристаллосланцы, пегматиты, гидротермально-метасоматические породы. Обработка данных выполнялась с помощью программы MS Excel. По каждой группе (по типу горных пород) были определены минимальные ($X_{\min}$), максимальные ($X_{\max}$) и средние ($X_{\text{ср}}$) значения параметров. Также, было рассчитано стандартное отклонение (S) – показатель разброса значений относительно среднего значения. [3] Затем в каждой группе был проведен расчет коэффициента корреляции (R_{xy}) между значениями магнитной восприимчивости и гамма-активностью. Также были построены зависимости между χ и J_γ для каждой группы и по всем данным вместе. На каждой диаграмме были рассчитаны уравнения тренда. [3]

3. Результаты исследований

В таблице 1 приведены статистические показатели χ (в милл.СИ) и J_γ (в имп./сек.) для каждого типа горных пород.

Таблица 1.

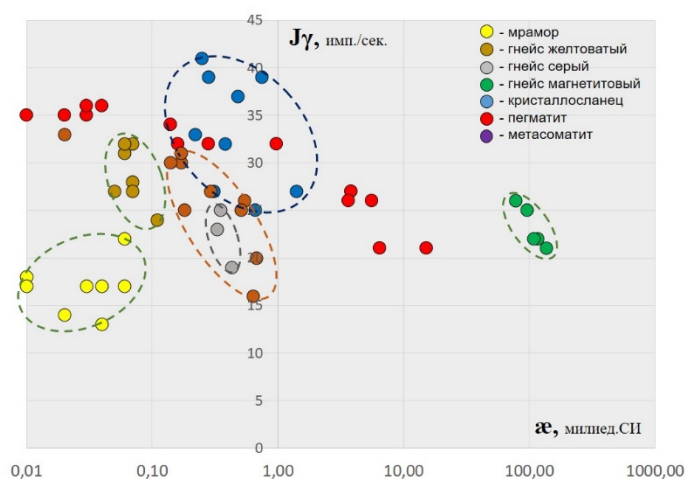
Тип горной породы	Физич. с-во	Миним. значен.	Макс значен.	Средн. значен.	Станд. откл.	Коефф. коррел.	Граничное значение R_{xy} (5%)
Мрамор	α	0	0,06	0,03	0,02	0,32	0,707
	$J\gamma$	13	22	17	2,7		
Гнейс желтоватый	α	0,05	0,11	0,07	0,02	-0,57	0,811
	$J\gamma$	24	32	28	2,9		
Гнейс серый	α	0,33	0,43	0,37	0,05	-0,87	0,997
	$J\gamma$	19	25	22	3		
Гнейс магнетитовый	α	78,3	136	107,2	21,8	-0,95	0,878
	$J\gamma$	21	26	23	2,2		
Кристаллосланец темноцветный	α	0,22	1,4	0,5	0,38	-0,41	0,666
	$J\gamma$	25	41	33	6		
Пегматит	α	0,01	15,2	2,6	4,28	-0,87	0,532
	$J\gamma$	21	36	31	5,36		
Метасоматит	α	0,02	0,68	0,31	0,24	-0,89	0,602
	$J\gamma$	16	33	27	5,16		

Анализ полученных данных позволил выявить следующие закономерности в физических свойствах пород Култукской свиты:

1) Наиболее низкими значениями α и $J\gamma$ обладают мраморы ($X_{cp} = 0,02$ мил.ед.Си и 17 имп./сек., соответственно). Наиболее высокими значениями α обладают магнетитовые гнейсы ($X_{cp} = 107,2$ мил.ед.Си). Наиболее высокие значения $J\gamma$ у темноцветных кристаллосланцев ($X_{cp} = 33$ имп./сек). При этом наибольший разброс по $J\gamma$ получился у кристаллосланцев ($S = 6$ имп./сек.) и у пегматитов ($S = 5,36$ имп./сек.), по α – у магнетитовых гнейсов ($S = 21,8$ мил.ед.СИ) и пегматитов ($S = 4,28$ мил.ед.СИ).

2) При анализе всей совокупности измерений общей (для всех типов горных пород) зависимости значений α и $J\gamma$ не выявлено - R_{xy} составил -0,2, при граничном значении – 0,3). Анализ отдельно для каждой группы дал другие результаты. У мраморов и кристаллосланцев также не выявилось значимой зависимости между значениями α и $J\gamma$ – коэффициенты корреляции составили 0,32 и -0,41, при граничных значениях достоверности существования корреляционной связи на уровне 95% - 0,707 и 0,666, соответственно. Для гнейсов (желтоватых и серых) R_{xy} также оказался значительно ниже граничного значения (Таблица 1), но зависимость, построенная для объединенной группы гнейсов, показала значимую обратную корреляционную связь - $R_{xy} = -0,8$ (при граничном значении – 0,666).

Хорошо выраженная обратная зависимость значений α и $J\gamma$ наблюдается у пегматитов ($R_{xy} = -0,87$, при граничном значении – 0,532), метасоматитов ($R_{xy} = -0,89$, при граничном значении – 0,602) и магнетитовых гнейсов: ($R_{xy} = -0,95$, при граничном значении – 0,878). Это свидетельствует о том, что увеличение магнитных минералов сопровождается уменьшением радиоактивных. Наиболее контрастно эта зависимость проявляется у метасоматитов.



3) Горные породы Култукской свиты обладают различными значениями α и $J\gamma$. На диаграмме видно, что по совокупности магнитных и радиоактивных свойств четко выделяются мраморы и магнетитовые гнейсы. Достаточно контрастными свойствами обладают желтоватые гнейсы, кристаллосланцы и пегматиты.

Наиболее сложно по физическим свойствам выделить серые гнейсы и метасоматиты – их свойства близки и занимают промежуточное положение между кристаллосланцами, пегматитами и желтоватыми гнейсами.

Выводы

В ходе проведенного исследования было установлено:

1) По совокупности свойств большинство типов горных пород уверенно разделяются между собой: мраморы, желтоватые гнейсы, магнетитовые гнейсы, кристаллосланцы, пегматиты. Близкие свойства имеют серые пегматиты и метасоматиты, поэтому их невозможно разделить по физическим свойствам.

2) Для большинства горных пород наблюдается обратная зависимость магнитной восприимчивости и гамма-активности. Для одних пород эта зависимость выявляется однозначно (гнейсы, пегматиты, метасоматиты), для кристаллосланцев – менее выражена. И лишь у мраморов наблюдается слабая прямая зависимость изучаемых физических свойств.

3) По значениям магнитных и радиоактивных свойств, можно сказать, что в пределах города Слюдянки основные типы горных пород имеют низкое содержание радиоактивных и ферромагнитных примесей и не оказывают большого влияния на экологическую обстановку.

Список источников информации

1. Байкал. Геология. Человек. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011, - 239 с. Стр. 71-78.
2. Геологические памятники Байкала. – Новосибирск: ВО «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 160 с. Стр. 47-48.
3. Девис Дж. Статистика и анализ геологических данных. – М.: Мир, 1977. – 572. Стр. 90-95.
4. Радиометрист. Учебник для профессионального обучения рабочих на производстве. – М.: Недра, 1991. – 141 с. Стр. 19-23
5. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых (петрофизика). Справочник геофизика. – М.: Недра, 1984, 455 с.