УДК 550.08.05

РАЗВИТИЕ ПЕТРОМАГНИТНОЙ БАЗЫ ДАННЫХ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

^{1,2}Константинов К.М., ¹Забелин А.В., ²Константинов И.К., ¹Яковлев А.А.,
³Киргуев А.А.

¹Научно-исследовательское геологоразведочное предприятие АК «АЛРОСА» (ОАО), 678174 Республика Саха (Якутия), Мирный, Чернышевское ш., 16, e-mail: KonstantinovKM@alrosa.ru

²Институт земной коры СО РАН, 667033, Иркутск, ул. Лермонтова, 128, e-mail: geologiaforever@mail.ru

³Амакинская ГРЭ АК «АЛРОСА» (ОАО), 678190, Айхал, ул. Первооткрывателей, 1, e-mail: KirguyevAA@alrosa.ru

Решение вопросов физико-геологического моделирования, петромагнитного картирования, геодинамических реконструкций блоков земной коры, составляющих территорию Восточной Сибири, датирования геологических процессов и др. упирается в получение петро- и палеомагнитных характеристик горных пород верхней части разреза. В настоящее время с этой целью получен спектр плотностных и магнитных параметров по более чем 30000 ориентированным образцам, представляющий широкий возрастной интервал (поздний докембрий – мезозой) и типы пород (осадочные, вулканические, метаморфические образования). Оперативное использование этой информации для решения указанных задач невозможно без составления базы данных (БД). Петромагнитный блок интегрирован в БД Научно-исследовательского геологоразведочного предприятия АК «АЛРОСА» (ОАО) на уровне «проба», одного из блоков геологической привязки (геопривязка). Он позволяет извлекать цифровые данные в виде таблиц и проводить их обработку с помощью рекомендуемых компьютерных программ.

Ключевые слова: Восточная Сибирь, петромагнитная база данных, спектр магнитных параметров.

DEVELOPMENT OF THE PETROMAGNETIC DATABASE OF EASTERN SIBERIA

^{1,2}Konstantinov K.M., ¹Zabelin A.Yu., ²Konstantinov K.M., ¹Yakovlev A.A.,
³Kirkoev A.A.

¹*Geological Enterprise of Exploration, Diamond Mining Company ALROSA Co. Ltd, 678174, Mirny, 16 Chernischevskogo Str., e-mail: KonstantinovKM@alrosa.ru*

²*Institute of the Earth Crust, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, 128 Lermontova Str., e-mail: geologiaforever@mail.ru*

³*Amakinskaya expedition, Diamond Mining Company ALROSA Co. Ltd, 678190, Aikhal, 1 Pervootkrivateley Str., e-mail: KirguyevAA@alrosa.ru*

The solution of questions of fiziko-geological modeling, petromagnetic mapping, geodynamic reconstruction of the blocks of crust making the territory of Eastern Siberia, dating of geological processes, etc. rests against receiving petro- and paleomagnetic characteristics of rocks of the top part of a section. Now the wide range of density and magnetic parameters on more than to 30000 focused samples, the representing wide age interval (the late Precambrian – the Mesozoic) and types of breeds (sedimentary, volcanic, metamorphic educations) is for this purpose received. Expeditious use of this information for the solution of the specified tasks is impossible without database compilation (DB). The Petromagnetic block is integrated into a DB of the Research prospecting enterprise Diamond Mining Company ALROSA Co. Ltd at the «Probe», one of blocks of a geological binding (geobinding). He allows to take figures in the form of tables and to carry out their processing by means of the computer programs.

Keywords: Eastern Siberia, petromagnetic database, range of magnetic parameters.

Введение

Изучение магнетизма горных пород представляет огромный научный и практический интерес для решения широкого круга геолого-геофизических задач: физико-геологического моделирования, разработки Петромагнитной легенды и Схемы базитового магматизма Сибирской платформы, палеомагнитного датирования немых геологических процессов (магматизм, метаморфизм, тектоника), геодинамических реконструкций и т. п. [1]. За более чем 30-летний период палеомагнитных исследований горных пород Восточной Сибири (восточнее р. Енисей) собран уникальный материал по более чем 30000 ориентированным образцам из коренных обнажений Сибирской платформы и прилегающих к ней Саяно-Байкальской, Монголо-Охотской и Верхояно-Колымской складчатым областям [2-5]. Блок петромагнитных исследований включает следующий комплекс:

1. Петрофизический метод применяется для изучения современного магнитного состояния горных пород. В нашем случае проводились измерения магнитной восприимчивости χ и векторов I_n , из которых рассчитываются индуктивная $I_i = \chi H$ (где H – вектор напряженности геомагнитного поля района работ) и суммарная $I = I_i + I_n$ намагниченности. В свою очередь, векторы намагниченности (I_n , I_i или I) определяются в пространстве тремя составляющими: скаляром (соответственно I_n , I_i и I), склонением ($0 < D < 360^\circ$) и наклонением ($-90^\circ < J < 90^\circ$). Отношение I_n/I_i характеризует коэффициент Кенигсбергера (фактор Q). Результаты измерений формируются в виде таблиц (например, табл. 1).
2. Магнито-минералогический метод изучает текстурно-структурные особенности горных пород, а также компонентный химический и фазовый состав минералов-носителей намагниченности. Исследования включают измерения:

- а. анизотропии магнитной восприимчивости (AMS);
 - б. гистерезисных параметров ферромагнитных минералов (индуктивная намагниченность насыщения - J_s , остаточная намагниченность насыщения - J_{rs} , коэрцитивная сила - H_c и сила, разрушающая остаточную намагниченность насыщения - H_{cr} ;
 - в. точек Кюри Θ ферромагнитных минералов по данным дифференциального
3. Палеомагнитный метод устанавливает направления компонент векторов ЕОН горных пород на момент их формирования и/или «преобразования».

Таблица 1

Пример представления спектра магнитных параметров в «естественном залегании»
по силлу долеритов, перекрывающего трубку Сытыканская

Nobr	Dnc	Jnc	In	α	Ii	Q	I	Jn1	Dn1
149.1	329	7	318.96	864.65	518.79	0.61	696.32	51	337
149.2	328	9	356.74	895.7	537.42	0.66	750.35	50	336
149.3	320	18	282.51	839.17	503.5	0.56	691.07	56	332
150.1	182	11	279.26	406.05	243.63	1.15	358.45	54	184
150.2	179	18	362.48	665.45	399.27	0.91	555.53	64	181
150.3	190	16	406.83	745.94	447.56	0.91	611.53	63	196
151.1	336	60	1518.67	1191.88	715.13	2.12	2212.9	65	340
151.2	330	57	1403.92	1170.38	702.23	2.00	2076.0	63	335
151.3	338	61	1773.68	1300.16	780.1	2.27	2535.15	66	341
152.1	319	33	506.03	1356.69	814.01	0.62	1223.89	60	331
152.2	309	34	433.5	1265.13	759.08	0.57	1103.62	62	325
152.3	294	37	465.1	1586.78	952.07	0.49	1312.28	66	318

Примечание: Nobr – номер образца, Dnc/Jnc – склонение/наклонение вектора естественной остаточной намагниченности In (10^{-3} А/м), α – магнитная восприимчивость (10^{-5} СИ), Ii – индуктивная намагниченность, Q – коэффициент Кенигсбергера (ед.), Jn1/Dn1 – наклонение/склонение вектора суммарной намагниченности I (10^{-3} А/м).

В настоящее время все эти данные хранятся в трех лабораториях: ИЗК СО РАН, НИГП и АмГРЭ АК «АЛРОСА». В результате острой необходимости оперативного доступа к информации по изученным объектам возникла идея создания единой петромагнитной базы данных (БД), которой так же могли бы

пользоваться и другие заинтересованные в решении подобных задач исследователи. Таким образом, задача развития петромагнитной БД по структурно вещественным комплексам Восточной Сибири является одной из актуальных не только для Геологических подразделений АК «АЛРОСА», но и для НИИ и ПГО Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. Для реализации этой идеи необходимо решить следующие основные и достаточно трудоемкие задачи:

1. Определить географическое местоположение объектов (координаты) и дать им краткое геологическое, литологическое/петрографическое и т. п. описание. Желательно фото, схема отбора образцов из обнажения, ссылки на первоисточники и пр.
2. Стандартизировать форматы файлов данных петромагнитных измерений для последующей их обработки по специализированным программам, пользующихся достаточно широкой популярностью в среде исследователей (Statistica, Enkin-96, Anisoft-42 и др.).

Результаты работ

Созданная в Научно-исследовательском геологоразведочном предприятии АК «АЛРОСА» БД представляет собой сеть, основными узлами которой являются таблицы. Способ прохода по таблицам называем сценарием. Пользователи, в зависимости от решения тех или иных геолого-геофизических задач, могут выбрать любой сценарий. С помощью сценариев пользователи собирают необходимый фактографический материал, полученный разными методами, и обрабатывают его с помощью рекомендуемых программ. Структура БД приведена на рисунке 1. Основными функциями разрабатываемой в БД и ее модулей является:

- сохранение накопленных за годы работы данных и пополнение новым фактографическим материалом;

- минимизировать человеческий фактор и не требовать от пользователя знаний языка SQL;
- обеспечение пользователю максимально быстрого доступа к информации, простоты и удобства ее обработки;
- взаимодействие методов между собой при обработке данных.

Рис. 1. Структура базы данных НИГПИ АК «АЛРОСА» (ОАО)

Все геологические данные по географическому расположению исследуемых проб содержатся в блоке «геопривязка» (Рис. 1). Пользователи могут выбирать данные по методам (включая методы петрофизики, магнитной минералогии и палеомагнетизма) относительно блока геопривязки, возраста (стратиграфия, изотопия), координат объектов, горных выработок (карьеров, скважин), типа пород и др. Петромагнитная БД интегрирована с другими потоками данных предприятия.

К настоящему времени выполнена целевая задача по составлению электронной Схемы петромагнитной изученности среднепалеозойских базитов центральной части Сибирской платформы (Рис. 2). На ее основе можно создать выборку по интересующим исследователя объектам – покровы базальтов, дайки долеритов и т. п.

Рис. 2. Фрагмент электронной схемы петромагнитной изученности СВК зоны динамического влияния Вилуйского авлакогена

В начале обзора можно получить представления о распределении векторов намагниченности объектов, например, по долеритам р. Вилуй (Рис. 3). По данным первичных измерений (табл. 1), как правило, проводится статистическая обработка с целью получения дескриптивных значений магнитных параметров, установления корреляционных зависимостей, классификация, факторный анализ и т. п. (Рис. 4). Полученные данные, при наличии достаточно полного геологического содержания, целесообразно использовать в интерпретации данных магнитных съемок, петромагнитном картировании территорий развития пород трапповой формации и т. п.

Рис. 3. Распределение магнитных параметров траппов на р. Вилкой в «естественном залегании»

Стереогаммы распределения векторов намагниченности в географической системе координат: слева – естественная остаточная намагниченность I_n , справа – суммарная намагниченность I . Синие (красные) кружочки – прямая (обратная) полярность векторов намагниченности. Другие пояснения см. в табл. 1.

Рис. 4. Результаты статистической обработки магнитных параметров силла пермо-триасовых долеритов, перекрывающих кимберлитовую трубку Сытыканская (N=195)

а – стереогамма векторов суммарной намагниченности I ; синие (красные) кружочки – проекции векторов I на положительную (отрицательную) полусферу; звездочки – направления магнитного поля: красная – древнее H_p на момент формирования траппов (обратная полярность), и синяя – современное H ; б – график зависимости $I_n - \alpha - Q$; в – тернарный график $I_n - I_i - I$; г – гистограмма склонений D векторов I (в полярной системе координат); д – график зависимости наклонений J векторов I от фактора Q ; е – график зависимости модуля I от фактора Q .

минералогических и т. п. изменений. Например, к таким «слепым» процессам могут относиться эпигенетические изменения пород околотрубочного пространства, образующиеся в результате внедрения кимберлитов. В результате первичная (осадочная) магнитная текстура вмещающих пород нарушается, при этом их химический, минералогический состав остается прежним.

Исследования гистерезисных параметров и точек Кюри ферромагнитных минералов-спутников алмаза позволяют моделировать термодинамические условия внедрения кимберлитовых трубок и анализировать причины присутствия этого полезного ископаемого или его отсутствие.

Особую роль в разработке гипотез геодинамического развития территории Восточной Сибири играют палеомагнитные данные. В настоящее время имеются мировые Палеомагнитные базы данных, составленные разными авторами. Но как правило они не позволяют исследователю самому проанализировать первичный материал, в котором может содержаться и некоторая важная, но не до оцененная, на данном этапе исследований, информация.

Таким образом, развитие петромагнитной БД по Восточной Сибири очень важная, но весьма трудная задача. Для ее скорой и успешной реализации необходимы так же усилия и других лабораторий, занимающихся изучением этой обширной территории.

Список литературы

1. Храмов А.Н., Гончаров Г.И. и др. Палеомагнитология. - Л.: Недра, 1982. - 312 с.
2. Житков А.Н. Палеомагнитно-металлогенические исследования золотого оруденения центральной части Бодайбинского района: дис.... канд. геол.-мин. наук. - Иркутск, 1984. - 26 с.
3. Константинов К.М. Динамическая физико-геологическая модель Байкальской складчатой области по палеомагнитным данным: дис.... канд. геол.-мин. наук. - Иркутск, ВСНИИГТИМС. 1998. - 150 с.

4. Константинов К.М. Магнетизм кимберлитов и траппов зоны сочленения Вилуйской и Тунгусской синеклиз Сибирской платформы: дис.... докт. геол.-мин. наук. - Иркутск, Иркутский госуниверситет. 2014. - 368 с.
5. Кравчинский В.А. Палеомагнетизм горных пород Монголо-Охотского складчатого пояса: дис.... канд. геол.-мин. наук. - Иркутск, ИрГТУ. 1995. - 28 с.