

обеспечивает существенное расширение географии практического использования геотермальной энергии.

Восходящие по разломам потоки слаботермальных вод могут быть использованы в качестве источника тепловой энергии в домах, оборудованных системами обогрева на основе тепловых насосов для повышения их эффективности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богуславский Э.И., Смирнова Н.Н. Гидрогеотермальные приповерхностные теплонасосные установки индивидуального теплоснабжения // Горный информац.-аналит. бюл. — 2006. — № 9. — С. 284–293.
2. Вилор Н.В., Абушенко Н.А., Тащилин С.А. и др. Применение данных дистанционного зондирования при исследовании инфракрасного излучения земной поверхности в областях интенсивного движения блоков литосферы Центрально-Азиатского складчатого пояса // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2007. — Т. 4. — № 2. — С. 134–140.
3. Гидрогеотермический атлас СССР (зона активного водообмена) / Под ред. Н.М. Фролова. — Л.: ВСЕГЕИ, 1983.
4. Никшич И.И. Копетдагская линия термальных источников // Вестник ирригации. — 1925. — № 7. — С. 65–82.
5. Полякова Е.В., Гофаров М.Ю., Скютте Н.Г., Игловский С.А. Спутниковые и подспутниковые методы исследований наземных гидротермальных экосистем (на примере субарктического термального урочища Пымвашор в Большеземельской тундре) // Современные про-

блемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2013. Т. 10. — № 2. — С. 115–128.

6. Сардаров С.С. (мл.), Савина Е.В. Геотермическое поле разлома // ДАН СССР. — 1984. — Т. 276. — № 5. — С. 1091–1094.

7. Смыслов А.А., Богуславский Э.И., Вайнблат А.Б. и др. Геотермический атлас России. — СПб.: СПГИ, 2000.

8. Тектоническая карта нефтегазоносных областей СССР. Масштаб 1:2 500 000 / Под ред. Л.Н. Розанова. — М., 1969.

9. Clauser C., Griesshaber E., Neugebauer H.J. Decoupled Thermal and Helium Anomalies — Implications for the Transport Regime in Continental Rift Zones // JGR, Solid Earth. — 2002. -November.

10. Gorny V.I. Convective Heat Flow of European Russia According to the Remote Geothermal Method / The Earth's Thermal Field and Relative Research Methods: Proceedings of the International Conference. — М.: 1998. — P. 107–109.

11. Stober I., Richter A., Brost E., Bucher K. The Ohlsbach Plume — Discharge of deep saline water from the crystalline basement of the Black Forest, Germany // Hydrogeology Journal. — 1999. — N 7. — P. 273–283.

12. Stober I., Bucher K. Hydraulic properties of the crystalline basement // Hydrogeology Journal. — 2007. — V, 15. — P. 213–224.

13. Zeis S., Gajewski D., Prodehl C. Crustal structure in southern Germany from seismic refraction data // Tectonophysics. — 1990. — V. 176. — P. 59–86.

© Горный В.И., Селезнев Г.А., Тронин А.А., 2016

Горный Виктор Иванович // v.i.gornyuy@mail.ru
Селезнев Геннадий Анатольевич // gaseleznev@mail.ru
Тронин Андрей Аркадьевич // a.a.tronin@gmail.com

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ

УДК 549.08

Ожогин Д.О. (ФГУП «ВСЕГЕИ»), Ожогина Е.Г. (ФГУП «ВИМС»)

НЕОБХОДИМОСТЬ И ВОЗМОЖНОСТЬ СОЗДАНИЯ СТАНДАРТНЫХ ОБРАЗЦОВ ФАЗОВОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ МИНЕРАЛОВ

*Стандартные образцы фазового состава и свойств минералов предназначены для проверки, калибровки, градуировки средств измерений, метрологической аттестации методик выполнения измерений. Показаны современное состояние службы стандартных образцов для минералогических исследований и проблемы их изготовления. **Ключевые слова:** стандартный образец фазового состава и свойств минералов, руда, порода, однородность, количественный минералогический анализ.*

Ozhogin D.O. (VSEGEI), Ozhogina E.G. (VIMS)

NEED AND POSSIBILITY OF CREATION OF STANDARD SAMPLES OF PHASE STRUCTURE AND PROPERTIES OF MINERALS

*Standard samples of phase composition and properties of minerals are intended for verification, calibration, calibration of measuring instruments and metrological evaluation of measurement procedures. State-of-the-art service of standard samples for mineralogical studies and problems of their manufacture are explained. **Key words:** standard sample of phase composition and properties of minerals, ore, rock, homogeneity, quantitative mineralogical analysis.*

Минералогические исследования являются неотъемлемой частью геологоразведочных работ и непосредственно влияют на их эффективность и достоверность. Следовательно, минералого-аналитические исследования должны обеспечивать достоверную, метрологически оцененную и имеющую юридическую силу информацию о морфоструктурном, в том числе минеральном составе горных пород и руд.

Интенсивное развитие и совершенствование физических методов минералогического анализа, позволяющих получить количественные данные о минеральном, гранулярном составе руд и пород, реальном составе минералов, их морфометрических характеристиках и свойствах, привело к необходимости метрологического обеспечения всех видов определений, выполняемых в практике лабораторных работ геологической и смежных отраслях. При этом необходима градуировка измерительных систем по стандартным образцам фазового состава, в которых содержание определяемых фаз (минералов) установлено с высокой степенью надежности.

Не менее важным вопросом является разработка методик количественного минералогического анализа различных видов сырья. Традиционные химические (фазовые) методы анализа до сих пор могут быть применимы не ко всем рудам и породам. Так, при подсчете запасов нерудного сырья (талька, волластонита, асбеста, вермикулита и пр.) они не пригодны. Поэтому количество методик минералогического анализа полезных ископаемых будет постоянно увеличиваться, что обусловлено необходимостью минералогического из-

учения разных видов сырья, в том числе техногенного генезиса при поисково-оценочных работах, геолого-технологическом картировании, создании рентабельных технологий их передела, подсчете запасов и ликвидации экологических последствий добычи и промышленной переработки. Следовательно, задача создания стандартных образцов состава и свойств минералов сегодня остается актуальной, как и тридцать лет назад.

В 1980-х годах под руководством А.И. Гинзбурга были заложены основы создания службы стандартных образцов для минералогических методов исследования, названных стандартными образцами фазового состава и свойств минералов (СОФС) в отличие от аналитических стандартных образцов состава (СОС) [3]. Создание первых отечественных СОФСов различных видов руд стало началом становления системы управления качеством минералогических исследований.

Стандартные образцы состава (СОС), используемые для элементного анализа и выпускаемые в значительном количестве в России и за рубежом, оказались не пригодными для минералогических методов. Крупность материала для химического анализа 0,074 мм. Для минералогических методов анализа требуется материал различной крупности, в том числе и достаточно крупный, например, для изготовления оптических препаратов (шлифов). Поэтому уже при создании первого отечественного отраслевого стандартного образца фазового состава железной руды (магнетитовые кварциты) возникла проблема стандартизации условий подготовки проб, т.е. необходимо было СОФС и соответствующие пробы для анализа готовить в идентичных условиях с использованием аппаратуры, обеспечивающей одни и те же параметры измельчения (крупность измельчения). Это было вызвано тем, что при анализе контрольных проб со строго определенным минеральным составом, но измельченных с помощью разных приборов, различными методами (рентгенографическим, оптико-минералогическим, магнитостатическим) получились совершенно несопоставимые результаты [2]. Было установлено и то, что при подготовке навески для анализа нельзя применять «ручные» методы, вносящие неконтролируемый вклад в погрешность анализа. Метод и режим истирания должны быть стандартными для зерен определенной крупности, оптимальной для каждого из методов минералогического анализа.

Измельчительные приборы, применяемые в лабораторной службе геологической отрасли, оказались непригодными для изготовления стандартных образцов фазового состава. Так, при дроблении, сухом измельчении и истирании минералы нагреваются до достаточно высоких температур, при которых происходят процессы (окисление, изменения валентного состояния катионов, полиморфные превращения, дегидратация и пр.), изменяющие состав и свойства самих минералов. Поэтому были разработаны, апробованы и запущены в серийное производство следующие измельчительные приборы: измельчители вибрационные ИВ-2, ИВ-3, ИВ-4, ИВ-Микро, микроступка Микрон, лабораторные дисковые истиратели (ЛДИ-60, ЛДИ-65). Использование этих приборов в комплексе с пробоподготовительной и контрольной аппаратурой немецкой фирмы

Фрич (Frisch) дало возможность провести все экспериментальные работы по изготовлению стандартных образцов фазового состава и свойств минералов.

Главным свойством стандартных образцов является однородность, гарантирующая метрологическую правомерность их применения для контроля фазового (минерального) состава материала. В связи с этим при изготовлении первых СОФСов возникла проблема гомогенизации материала крупностью более 0,1 мм. К этому времени приборов, позволяющих обеспечить гомогенизацию материала крупностью $-0,25+0,1$ мм, в мире не существовало [1]. Поэтому появилась необходимость в конструкторских разработках и создании макетных образцов гомогенизатора проб ГП-1, смесителя магнитного СМ-86, магнитного истирателя-смесителя МИС-91, которые в процессе эксплуатации при изготовлении СОФС усовершенствовались, модернизировались, дорабатывались, а затем поступили в серийное производство. Эти приборы позволили получить надежно рандомизированные смеси крупностью $-0,5+0,25$ мм и $-0,25+0,1$ мм [4].

Стандартный образец фазового состава и свойств минералов (СОФС) — это смоделированная руда или природный материал со строго определенным минеральным составом, аттестованный как по количественному содержанию фаз, так и по значениям параметров свойств минералов, используемых при фазовом анализе. Согласно ОСТ 41-08-269-03 стандартные образцы фазового состава и свойств минералов предназначены для применения в системе обеспечения единства измерений при: поверке, калибровке, градуировке средств измерений, метрологической аттестации методик выполнения измерений, контроле погрешностей методик выполнения в процессе их применения в соответствии с установленными в них алгоритмами [5].

Созданию СОФС предшествует глубокое минералогическое изучение руды с обязательной геологической привязкой комплексом минералого-аналитических методов, позволяющее не только определить состав и строение руды в целом, но и выявить реальные особенности рудных минералов (микротрещины, отдельность, зональность, микровключения, наличие дефектов, совершенство структуры и пр.), которые, как показал опыт, влияют на режимы дробильно-измельчительных процессов и гомогенизацию материала.

Комплект СОФСов, изготавливаемых в прошлом веке, состоял из исходной руды, иногда продуктов ее технологической переработки, в обязательном порядке мономинеральных фракций главных минералов с информацией об их гомогенности-гетерогенности, элементном составе с аттестованными значениями свойств: оптических (показатель преломления, отражение), физических (плотность, микротвердость), рентгенометрических (межплоскостные расстояния, параметры элементарной ячейки), магнитостатических (точка Кюри, удельная намагниченность насыщения) и пр. Было изготовлено более 70 стандартных образцов фазового состава и свойств минералов руд различных формационных типов: железные руды кремнисто-железистой формации, руды контактово-метасоматического генезиса, скарнового типа, оловянные руды кас-

ситерит-силикатной и касситерит-сульфидной формаций, сульфидные и колчеданно-полиметаллические руды, вольфрамовые и топазовые руды грейзенового типа. Созданы стандартные образцы фазового состава и свойств минералов апатит-нефелиновых руд, каолина, монтмориллонита, цеолитизированных туфов, кальцита и пр.

К сожалению, в большинстве изготовленные ранее СОФСы не могут быть использованы. С одной стороны, это связано с отсутствием стандартных образцов железных и оловянных руд, с другой стороны, истечением срока годности СОФСов. Поэтому применению, например, стандартных образцов фазового состава корунда, монтмориллонита, кальцита должна обязательно предшествовать проверка их стабильности, т.е. свойства, выражающегося в сохранении значений метрологических характеристик в установленных пределах в течение указанного срока годности.

В настоящее время ощущается острая необходимость в стандартных образцах фазового состава и свойств минералов как традиционных, так и новых типов полезных ископаемых, в том числе техногенного происхождения не только в геологической отрасли. В отечественной металлургии при производстве сталей и многокомпонентных сплавов принципиальное значение имеет минеральный состав исходных руд черных и цветных металлов. Использование нерудного сырья (цеолитового, каолинового, апатит-нефелинового и пр.) в медицине, текстильной, пищевой промышленности, сельском хозяйстве практически невозможно без идентификации минеральных видов, количественной оценки минеральных фаз, в том числе минералов — токсикантов. Очевидно, что в данном случае проведение количественного минералогического анализа было бы значительно проще при наличии соответствующих стандартных образцов фазового состава. Следует также отметить, что нередко возникает необходимость в определении свойств конкретных минералов. При создании современных технологий обогащения руд необходимо знать физические свойства (плотность, твердость, хрупкость и др.) главных рудных минералов, определяющих технологические свойства руд в целом. В черной металлургии, электронной и электрохимической промышленности весьма информативными являются мессбауэровские спектры минералов железа, позволяющие судить об электронном состоянии атомов в металлах и полупроводниках.

Сложившаяся ситуация в значительной степени затрудняет проведение прикладных минералогических исследований. Возникают проблемы с обязательной поверкой и контролем приборов в первую очередь обеспечивающих количественный минералогический анализ, востребованный сегодня в различных отраслях народного хозяйства.

Несмотря на то, что целесообразность использования СОФСов в минералогических исследованиях очевидна, организация их изготовления в геологической и смежных отраслях практически невозможна. Сегодня основные проблемы связаны с экспериментальными работами по разработке и изготовлению стандартного образца фазового состава и свойств минерала. В зависимости от исходной руды, масса которой должна быть не менее

20 кг, проводится выбор оптимальной крупности и степени измельчения. Для этого необходимо изучение морфоструктурного, в том числе минерального состава руды, а также реальных состава и строения слагающих ее минералов. После чего выбираются рациональные методы выделения мономинеральных фракций минералов, необходимых для приготовления искусственных минеральных смесей, имитирующих руды.

Выделение мономинеральных фракций сопряжено с определенными трудностями, обусловленными как минералогическими особенностями руд (пород), так и возможностями лабораторий. Выделение минералов из тонковкрапленных, а тем более тонкодисперсных руд, в которых они присутствуют в основном в тесной ассоциации и нередко в незначительном количестве, требует специальных методов измельчения, фракционирования по плотности в тяжелых жидкостях с помощью центрифуг, позволяющих высвободить минерал из агрегата. Классические приемы выделения мономинеральных фракций, масса которых должна быть значительна (желательно не менее 50 г), не всегда позволяют достичь ожидаемого результата. Отбор мономинеральных фракций даже из материала крупностью $-1,0+0,25$ мм — операция времязатратная, требующая определенных навыков. К сожалению, специалистов, способных выполнить такую работу, в современных лабораториях практически нет.

Мономинеральные фракции необходимы для приготовления искусственных смесей, имитирующих руды определенных промышленных типов и продукты их обогащения. Приготовление искусственной смеси проводится смешиванием отдельно измельченных до определенной крупности минералов, после чего она усредняется с помощью гомогенизатора проб ГП-1. Как показывает опыт, специальных приборов, выпущенных в советское время и предназначенных для гомогенизации геоматериала, даже в специализированных минералогических лабораториях нет. Поэтому получить рандомизированную смесь, особенно крупностью более 0,1 мм, предназначенную для обеспечения требуемой точности измерений оптико-минералогическим, оптико-геометрическим, магнитостатическим методами анализа, практически невозможно.

Не меньшие проблемы могут возникнуть при межлабораторной аттестации стандартного образца фазового состава и свойств минералов. Аттестационные анализы, согласно ОСТ 41-08-269-03, должны выполняться не менее, чем в шести лабораториях и не менее, чем двумя принципиально различными методами в каждой из них. Однако в большинстве организаций отрасли используются только методы оптической микроскопии. Анализы выполняются на микроскопах фирмы ЛОМО, выпущенных несколько десятилетий назад. Современными световыми микроскопами оснащены немногочисленные организации, поэтому результаты анализов могут быть несопоставимы [4]. Более серьезное положение обстоит с дорогостоящим оборудованием, например, рентгеновскими дифрактометрами. Рентгенографический анализ является ведущим методом количественного минералогического анализа, выполнить который в отраслевых организациях, по-видимому, не удастся.

Из вышеизложенного следует, что при острой необходимости стандартных образцов фазового состава и свойств минералов руд даже наиболее востребованных объектов (золото-кварцевых, золото-сульфидных, редко-металльных, колчеданных и др.), сегодня не существует реальной возможности их изготовления. Использование в практике лабораторных работ стандартных образцов фазового состава и свойств минералов предприятий не решает проблемы в целом и нередко приводит к недостоверным результатам минералогических анализов. Это связано с тем, что такие стандартные образцы могут быть применены только к конкретному объекту, конкретному методу и в конкретной организации.

В настоящее время только два отраслевых института — ФГУП «ВИМС» и ФГУП «ЦНИИГеолнеруд» при соответствующем финансировании способны организовать изготовление стандартных образцов фазового состава и свойств минералов и восстановить службу стандартных образцов для минералогических методов исследования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Викулова Л.П., Ожогина Е.Г., Пугачев В.С. Стандартные образцы фазового состава и свойств минералов // Компетентность. — 2005. — № 2. — С. 26–30.
2. Викулова Л.П., Урова З.И. Стандартизация условий подготовки проб при количественном фазовом анализе // Разведка и охрана недр. — 1985. — № 10. — С. 37–41.
3. Гинзбург А.И., Викулова Л.П., Сидоренко Г.А. О некоторых типовых ошибках допускаемых при минералогических исследованиях // ЗВМО. -1985. — № 3. — С. 324–333.
4. Ожогина Е.Г., Якушина О.А., Мошкова М.В. Метрологическое обеспечение минералогических исследований полезных ископаемых: состояние и проблемы // Разведка и охрана недр. — 2012. — № 1. — С. 49–53.
5. ОСТ 41-08-260-03. Отраслевые стандартные образцы фазового состава и свойств минералов твердых негорючих полезных ископаемых и горных пород. Разработка, аттестация, утверждение (признание), регистрация, выпуск, применение.

© Ожогин Д.О., Ожогина Е.Г., 2016

Ожогин Денис Олегович // ozhogindenis@yandex.ru
Ожогина Елена Германовна // vims-ozhogina@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ И ЭКОНОМИКА

УДК 550.81:004

Бударина Т.В., Журбицкий Б.И. (ФГУП «ВНИГРИуголь»)

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДочНЫХ РАБОТ НА ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ИСКОПАЕМЫЕ

Рассмотрены вопросы состояния и направлений развития информационного обеспечения геологоразведочных работ на уголь и горючие сланцы. Представлены созданные информационные системы, ресурсы и программно-технологические комплексы. Приведены основные характеристики баз данных, включая сведения о ресурсах/запасах ТГИ — по бассейнам (угленосным и сланценосным территориям), месторождениям и участкам. Оценены используемые информационные технологии, даны рекомендации по их адаптации для ТГИ. Рекомендованы для практического использования разработанные программные средства для решения задач актуализации и мониторинга информационных ресурсов ТГИ, оценки качества и обработки первичных данных ГРР, моделирования угольных залежей и подсчета запасов углей, геолого-экономической оценки угольных объектов, прогнозирования перспективных территорий для постановки геологоразведочных работ и лицензирования. **Ключевые слова:** информационные системы, информационные ресурсы, программные средства, твердые горючие ископаемые, геологоразведочные работы.

Budarina T.V., Zhurbitskiy B.I. (VNIIGRIugol)

INFORMATION SUPPORT OF EXPLORATION WORK ON SOLID FOSSIL FUELS

The questions of state and trends of development of informational support for geological-prospecting works on coal and oil shale are considered. The created information systems, re-

*sources and programming software are presented. The main characteristics of the databases are adduced, including information about resources/reserves of hard fossil fuels (HFF) — on basins (coal and shale bearing territories), deposits and plots. The used informational technologies are appraised, recommendations for their adaptation for HFF are given. The designed software tools are recommended for practical use to meet the challenges of updating and monitoring of informational resources of HFF, assessment of quality and processing of raw exploration data, modeling of coal deposits and calculation of coal reserves, geological-economical evaluation of coal objects, forecasting of promising territories for organization of geological-prospecting works and licensing. **Key words:** information systems, information resources, software, solid fossil fuels, exploration.*

Информационное обеспечение геологоразведочных работ на твердые горючие ископаемые — составная часть государственной программы геологического информационного обеспечения геологоразведочного процесса [7]. Это наиболее всеобъемлющая область исследований, так как конечным продуктом геологоразведочных работ является геологическая информация. Исследования, связанные с различными аспектами изучения информации, получаемой в процессе ГРР, выполнялись во ВНИГРИуголь, начиная с 1970-х годов. Разработкой технологий сбора, накопления и обработки информации с целью обеспечения ее совместности и унификации занимались А.М. Розентулер, В.В. Попов, Н.Н. Погребнов, Б.И. Журбицкий и др. [1, 10]. В 1990-е годы в рамках формирования Государственного банка цифровой геологической информации (ГБЦГИ) были разработаны Банк данных по минерально-сырьевым ресурсам твердых горючих ископаемых (БнД МСР ТГИ) для систематизации информации по