

ОПЫТ ЛИТОХИМИЧЕСКИХ ПОИСКОВ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

С.А.Миляев

ФГУП Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов

Основоположники литохимического метода поисков рудных месторождений Н.И.Сафронов и А.П.Соловов в 1931–32 гг. впервые в мире провели металлометрические съемки в различных рудных районах бывшего Советского Союза и показали их высокую геологическую эффективность. Академик С.С.Смирнов первый оценил прогрессивное значение нового метода поисков. В одной из своих последних работ (1946 г.) он писал: «Никто не будет отрицать, что металлометрия в разнообразных своих выражениях является весьма сильным действующим средством для поисков. Ореолы рассеяния, занимающие часто очень значительные площади, разумеется, легче обнаружить, чем весьма ограниченные по размерам рудные тела».

Систематическое проведение наземных литохимических съемок, начатое в Казахстане в конце 40-х годов по инициативе С.Д.Миллера, имело первостепенное значение для повышения эффективности геолого-поисковых и разведочных работ во всех рудных районах страны. Прирост разведанных запасов свинцово-цинковых руд начиная с 50-х годов прошлого века в значительной мере осуществлялся за счет новых промышленных объектов, обнаруженных в результате поисковых литохимических съемок по вторичным ореолам рассеяния.

Первый опыт планомерных площадных литохимических (металлометрических) съемок м-ба 1:50 000 по прямоугольной сети сыграл решающую роль не только в открытии полиметаллического оруденения Центрального Казахстана, но и

Приведены отечественные и зарубежные примеры обнаружения полиметаллических месторождений с помощью литохимических методов.

Ключевые слова: примеры обнаружения, полиметаллические месторождения, литохимические поиски.

в утверждении основных принципов методики геохимических и геофизических поисков рудных месторождений в целом. Геохимические работы тех лет характеризовались высокой эффективностью, доказательством которой, как отмечали С.Д.Миллер, И.П.Беневоленский, В.А.Кличников в 1958 г., служит тот факт, что «экспедицией ежегодно открывается значительное число новых месторождений и перспективных участков, зачастую пропущенных ранее при геологических съемках и поисках».

Пример эффективности литохимических методов – переоценка ранее известного мелкого рудопоявления Алайгыр в Центральном Казахстане. По данным В.А.Кличникова, это рудопоявление, ранее известное как медное, в результате поисковой литохимической съемки м-ба 1:50 000 в 1950 г. выделилось крупным по площади ореолом рассеяния свинца в делювии, не оставляющим никаких сомнений в необходимости его дальнейшего изучения. Детальные литохимические съемки м-ба 1:10 000 (по сети 100×10 м) позволили установить протяженность ореола ~2 км. В пробах делювия максимальные содержания Pb составили 3%. Пространственно ореол соответствовал рудной зоне среди нижнекаменноугольных кварцевых порфиров, дальнейшее изучение которой горно-буровыми работами выдвинуло рудопоявление в число промышленных объектов.

До 50-х годов прошлого века Атасуйский район, известный своими железомарганцевыми рудами, относился к бесперспективным на вы-

явление полиметаллического оруденения, что сдерживало здесь включение литохимических съемок в комплекс поисковых методов. Между тем, именно с литохимическими съемками по вторичным ореолам рассеяния в дальнейшем были связаны обнаружение полиметаллической минерализации и открытие месторождений. В 1951 г. А.В.Строителява, Т.Г.Каймирасова провели в опытным порядке литохимическую поисковую съемку по сети 250×50 м в районе междуречья Атасу – Талды – Манака и выделили четкий ореол рассеяния Pb, последующая детализация которого и проверка горными работами в 1952 г. завершились открытием промышленного свинцового месторождения Кужалы [3]. В августе 1951 г. при проверке двумя скважинами магнитной аномалии на участке Западный Жайрем было вскрыто полиметаллическое оруденение. В связи с этим в 1952–53 гг. на участках железомарганцевого оруденения и рудных магнитных аномалий выполнены крупномасштабные литохимические съемки, позволившие на всех участках, в том числе на Каражале, Ктае, Бестюбе, Кеньтюбе, Керегетасе, Жумарте, Алтын-Шоко, Северном Клыче и др., зафиксировать ореолы рассеяния Pb и Zn, тяготеющие к нижним горизонтам фаменской толщи. На Восточном Каражале, Бестюбе и Ктае в элювио-делювии содержание Pb достигало 0,15–0,8% [3]. На основании этого в 1953–54 гг. впервые сделан вывод о высокой перспективности Атасуйского района на полиметаллическое оруденение. Переоценка ряда рудопроявлений привела к открытию новых промышленных свинцово-цинковых месторождений (Жайрем, Бестюбе, Каражал и др.).

В 1954 г. по данным литохимической съемки м-ба 1:50 000 (В.А.Кличников, М.Ж.Жанаев) выявлено месторождение Узунжал. Его площадь оконтурена ореолами рассеяния Pb при максимальном содержании 0,15%. При этом главное рудное тело месторождения, заключающее все разведанные запасы, проявилось по двум аномальным пробам (0,07% Pb). И лишь детальными литохимическими съемками м-ба 1:10 000 установили небольшой по площади (0,08 км²) ореол рассеяния с максимальным содержанием Pb 1,25%. Даже после получения обнадеживающих результатов съемки визуальное выделение ка-

ких-либо рудных зон не представлялось возможным. И только после изучения ореолов рассеяния горными выработками легкого типа удалось вскрыть свинцовое рудное тело, залегающее согласно с нижнекаменноугольными вмещающими породами (известняки, сланцы, песчаники). Бурение первых скважин подтвердило его северо-восточное падение и указало на развитие минерализованных пород к северо-северо-западу под неогеновыми и палеогеновыми отложениями. В результате ГРП промышленные масштабы оруденения полностью подтвердились.

Позднее (1960 г.) при планомерных литохимических съемках В.А.Кличниковым открыты полиметаллическое месторождение Ушкатын III и по данным гравиметрии – одноименное марганцевое месторождение. В те же годы в Восточном Забайкалье с помощью литохимических поисков установлены промышленные объекты, в том числе на площадях, ранее изученных геологической съемкой крупных масштабов. По данным О.А.Савадского, рудное поле Акатуевского месторождения было закартировано в м-бе 1:10 000 с расшурфовкой по сети 200×50 и 400×50 м. При проведении площадных литохимических поисков на этой площади к северо-востоку от Акатуевского месторождения обнаружено Северо-Акатуевское месторождение свинца. С поверхности объект фиксировался протяженными вторичными ореолами рассеяния шлейфообразного типа. По данным литохимических съемок также выявлены промышленные месторождения в Приаргунье (Курултыкенское, Резановское, Ируновское полиметаллические) и ряд рудных месторождений, в их числе Назаровское колчеданно-полиметаллическое, на территории Бурятии.

Площадь Назаровского месторождения изучалась кондиционными геологическими и магнитометрическими съемками с бурением одиночных скважин. Однако только после литохимических съемок м-ба 1:10 000 с отрисовкой ореолов рассеяния Pb до 0,05%, Zn до 0,3%, Cu до 0,03%, Ba, Ag [2] и детальными электроразведочными работами состоялся прогноз полиметаллического оруденения.

В пределах Озерненского рудного узла первоначально велись поиски железорудных ме-

сторождений. Аномальные содержания Pb и Zn, установленные в породах при бурении, объяснялись широким сингенетичным рассеянием этих элементов во вмещающей толще. Вторичный ореол рассеяния Pb, Zn, Ba, Cu, Mn площадью >20 км² по данным поисковой литохимической съемки, как выяснилось позднее, отвечал Озерному колчеданно-полиметаллическому месторождению [2].

На первые прямые геохимические признаки колчеданно-полиметаллического оруденения в Северном Прибайкалье указывали в 1962 г. поисковые литохимические съемки по потокам рассеяния [2]. Так, протяженные на 1500 м потоки рассеяния Pb и Zn с содержанием 0,01% точно определяли положение открытого позднее Холоднинского рудного поля. Поисковые работы тогда проводились на медно-никелевое оруденение, и появление свинцовой аномалии не привлекло внимания исполнителей. Месторождение было обнаружено в 1968 г. после проведения детальных геолого-геофизических работ.

В Северо-Западном Каратау при литохимической съемке м-ба 1:50 000 зафиксированные вторичные ореолы рассеяния свинца с содержанием 0,01–0,02% имели размер 1500×500 м [3]. С учетом близости геологической и структурной позиции участка работ к месторождению Миргалимсай проведены детальные литохимические поиски м-ба 1:5000 и геофизическая съемка методом ВП. При оценке уточненных вторичных ореолов рассеяния буровыми скважинами в 1963 г. было открыто слепое полиметаллическое месторождение Шалкия.

Начало изучения площади месторождения Чекмарь на Рудном Алтае относится к 1955 г. Поисковые, а затем детальные литохимические съемки показали наличие вторичных ореолов рассеяния размером ~400×400 м с максимальными содержаниями, %: Pb и Zn >1, Cu 0,5, Sb 0,07, As 0,05. Обнаруженные аномалии ЕП высокой интенсивности на этой же площади пространственно совпали с контурами ореолов рассеяния (рисунок). В пробуренных в 1968 г. четырех скважинах в пределах вторичных ореолов и геофизических аномалий А-2 и А-3 встречены убогие прожилково-вкрапленные руды. Через три года скв. 91 в области геофизической

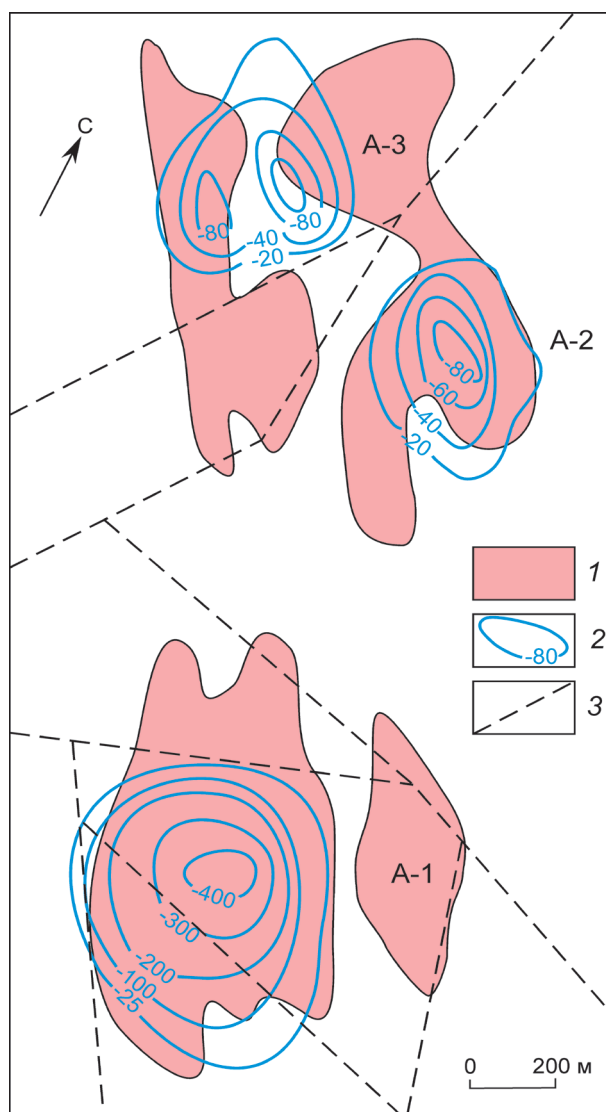


Схема результатов детальных геохимических и геофизических работ м-ба 1:10 000 (по К.П.Ситникову):

1 – вторичные ореолы рассеяния Pb \geq 0,01%; 2 – аномалии естественного поля, мВ; 3 – тектонические нарушения; участки: А-1 – Чекмарь, А-2 и А-3 – Гусяковский

аномалии А-3 вскрыты полиметаллические руды Гусяковского участка. Даже после подтверждения данных геохимических и геофизических работ на аномалиях А-3 и А-2 дальнейшее изучение аномалии А-1 не проводилось вплоть до 1976 г., когда три пробуренные скважины вскрыли массивные и прожилково-вкрапленные руды месторождения Чекмарь.

Открытие Тишинского полиметаллического месторождения на Рудном Алтае вне связи с результатами ранее проведенных литохимических съемок объясняется только невниманием геохимиков к собственным данным и не ставит под сомнение эффективность геохимических поисков. Месторождение выявлено в 1958 г. при картировочном бурении, сопровождавшем геолого-съёмочные работы. В 1954–55 гг. на этой площади проводились литохимическая съемка и геофизические исследования (метод ЕП) в м-бе 1:25 000. Несколько оконтуренных аномалий Pb частично совпали с аномалиями ЕП, некоторые из них оценивались как перспективные (А-8, А-10, А-18). Оценка базировалась в основном на близости к известному рудопроявлению (А-8) и на данных детальных геолого-геофизических работ на аномалиях А-10 и А-8. Другие известные в то время литохимические аномалии считались техногенными, образованными за счет рассеяния рудных элементов при транспортировке руд с Лениногорского рудника. Ореол А-12, связанный, как выяснилось позднее, с Тишинским полиметаллическим месторождением, был признан бесперспективным. Между тем, результаты изучения морфогенетических особенностей вторичного ореола Тишинского полиметаллического месторождения, специфические (неблагоприятные для литохимических съемок) условия залегания рудного тела в борту долины под наносами мощностью 20–40 м должны были привлечь внимание геохимиков к его оценке. Редкость обнаружения аналогичных наложенных ореолов, четко проявленных на дневной поверхности, объясняется возможностью их образования только при крупном масштабе коренного оруденения. Приведенный пример показывает, что выявление аномалий, предположительно относимых к числу наложенных ореолов рассеяния, всегда представляет большой практический интерес.

Примерами открытий, сделанных за рубежом с помощью геохимических методов, служат свинцово-цинковые месторождения Леди-Лоретта, Мак-Артур, Вудлоу, виллемитовые ($Zn_2[SiO_4]$) Белтана и Аруна в Австралии [1]. Участок месторождения Леди-Лоретта [5] расположен в 2 км восточнее медного рудника Леди-

Анна, известного с начала прошлого века. На участке рудного поля продолжались разведочные работы, детальное поверхностное и подземное картирование, электроразведочные работы (метод ВП) и литохимические съемки по вторичным ореолам рассеяния Си. Сопоставление геологического строения месторождения Леди-Анна с известным свинцово-цинковым Маунт-Айза показало их сходство. Для проверки предположения о возможном наличии полиметаллического оруденения в пределах рудного поля месторождения Леди-Анна каждая десятая проба была проанализирована на Pb, Zn и Ag. В результате оконтурилась обширная комплексная свинцово-цинково-серебряная аномалия, не совпадающая с аномалиями ВП. Буровые скважины, пройденные на геофизических аномалиях, вскрыли лишь горизонты карбонатных сланцев с вкрапленностью пирита. Детализация геохимической аномалии по сети 122×30,5 м позволила уточнить контур вторичного ореола рассеяния и определить его линейные размеры ~1000×500 м. Разведочные скважины вскрыли богатые свинцово-цинково-серебряные руды с запасами по состоянию на 1973 г. 8,7 млн т при среднем содержании Pb 6,7%, Zn 18,1%, Ag 110 г/т [5]. Оруденение приурочено к толще карбонатных сланцев и доломитовых алевролитов, смятых в синклинальную структуру северо-восточного направления. Протяженность рудного тела по простиранию 720 м, по вертикали 460 м при средней мощности 25 м.

Ряд крупных полиметаллических месторождений открыт при литохимических съемках на территории Канады (серебро-свинцово-цинковое месторождение Хуски), Франции, Ирландии. При разбуривании комплексных литохимических ореолов рассеяния в пределах Армориканского массива в 1968 г. выявлено колчеданно-полиметаллическое месторождение Боденек, а в 1975 г. – Порт-о-Муан, относящееся к тому же типу. В Ирландии четыре промышленных месторождения свинца и цинка позволили увеличить продукцию горной промышленности страны в 80 раз [6]. Стратиформное свинцово-цинковое месторождение Наван, перекрытое ледниковым тилем мощностью 2,5 м, обнаружено при литохими-

ческой съемке по сети 150×150 м [6]. Максимальные содержания во вторичном ореоле рассеяния составили: Zn 0,16, Pb 0,024%. Отметим, что эта литохимическая аномалия находится на окраине города вблизи шоссе и железной дорог и промышленного предприятия, что легко позволяло отнести ее к разряду техногенных.

Выдающиеся геологические результаты достигнуты китайскими геохимиками в процессе выполнения государственной программы региональных геохимических исследований на всей территории Китая. Программа предполагала опробование речных осадков в м-бе 1:200 000 (в отдаленных и сложных районах – в м-бе 1:500 000). К концу 1995 г. работы были полностью завершены на площади 5,3 млн км². В итоге составлены геохимические карты по отдельным провинциям, металлогеническим областям (поясам) и всей стране в целом. Анализ данных материалов позволил выявить и оценить 579 месторождений, из которых 54 крупные, 180 средние, 345 мелкие, в их числе 137 месторождений цветных металлов [4].

Геохимические методы поисков рудных месторождений активно используются иностранными геологическими службами и горнорудными компаниями на всех стадиях геологоразведочного процесса. 135 из 150 крупнейших компаний выделяют на геохимические съемки около 12–15% своих бюджетов [1]. Повышенный интерес к геохимическим методам обусловлен

их относительно низкой стоимостью и высокой надежностью получаемых результатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Матвеев А.А.* Геохимические поиски месторождений полезных ископаемых (краткий курс лекций). – М.: МГУ, 2003.
2. *Стратегия* геохимических поисков рудных месторождений. – Новосибирск: Наука, 1980.
3. *Теоретические* аспекты миграции элементов-индикаторов рудных месторождений и математические методы обработки геохимической информации. Ч. II. Примеры обнаружения рудных тел и месторождений с помощью геохимических методов. – М.: ИМГРЭ, 1974.
4. *У Чуаньби.* Разведочная геохимия в Китае: научные основы и практическое применение // Геологическое изучение и использование недр. Научно-технический информационный сборник. М., 1997. Вып. 2. С. 3–12.
5. *Cox R., Curtis R.* The discovery of the Lady Loretta zinc-lead-silver deposit, Northwest Queensland, Australia. A geochemical exploration case history // *J. Geochem. Explor.* 1977. № 8. P. 189–202.
6. *Morrissey C.J., Romer D.M.* Mineral exploration in glaciated region of Ireland // *Prospecting in areas of glacial terrain.* London, IMM. 1973. P. 45–53.

Миляев Сергей Анатольевич,
кандидат геолого-минералогических наук
sermil52@yandex.ru

PRACTICE OF GEOCHEMICAL EXPLORATION FOR POLYMETALLIC DEPOSITS

S.A.Milyaev

Case histories from Russian and foreign practice of geochemical exploration for polymetallic deposits are presented.
Key words: case history, polymetallic deposits, geochemical exploration.