Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института
им. Г.В.Плеханова, т.ХУШ, вып.2, 1975 г.

РАЗВЕДКА ПОГРЕБЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ БОКСИТОВ КАРСТОВОГО ТИПА

Д.А.ВЕНКОВ

О методике разведки платформенных месторождений бокситов карстового типа опубликовано сравнительно мало работ [1–3, 5, 6]. В них рекомендации по форме и плотности разведочных сетей даются с учетом применяемых на практике, без обоснования и анализа. Изменчивость тел бокситов на месторождениях рассматриваемого типа практически не изучалась, хотя по месторождениям бокситов геосинклинального типа аналогичные исследования проводил Ю.М.Родченко [4].

Меловые континентальные отложения, с которыми связаны месторождения бокситов Тургайского прогиба, залегают в карстовых и эрозионно-карстовых впадинах в домеловом рельефе фундамента и повсеместно перекрыты чехлом рыхлых кайнозойских осадков мощностью от нескольких метров до 100 м и более. Мощность континентальных отложений мела равна десяткам метров, а в отдельных глубоких впадинах достигает 250 м.

В условиях западного борта Тургайского прогиба карст наиболее интенсивно формировался вдоль контактов известняков с алюмосиликатными породами и по тектонически нарушенным зонам. Наиболее широко развиты различные по своему происхождению карстовые воронки, но при благоприятных для карста условиях образуются также котловины и полья. В плане воронки имеют обычно овальную, близкую к изометричной форму с диаметром от нескольких метров до 200–300 м и большую, иногда превышающую размеры в плане, глубину. Котловины наиболее часто имеют длину 350–500 м при ширине от 150 до 250 м, но иногда длина котловин может превышать 1 км, а ширина достигает 400–500 м. Реже наблюдаются изометричные котловины. Полья встречаются редко. Они имеют вытянутую или изометричную форму в плане, и их размеры обычно превышают километр, достигая 2–3 км.

В пределах одного месторождения могут быть выделены от нескольких до ста и более различных рудовмещающих впадин. Для карстовых мес-

торождений бокситов Тургайского прогиба характерны три подтипа:

1. Карстово-воронковый. Бокситоносные отложения приурочены к группе карстовых воронок, изредка к небольшим котловинам. Распространен широко, но самостоятельного промышленного значения обычно не имеет (Озерное, Северо-Ливановское и другие месторождения).

2. Карстово-котловинный. Наряду с карстовыми воронками, значительное развитие имеют котловины, с которыми и связана основная масса бокситоносных отложений. Представляет значительный промышленный интерес (Белинское, Аятское и другие месторождения).

3. Карстово-польевый. Характерно наличие, наряду с карстовыми воронками и различными котловинами, одного или нескольких польев. Встречается редко, но может представлять промышленный интерес (Краснооктябрьское месторождение).

В одной рудовмещающей впадине можно выделить десятки рудных тел, различных по величине и форме. Наиболее широко распространены лентообразные и вытянутые в плане рудные тела с неровным контуром. В вертикальном разрезе чаще наблюдаются линзообразные, конусообразные и сложнопостроенные формы.

Резко преобладают тела, имеющие ширину 50-100 м и протяженность 150-350 м.

Выбор разведочных систем и плотность сети, как известно, зависят от степени и характера изменчивости рудных тел. Автор изучал изменчивость формы рудных тел, мощности и качества бокситов (содержаний глинозема, кремнезема и железа). Исследования показали случайную изменчивость основных параметров тел бокситов (табл. 1), что позволило для оценки характера и степени изменчивости прибегнуть к методам математической статистики. Были вычислены коэффициенты вариации V мощности, протяженности, ширины и содержаний основных компонентов.

Изменчивость рудных тел

Параметр рудного тела	Число рудных тел	Число наблюдений	Коэффициент вариации V, %
Протяженность	93	93	50,1
Ширина	93	600	64,1
Мощность	12	340	85,5
Содержание			
кремнезема	12	340	40,2
глинозема	12	340	9,4
железа	12	340	49,7

Наибольшую изменчивость имеют мощность и форма рудных тел. Коэффициент вариации мощности для отдельных тел бокситов меняется от 66,1 до 103,2% (при среднем 85,5%).

Изменчивость мощности была дополнительно исследована автокорреляцией. Автокорреляция проводилась по двум взаимноперпендикулярным направлениям выявлением связи между двумя соседними замерами мощности рудного тела при различных расстояниях между точками наблюдения.

Для большинства рудных тел связь между мощностями по ширине появляется лишь при сети наблюдений 50 м и становится более устойчивой при расстоянии между точками 25 м. Это показывает, что только при такой густоте сети начинают улавливаться действительные очертания рудных тел и геометризация их становится близкой к истинной.

Принимая во внимание, что при густоте сети менее 25–50 м исследуемые параметры являются независимыми случайными величинами, можно определять погрешность их среднего арифметического

$$\lambda = t\frac{S}{\sqrt{n}},$$

где t – коэффициент вероятности; S – среднеквадратичное отклонение; n – число наблюдений.

Пределы колебания параметров для распределения близкого к нормальному

$$\bar{X} - t\frac{S}{\sqrt{n}} < \bar{X} < \bar{X} + t\frac{S}{\sqrt{n}}.$$

Например, для рудного тела при среднем содержании кремнезема $\bar{X} = 13{,}84$ и ошибке среднего $\lambda_{5\%} = 0{,}77$ доверительные границы:

$$13{,}07 < \bar{X} < 14{,}61.$$

Наиболее вероятное содержание кремнезема 13,84, пределы колебаний (в 95% доверительных границ) от 13,07 до 14,61%.

Зная величину S, можно вычислить погрешность определения среднего значения параметра по заданному n. Значение t в 95% доверительных границ можно приближенно принять равным двум.

С учетом результатов исследований изменчивости задача разведки практически сводится к выявлению размеров и общей формы рудных тел, при этом из средних содержаний основных компонентов наибольшую погрешность будет иметь определение содержания железа.

На стадии детальных поисков покровные отложения не позволяют получать достоверных данных о форме и размерах отдельных рудных тел. Не дает такой информации и применение геофизических методов. Каменистые бокситы обладают магнитной восприимчивостью. Интенсивность и размеры аномалий, по которым можно выделять тела бокситов, зависят от наличия и распределения этой литологической разности, что совершенно не отражает границ рудного тела.

Таким образом, форма и размеры рудных тел проявляются постепенно, по мере сгущения сети выработок. Это исключает рекомендации о применении разведочной сети определенной (квадратной, прямоугольной и т.п.)формы с первой стадии геологоразведочных работ для различных по форме рудных тел, как это предлагают некоторые исследователи [2,3] .

Для выбора рациональной сети предварительной разведки по трем месторождениям была проанализирована форма всех разведанных рудных тел (размером более 150 м) и при этом оказалось, что от общего числа 24% составляют лентовидные и 21% изометричные. Изометричные тела имеют обычно небольшие размеры (200–250 м).

Учитывая, что по форме в плане резко преобладают лентовидные и вытянутые рудные тела (79%), для первой стадии разведки рекомендуется разведочная сеть с прямоугольной ячейкой, Статистическая обработка параметров всех разведанных рудных тел показала, что ширина имеет моду около 70 м при среднем значении 131 м и большую изменчивость (V = 64,3%), наиболее часто встречаются рудные тела протяженностью 200–300 м. Поэтому оптимальным будет расстояние между линиями 100 м и между скважинами на линиях 50 м.

Все скважины разбуриваются в направлении от рудного подсечения к внешнему контуру залежи. Ориентировка разведочных линий принимается единой – вкрест простирания основных структур фундамента. Благодаря большому разнообразию форм и размеров рудных тел, сеть 100х50 м весьма неравномерно освещает различные тела бокситов и отдельные их участки.

В этих условиях, по мнению автора, неверно применять для разведки месторождения единую стандартную сеть. Необходимо дифференцированно подойти к плотности разведочной сети по отношению к различным телам бокситов в зависимости от их размеров по площади, степени и характера изменчивости морфологии и мощности, а также сложности внешнего контура.

Для детальной разведки предлагается дифференцированная разведочная система (в основе которой лежат разведочные линии), позволяющая в зависимости от размеров и сложности строения рудного тела переходить от одной плотности сети разведочных выработок к другой. Скважины на линиях могут задаваться на различных расстояниях. При этом для обеспечения достоверных данных о средних мощностях и качественной характеристике бокситов должны соблюдаться основные принципы: параллельность линий разведочных пересечений; выдержанность расстояний между сечениями для одного тела или однородного по строению участка; кратность расстояний между сечениями (200; 100; 50; 25 м); кратность расстояний между скважинами на разведочной линии (100; 50; 25 м).

При разведке погребенных карстовых месторождений бокситов размеры и формы рудных тел выявляются только в процессе работ, поэтому на стадии детальной разведки большое значение приобретает корректировка разведочной сети в зависимости от получаемых в процессе работ

геологических результатов.

При детальной разведке предлагается выделить: опорную сеть, корректирующие выработки.

В основе выбора опорной сети лежит минимальное число разведочных линий и рудных пересечений для квалификации запасов категории C_1. При определении этого минимума учитывались: необходимость получения надежного рудного контура, уменьшение ошибок интерполяции и условно принятая допустимая погрешность.

Минимальное число разведочных линий и пересечений для рудных тел соответственно:

Пластообразные и плосколинзообразные с относительно устойчивой мощностью	4	12
Линзообразные выпуклые и асимметричные конусообразные и гиездообразные с неустойчивой мощностью	5	15

Если принять, что все пересечения будут независимы, то максимальная ошибка среднего значения мощности бокситов в 95% доверительных границ в относительных процентах равна ±40.

В каждой рудовмещающей впадине обычно выделяются от одного до трех относительно крупных тел бокситов, которые предлагается называть основными. Они определяют запасы и качество бокситов и именно их необходимо детально разведывать.

Основные тела сопровождаются большим числом мелких, второстепенных рудных тел, отстройка внешнего контура и формы которых, по принятой для основных тел сети, носит условный характер. Затрачивать объемы работ на их детальную разведку нецелесообразно, их строение должно уточняться на стадии эксплуатационной разведки.

Обобщая все сказанное, для основных рудных тел размером более 150 м при детальной разведке опорная сеть равна:

Лентовидные и вытянутые рудные тела протяженностью более 500 м	100х50
Слабо вытянутые и изометричные рудные тела. Вытянутые тела протяженностью 500–200 м	50х50
Вытянутые тела протяженностью менее 200 м	50х25

Как видно, первая опорная сеть для крупных лентовидных и вытянутых тел после предварительной разведки остается без изменения.

Корректирующие выработки применяют при: 1) неуверенной увязке между двумя соседними разрезами; 2) неуверенной увязке рудного тела в разрезе по линии; 3) сильной изрезанности и прихотливости контура рудных тел первоочередной отработки.

В первом случае рекомендуется задавать промежуточные линии; во втором – дополнительные скважины на разведочных линиях.

Уточнение внешнего контура рудных тел, для исключения потерь бокситов в бортах карьера или излишних объемов вскрыши, на стадии детальной разведки предлагается проводить только для залежей пер-

воочередной отработки. Для этого задаются дополнительные скважины по линиям на внешнем контуре и, в отдельных случаях, короткие промежуточные линии (2–3 скважины).

Применение для детальной разведки погребенных карстовых месторождений бокситов дифференцированной системы разведочных выработок позволит значительно повысить достоверность разведочных работ и уменьшить число безрудных скважин.

Литература

1. Кирпаль Г.Р. Методика поисков и разведки месторождений бокситов Тургайского прогиба. В кн.: Материалы по методике разведки полезных ископаемых. Госгеолтехиздат, 1962.

2. Кирпаль Г.Р. О плотности сети разведочных выработок на месторождениях бокситов Казахстана. "Разведка и охрана недр", 1966, № 5.

3. Кусов Н.К. Методика поисков и разведки месторождений бокситов в районах Приангарья. Тр. СНИИГГИМС, 1969, вып. 88.

4. Родченко Ю.М. Анализ плотности разведочной сети. "Советская геология", 1964, № 7.

5. Ткаченко О.А., Новопашин Г.С. Мугайское месторождение бокситов, методика его поисков и разведки. "Разведка и охрана недр", 1967, № 7.

6. Тюрин Б.А. Месторождения гиббситовых бокситов Казахстана и методика их поисков. В кн.: Геология, горное дело, металлургия, Металлургиздат, 1956, сб. № 14.