Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. ХХУ, 1978 г.

О ГУСТОТЕ РАЗВЕДОЧНОЙ СЕТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ БОКСИТОВ ТУРГАЙСКОГО ПРОГИБА

Н.А.АГЕЕВА, Р.А.АРСЕНЬЕВ, Д.А.ВЕНКОВ,
О.В.ЛЕПИН, Ю.А.ЛЕПИНА, Л.П.МИХТИНА

Бокситовые месторождения Тургайского прогиба, являющиеся одной из сырьевых баз глиноземной и алюминиевой промышленности СССР, известны с 1931 г. Эти месторождения относятся к платформенным карстовым и карстово-эрозионным. Они связаны с локально распространенными континентальными верхнемеловыми и нижнепалеогеновыми отложениями и образуют три разобщенные группы: Западно-Тургайскую, Центральную и Восточно-Тургайскую, из которых промышленное значение имеют лишь первая и третья.

Особенности геологического строения и генезиса месторождений бокситов Западно-Тургайской и Восточно-Тургайской групп в целом аналогичны, однако в первой группе залежи боксита имеют большую мощность, более сложное строение в плане и в разрезе, несколько более изменчивы и залегают на больших глубинах, чем в восточной части Тургайского прогиба.

Согласно Инструкции[x], месторождения Тургайского прогиба относятся к типам II и III: тип II – пластообразные и крупные линзообразные залежи с невыдержанным качеством бокситов; тип III – средние по размерам линзообразные залежи с невыдержанным качеством бокситов. Для таких месторождений рекомендуются расстояния между выработками, соответственно: для категории B – по простиранию 75–100 и 50–75 м, по падению 50–75 и 25–50 м; для категории C_1 – по простиранию 150–200 и 75–100 м, по падению 100–150 и 50–75 м.

Выбор оптимальной густоты разведочной сети на месторождениях бокситов этого района имеет большое значение для повышения экономической эффективности геологоразведочных работ и получения достоверных данных для проектирования и строительства бокситовых рудников. Опыт показывает, что из-за сложной морфологии рудных тел бокситов и сильной изменчивости их качества обнаруживаются значительные расхождения данных эксплуатации с данными детальной разведки: при разведке запасы боксита чаще оказываются меньшими, а качество завышенным.

---

[x] Инструкция по применению классификации запасов к месторождениям бокситов. М., Госгеолтехиздат, 1962.

При исследованиях, выполненных совместно группой сотрудников Ленинградского горного института и Тобольской комплексной партии Северо-Казахстанского территориального геологического управления, решалась проблема выбора рациональных разведочных систем для месторождений бокситов Тургайского прогиба. Предлагаемые рекомендации по густоте разведочной сети основаны на анализе изменчивости морфологии, качества и условий залегания ряда рудных тел бокситов различных типов, выполненном с применением геологических и математических методов, а также на результатах сопоставления данных детальной и эксплуатационной разведки по наиболее типичным и хорошо изученным телам бокситов Восточно-Тургайской группы месторождений.

Прежде чем говорить о выборе густоты разведочной сети, необходимо иметь четкое представление об объекте разведки, о наиболее целесообразном виде разведочных выработок и о требуемой конфигурации разведочной сети.

Выбор объекта разведки на изучаемых месторождениях представляет более трудную задачу, чем это может показаться на первый взгляд. Требования ГКЗ предусматривают подсчет запасов по отдельным рудным телам бокситов. Однако само понятие о рудном теле бокситов на тургайских месторождениях неоднозначно. Наиболее поздняя и четкая формулировка его дана Д.А.Венковым[x], но и она не позволяет надежно геометризовать в пространстве и идентифицировать эти тела. Положение осложняется также частым и незакономерным чередованием в вертикальном разрезе месторождений бокситов, различных глин и некондиционных пород и отсутствием каких-либо маркирующих горизонтов.

Поскольку рудные тела кондиционных бокситов выделяются в составе бокситоносной пачки пород по результатам химического опробования, а сравнительно надежная увязка бокситовых интервалов по соседним выработкам возможна лишь при густых разведочных сетях, мы предлагаем считать объектом разведки на стадии поисков и на этапе предварительной разведки всю бокситоносную пачку пород. Эта пачка хорошо выделяется литологически, имея в качестве нижней границы кровлю горизонта пестроокрашенных верхнемеловых глин, а в качестве верхней – подошву пестроцветных глин.

Отдельные рудные тела бокситов могут, по нашему мнению, служить самостоятельными объектами лишь для детальной и эксплуатационной разведок.

Практически единственным техническим средством разведки на месторождениях бокситов Тургайского прогиба является механическое колонковое бурение. Что же касается конфигурации разведочной сети, то нашими исследованиями установлена сложная и разноориентированная даже в пределах одного и того же рудного тела анизотропия изменчивости мощности и качества бокситов. Поэтому при детальной разведке наиболее целесообразно применять квадратную форму сетей выработок.

В процессе исследований обоснование требуемой густоты разведочной сети проводилось для стадии детальной разведки рудных тел бокситов, которые были сгруппированы в четыре морфологических типа по форме в плане (согласно Д.А.Венкову): изометрические, слабо вытянутые, сильно вытянутые, лентовидные.

---

[x] Д.А. Венков. Разведка погребенных месторождений бокситов карстового типа. – Зап. ЛГИ, 1975, т. 68, вып. 2.

Геологический анализ изменчивости мощности и условий залегания был выполнен с помощью построения планов изопахит, гипсометрических планов подошвы рудных тел и геологических разрезов по рудным телам Восточно-Тургайской группы месторождений на основании данных эксплуатационной разведки (при густоте сети в основном I2,5 х I2,5 м). Это позволило выделить аномальные по данным показателям блоки и «безрудные окна". В результате группировки таких блоков по размерам и конфигурации можно сделать следующие основные выводы:

I. Независимо от формы рудных тел в плане и их размеров большая часть «безрудных окон" (около 65%) имеет площадь менее 400 м^2, изометрическую, реже вытянутую форму. Эти «окна" могут быть надежно выявлены при расстоянии между выработками I5 м и менее. При расстояниях между выработками 20–25 м обеспечивается выявление около 30% «безрудных окон", а при расстояниях 30–40 м – около I5%. При разведочной сети 50 х 50 м и реже прерывистость рудных тел практически не выявляется.

2. При расстояниях между выработками 20–25 м может быть обнаружено лишь около 25% аномальных по мощности боксита блоков, при 30–40 м – около I5%, а при расстояниях 50 м и более правильного представления о положении раздувов и пережимов в рудных телах получить нельзя. Аналогичное положение наблюдается и для блоков, аномальных по условиям залегания подошвы боксита.

Таким образом, для выявления прерывистости рудных тел и аномальных по мощности боксита и условиям залегания участков этих тел требуется разведочная сеть гуще, чем 25 х 25 м, которая соответствует стадии эксплуатационной разведки на исследуемых месторождениях.

Для изучения изменчивости содержания окиси алюминия были отстроены и проанализированы планы изосодержаний Al_2O_3. Установлено, что на изучаемых месторождениях преобладают бокситы с содержанием Al_2O_3 от 40 до 52%. Залегающие на участках, значительных по площади, с неровными контурами территории, на которых содержание этого компонента в бокситах составляет менее 40% и более 52%, встречаются редко и распределены неравномерно.

Наиболее часто наблюдается ровная и полосчатая структура изменчивости содержания глинозема, значительно реже встречается пятнистая структура изменчивости. Анизотропия изменчивости качества проявляется не у всех рудных тел, причем иногда отмечается бо́льшая изменчивость в направлении удлинения рудных тел. Мелкие элементы в структуре изменчивости качества бокситов надежно выявляются лишь при густоте сети 25 х 25 м и плотнее.

Исследования статистическим методом и методом В.В.Богацкого показали, что изменчивость содержаний в бокситах Al_2O_3, SiO_2 и Fe_2O_3 в 2–3 раза ниже, чем изменчивость мощности рудных тел. Учитывая также результаты геологического метода исследования изменчивости этих параметров, можно сделать вывод: ведущим параметром при определении густоты разведочной сети является мощность боксита. Поэтому нами не рассчитывались расстояния между выработками с использованием показателей изменчивости содержаний основных компонентов боксита, и в дальнейших рассуждениях эти показатели также не будут учитываться.

Поскольку для рудных тел Восточно-Тургайской группы месторождений была выявлена сложная структура изменчивости мощности бокситa, расчеты необходимых расстояний между разведочными выработками для этих тел проводились как по каждому геологическому блоку, так и по рудным телам в целом. При этом использовались методы вариационной статистики ($\delta_{отн}$ = 10%; t = = 1), В.В.Богацкого ($\Delta_{пр}$ = 0,1) и Д.А.Казаковского (R = 0,05). Для месторождений Западно-Тургайской группы аналогичные расчеты выполнены только по рудным телам, так как достаточных сведений о структуре изменчивости этих тел не имелось.

Использованные нами математические методы дают сопоставимые результаты (табл.1), позволяющие выработать определенные рекомендации по густоте разведочной сети. Характерно, что для разных геологических блоков однотипных рудных тел плотность сети получается резко различной, что отражает сложную структуру изменчивости мощности в пределах рудных тел. Поэтому плотность сети детальной разведки должна быть дифференцированной и подлежит уточнению в процессе изучения рудного тела. Общие же рекомендации по густоте разведочной сети могут быть даны лишь применительно к наименее изменчивым блокам рудных тел или к рудным телам в целом; в дальнейшем такую сеть будем называть «опорной" (по Инструкции ГКЗ, 1962 г.).

На основании данных табл.1 расстояния между скважинами в опорной сети можно принять равными 20–35 м – для мелких рудных тел независимо от их формы; 30–50 м – для средних рудных тел любой формы; 50–100 м – для крупных сильно вытянутых и лентовидных рудных тел.

Анализ автокорреляционной функции мощности показал, что значения мощности бокситa остаются взаимозависимыми величинами (для Восточно-Тургайской группы месторождений) при расстояниях между выработками (не более): 37,5 м – для средних изометрических тел; 25–37,5 м – для мелких слабо вытянутых тел; 25–50 м – для крупных сильно вытянутых и лентовидных тел; 12,5 м – для мелких изометрических и сильно вытянутых тел, а также для средних лентовидных тел. Для Западно-Тургайской группы при имеющейся густоте сети (50 х 50 м и реже) взаимосвязь значений мощности не установлена.

Эти цифры показывают, что для надежной геометризации рудных тел бокситa определенные выше расчетным путем расстояния между выработками следует уменьшить.

Одним из надежных способов определения полноты и достоверности данных детальной разведки с целью решения вопроса о выборе оптимальной плотности разведочной сети справедливо считается сопоставление этих данных с результатами разработки месторождения. Нами выполнено сравнение данных детальной и эксплуатационной разведок по 10 рудным телам Восточно-Тургайской группы месторождений, которое показало значительные расхождения в определении морфологии рудных тел, их условий залегания и запасов бокситa. Так, принимая за эталон результаты эксплуатационной разведки, приходится констатировать, что при детальной разведке средняя мощность бокситa определяется с погрешностью 10,7–30% для мелких рудных тел, 12,9–18% для средних тел и 4,8–9,6% для крупных тел. Запасы, подсчитанные по изометрическим рудным телам, на основании данных детальной разведки сильно зани-

Таблица 1

Результаты расчета густоты разведочной сети математическими методами для месторождений бокситов Тургайского прогиба

Морфологические типы рудных тел	Подтипы по размеру рудных тел	Расстояние между выработками (м), определенное различными методами								
		вариационной статистики			В.В.Богацкого			Д.А.Казаковского		
		Восточно-Тургайская группа		Западно-Тургайская группа	Восточно-Тургайская группа		Западно-Тургайская группа	Восточно-Тургайская группа		Западно-Тургайская группа
		по блокам	по рудным телам		по блокам	по рудным телам		по блокам	по рудным телам	
Изометрические	Мелкие	7-10	20	18-28	9	12	27-43	12	24	26-32
	Средние	28-57	44	-	19-24	32	-	22-45	55	-
Слабо вытянутые	Мелкие	7-41	38-41	25	9-30	25-30	33	8-41	29-41	33
	Средние	-	-	36	-	-	45	-	-	28
Сильно вытянутые	Мелкие	10-29	18-21	28	10-16	19-20	36	12-16	19-26	32
	Крупные	10-74	68-115	-	9-68	48-74	-	12-60	67-101	-
Лентовидные	Мелкие	-	-	21	-	-	24	-	-	-
	Средние	15-22	44	30-42	16-23	36	31-46	16-21	36	28-48
	Крупные	68-79	97	41	48-62	68	56	58-72	94	47

жены (на 43-57,9%). Аналогична картина и для лентовидных рудных тел, а в группе сильно вытянутых наблюдается как занижение, так и завышение запасов.

Следовательно, применявшуюся при детальной разведке исследуемых месторождений густоту сетей 50 х 50 и 50 х 100 м следует признать недостаточно плотной.

Как известно, при наличии на месторождении детально и сверхдетально разведанных участков для определения необходимых и достаточных расстояний между выработками с успехом может быть применен метод разрежения разведочной сети. Поэтому для Восточно-Тургайской группы месторождений был использован метод последовательного разрежения сети эксплуатационной разведки от 12,5 х 12,5 м до 75 х 75 м (25 х 25 м, 37,5 х 37,5 м, 50 х 50 м, 75 х 75 м). При каждой плотности сети учитывались все возможные варианты положения ее начального пункта, а в каждом варианте определялись средняя мощность боксита, дисперсия, относительная погрешность среднего значения мощности и относительное расхождение по отношению к эталонной мощности, за которую принималась мощность боксита, рассчитанная по данным эксплуатационной разведки. Если хотя бы один вариант обнаруживал относительную погрешность мощности, превышающую принятую величину (10%), соответствующая густота сети признавалась недостаточной.

Результаты исследований по методу разрежения (табл.2) показали, что для мелких рудных тел при любой их форме требуется разведочная сеть 12,5 х 12,5 м, для средних тел любой конфигурации - сеть 25 х 25 м и для крупных сильно вытянутых и лентовидных тел - сеть от 37,5 х 37,5 м до 50 х 50 м.

Таблица 2

Результаты определения густоты разведочной сети методом разрежения для месторождений боксита Восточно-Тургайской группы

Морфологические типы рудных тел	Подтипы по размерам рудных тел	Требуемая густота разведочной сети, м	
		по блокам	по рудным телам
Изометрические	Мелкие	12,5 х 12,5	12,5 х 12,5
	Средние	25 х 25	25 х 25
Слабо вытянутые	Мелкие	-	12,5 х 12,5
Сильно вытянутые	Мелкие	12,5 х 12,5	12,5 х 12,5
	Крупные	12,5 х 12,5 ÷ 37,5 х 37,5	37,5 х 37,5 ÷ 50 х 50
Лентовидные	Средние	-	25 х 25
	Крупные	37,5 х 37,5	37,5 х 37,5

Выводы

1. Главным параметром, определяющим выбор плотности разведочной сети на месторождениях бокситов Тургайского прогиба, является изменчивость мощности рудных тел и размеры их в плане.

2. Месторождения Западно-Тургайской и Восточно-Тургайской групп характеризуются не только сходными чертами геологического строения и генезиса, но и близкими значениями показателей изменчивости основных геолого-промышленных параметров. Поэтому для тех и других могут быть применены разведочные сети, аналогичные по густоте.

3. Для детальной разведки рудных тел бокситa целесообразно применять квадратную опорную сеть с расстояниями между выработками 15–30 м для мелких рудных тел, 25–40 м для средних рудных тел и 40–60 м для крупных рудных тел.

4. В процессе детальной разведки следует дифференцированно сгущать опорную сеть в пределах отдельных геологических блоков, учитывая при этом особенности изменчивости мощности рудных тел бокситов.

5. Для большинства мелких рудных тел требуется применение весьма плотных разведочных сетей, соответствующих стадии эксплуатационной разведки на изучаемых месторождениях. Такие рудные тела не могут являться объектами детальной разведки. Их рекомендуем изучать попутно с более крупными («главными») рудными телами по принятой для последних разведочной сети, относя запасы мелких тел к низким категориям разведанности.

6. Выявление прерывистости и аномальных по мощности бокситa и условиям залегания участков рудных тел может быть обеспечено только при эксплуатационной разведке.