

ШЕРЕМЕТ Е.М. (УкрНИМИ НАН Украины), СТРЕКОЗОВ С.Н. (Приазовская КГП),
ОМЕЛЬЧЕНКО А.А. (УкрНИМИ НАН Украины)

ВОПРОСЫ ОХРАНЫ СРЕДЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ РЕДКОМЕТАЛЬНО - РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУД ПОВЫШЕННОЙ РАДИОАКТИВНОСТИ ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ (УКРАИНСКИЙ ЩИТ)

Виявлена пряма кореляція между підвищеними содержаниями редкоземельних елементів в рудах и гамма-активністю по даним гамма-каротажу скважин, которая позволит составлять прогнозные планы горизонтов месторождения, как по содержаниям редкоземельных элементов, так и по уровням радиации. Правильность уровня прогнозной радиации должна будет проверяться полевыми радиометрами.

Виявлено прямий зв'язок між значними складом рідкоземельних елементів в рудах та гама-активністю по даним гама-каротажу скважин, яка дозволить скласти прогнозні плани горизонтів родовищ, як по змісту рідкоземельних елементів, так і по рівню радіації. Правильність рівня прогнозованої радіації повинна бути перевірена польовими радіометрами.

Direct correlation between the raised contents seldom ground elements in ores and scale - activity on the data scale of chinks which will allow to make forecasting plans of horizons of a deposit, both under contents seldom ground elements, and on levels of radiation is revealed. Correctness of a level forecasting radiation should be checked by field radiometers.

В Восточном Приазовье в результате планомерных поисковых и геолого-разведочных работ Приазовской КГП КП «Южукргеология» выявлен целый ряд месторождений и рудопроявлений повышенной радиоактивности. В настоящее время наибольший интерес представляет Азовское редкометалльно-редкоземельное месторождение. Оно еще не находится в стадии эксплуатации, но до начала его разработки необходимо исследовать направления мер обеспечения экологической безопасности. Эти направления следующие:

- природа радиоактивности и уровень радиации;
- возможности экспресс-оценки радиоактивности в процессе эксплуатации месторождения;
- влияние повышенной радиоактивности на здоровье рабочих и обеспечение мер их безопасности при работе;
- складирование отходов горно-обогатительного производства;
- разработка природоохранных мер экологической защиты. Ниже мы попытаемся рассмотреть два первых направления.

Судя по данным минералогического анализа, основными радиоактивными редкоземельными минералами на месторождении являются циркон, ортит, бритоцит и бастнезит, которые отличаются разным соотношением содержания урана и тория. Средние содержания на месторождении циркона составляют 19 кг на тонну породы; ортита – 6,4 кг на тонну породы, а бритолита – 8,8 кг/т. Средние содержания редких земель в этих минералах составляют (в %): в цирконе – 1,56; в ортите-29,0; в бритоците – 61,65.

О связи между содержаниями радиоактивных и редкоземельных элементов известно давно. В частности, в литературе отмечалось положительная криволинейная зависимость между суммой РЗЭ (от 0 до 8,0 %) и торием (от 0 до 0,2 %).

Исходя из этого, рудная минерализация имеет уран-ториевую природу радиоактивности.

Возможности экспресс-оценки радиоактивности в процессе эксплуатации месторождения.

Приазовской комплексной геологической партией в процессе разведки Азовского месторождения проведено сопоставление диаграмм гамма-каротажа масштаба 1:200 (ГК М 1:200) по 6 рудным скважинам (3,7,45,49,52 и 68) с данными опробования керн на диоксид циркония и сумму редкоземельных элементов (РЗЭ).

Проведенный ими анализ этих материалов показал, что распределение сумм РЗЭ в вертикальном разрезе рудоносных зон хорошо коррелируется за редким исключением с формой диаграмм ГК. Максимальным значениям сумм РЗЭ по керну соответствует максимальная гамма-активность, которая в рассмотренных скважинах достигает 500 мкР/ч, и, наоборот, минимальным содержанием РЗЭ соответствует пониженная гамма-активность (рис. 1). Иногда для получения

такого соответствия необходимо сместить по вертикали диаграмму ГК или распределения сумм РЗЭ (скв. 52 диаграмму).

На рис. 1 показаны наиболее выразительные примеры сопоставления диаграмм ГК и распределения сумм РЗЭ по рудоносным зонам в коре выветривания (скв. 3), в кристаллических породах (скв. 52) и в обоих случаях (скв. 45). Видно, что в коре выветривания, вскрытой скважиной 45, нет полного соответствия между обеими диаграммами: в интервале 34-43 м повышенной гамма-активности нет адекватного повышенного содержания сумм РЗЭ. Вероятно, это связано с размывом рудной минерализации или другими причинами.

Большая изрезанность диаграмм ГК по рудоносным зонам отражает сложность их строения, обусловленную чередованием интервалов оливин-амфиболовых щелочно-полевошпатовых сиенитов, которые обогащены цирконами и редкоземельными минералами, и представляют собой богатые цирконий-редкоземельные руды и кварцсодержащие безрудные сиениты.

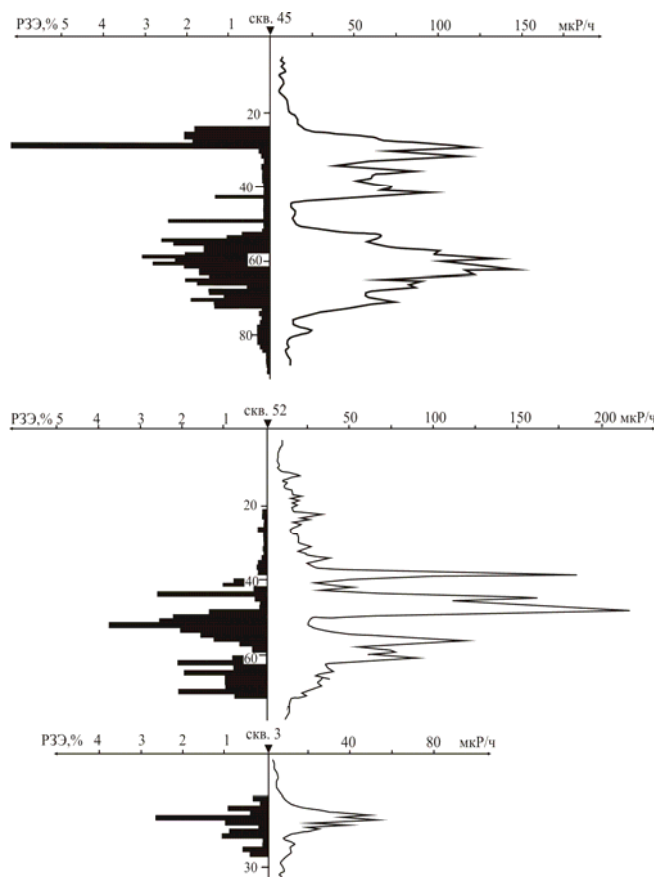


Рисунок 1 – Сопоставление диаграмм гамма-каротажа скважин и результатов опробования керна на сумму РЗЭ.

Наилучшее соответствие диаграмм ГК строению зон наблюдается тогда, когда мощность безрудных интервалов больше 1 м. При меньшей мощности происходит сложение гамма-активности от сближенных рудных интервалов. Имея это в виду, и руководствуясь принципом суперпозиции, а также симметричностью гамма-аномалий от рудных интервалов, сложные по форме кривые ГК расчленились на простые гамма-аномалии таким образом, что они представляли собой чередование интервалов повышенной и пониженной или фоновой гамма-активности. Благодаря этому приему, внутри рудоносных зон выделялись безрудные интервалы, которые до этого не были видны из-за наложения гамма-активности от соседних рудных интервалов. Мощность безрудных интервалов колебалась от 5-10 до 20-40 см. Сопоставление с данными опробования показывает, что они обычно включаются в рудную пробу. Поэтому значения гамма-активности по выделенным гамма-аномалиям внутри рудоносных зон не всегда соответствуют сумме РЗЭ.

С учетом этих особенностей отражения строения рудоносных зон на диаграммах ГК были выбраны 35 интервалов, по которым наблюдается наилучшее соответствие сумм РЗЭ гамма-активности. Их мощность равна или больше 1 метра, что резко снижает влияние скорости подъема скважинного прибора при записи диаграмм ГК масштаба 1:200. Для интервалов большой мощности вычислялось средневзвешенное значение суммы РЗЭ по 2-3 пробам. При выборе этих интервалов учитывалось некоторое несоответствие глубин залегания, а иногда и мощности рудных интервалов по диаграмме ГК и документации керна. Это явление имеет место на всех месторождениях полезных ископаемых даже с равномерным распределением рудного компонента при небольшой глубине залегания и простой форме залежи полезного ископаемого. Причин здесь много. Геологические данные обычно корректируются по материалам каротажа скважин.

По выбранным интервалам построена зависимость между суммами РЗЭ и гамма-активностью рудных интервалов (рис. 2). Обработка результатов сопоставления показала, что она может быть аппроксимирована уравнением параболы 3-й степени: $\Sigma РЗЭ = 0,084 + 0,0124 \times \gamma + 0,000043 \times \gamma^2 - 0,00000006 \times \gamma^3$, где: γ – гамма-активность интервала, мкР/ч.

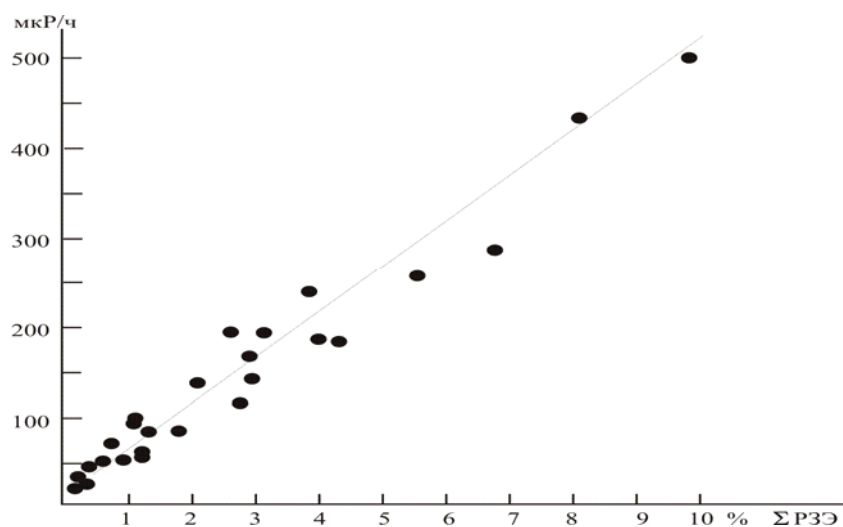


Рисунок 2 – Зависимость между гамма-активностью и суммами РЗЭ в редкоземельных рудах.

Относительное среднее отклонение от среднего значения равно 30,8%, коэффициент корреляции очень высокий и равен 0,98.

Выборка из 35 пар включает диапазон гамма-активности от 30-40 до 500 мкР/ч, а сумма РЗЭ от 0,2-0,3 до 10%. Она интересна тем, что позволяет определить значение гамма-активности, которое соответствует минимальной сумме РЗЭ, равной 0,4%, представляющей поисковый интерес. По рисунку 2 значение этой гамма-активности равно 35-40 мкР/ч при фоновой гамма-активности 12-15 мкР/ч.

Разброс точек в данной зависимости связан, по-видимому, с неодинаковым соотношением урана и тория в рудах, обусловленным разным соотношением легких и тяжелых лантаноидов: существенно цериевых или иттриевых групп РЗЭ. Это, в конечном итоге, определяется составом редкоземельных минералов. Возможно, в некоторых случаях имеет место повышение гамма-активности за счет цирконов при аномально высокой их концентрации. Хотя в целом сопоставление показывает, что влияние весьма незначительно.

Приведенные выше данные явились основой для выяснения строения и корреляции рудоносных зон по 4 профилям скважин (3 поперечных и 1 продольный). Один из поперечных профилей показан на рис. 3.

Наибольший интерес вызывает не столько корреляция рудоносных зон по диаграммам ГК, поскольку они и так хорошо прослеживаются по результатам опробования керна, сколько корреляция рудных интервалов внутри зон. Это возможно в связи с выдержанностью строения зон, которые представлены чередованием рудных и безрудных интервалов.

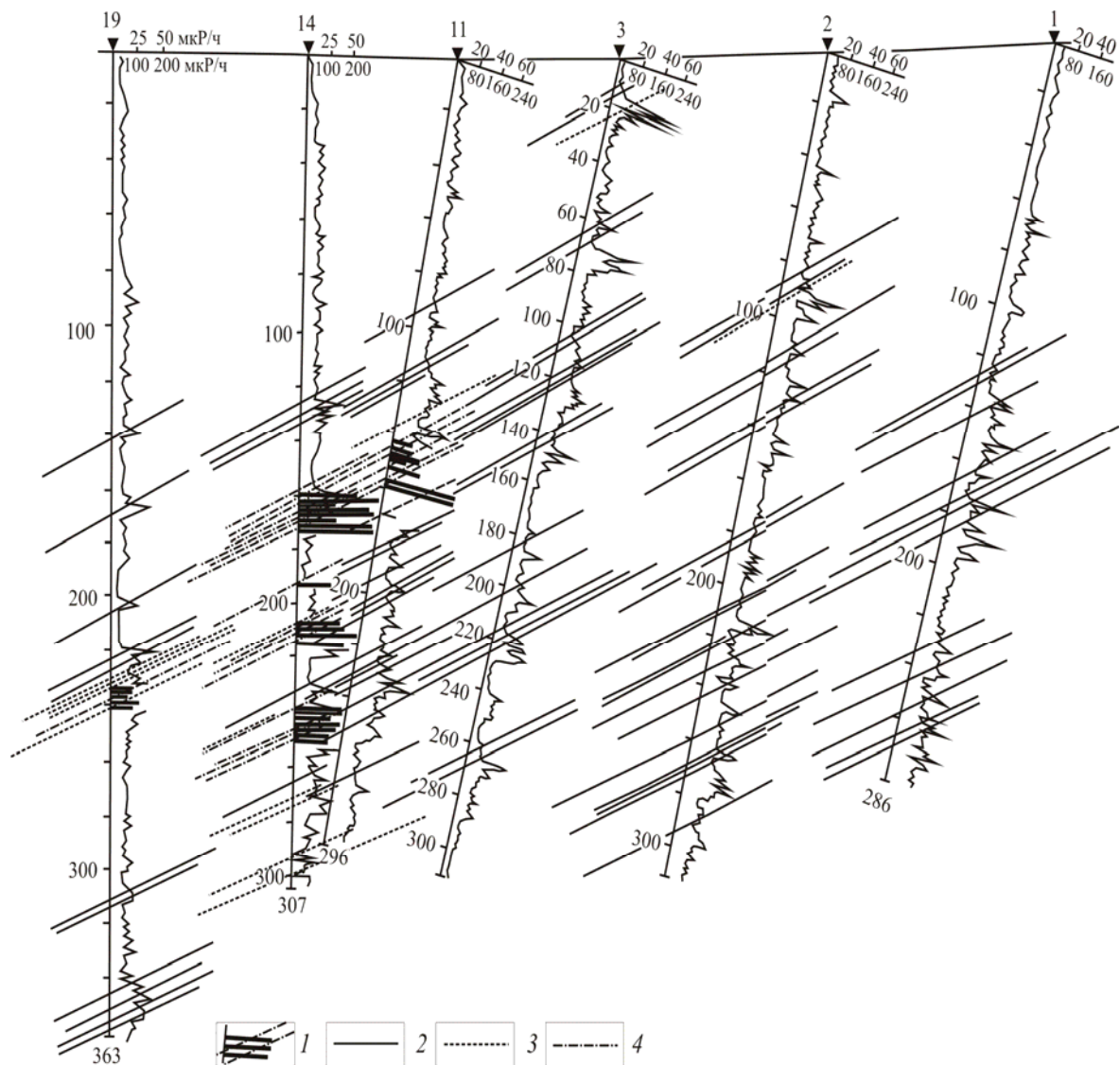


Рисунок 3 – Корреляция рудоносных зон и рудных интервалов по диаграммам ГК скважин по профилю XIII на месторождении Азовское:

1 - интервалы повышенной гамма-активности, которая соответствует сумме РЗЭ >1%; 2-4 - зоны редкоземельной минерализации, выделенные по диаграммам ГК скважин, разной гамма интенсивности: 2- 60-100 мкР/ч, 3- 100-200 мкР/ч, 4 - 200-300 мкР/ч.

Рудные интервалы изменяют свою гамма-активность от скважины к скважине, но не меняют свое положение в рудоносной зоне (рис. 4), хотя некоторые из них и выклиниваются, усложняя корреляцию. Однако, благодаря наличию реперных рудных зон, прослеживающихся по нескольким скважинам, возможна и корреляция других интервалов, даже несмотря на некоторые смещения по вертикали, связанные с подвижками по тектоническим нарушениям.

Рудоносные зоны сопровождаются (оперяются) небольшими повышениями гамма-активности (20-50 мкР/ч), которые иногда прослеживаются по 2-4 скважинам. Содержание суммы РЗЭ в них на уровне 0,1-0,3% (данные Приазовской КГП). Низкое содержание и диоксида циркония. Их выделение и корреляция по ГК имеет поисковый интерес, свидетельствуя о широком развитии процессов гидрогенеза и пневматолиза в массиве кварцевых сиенитов.

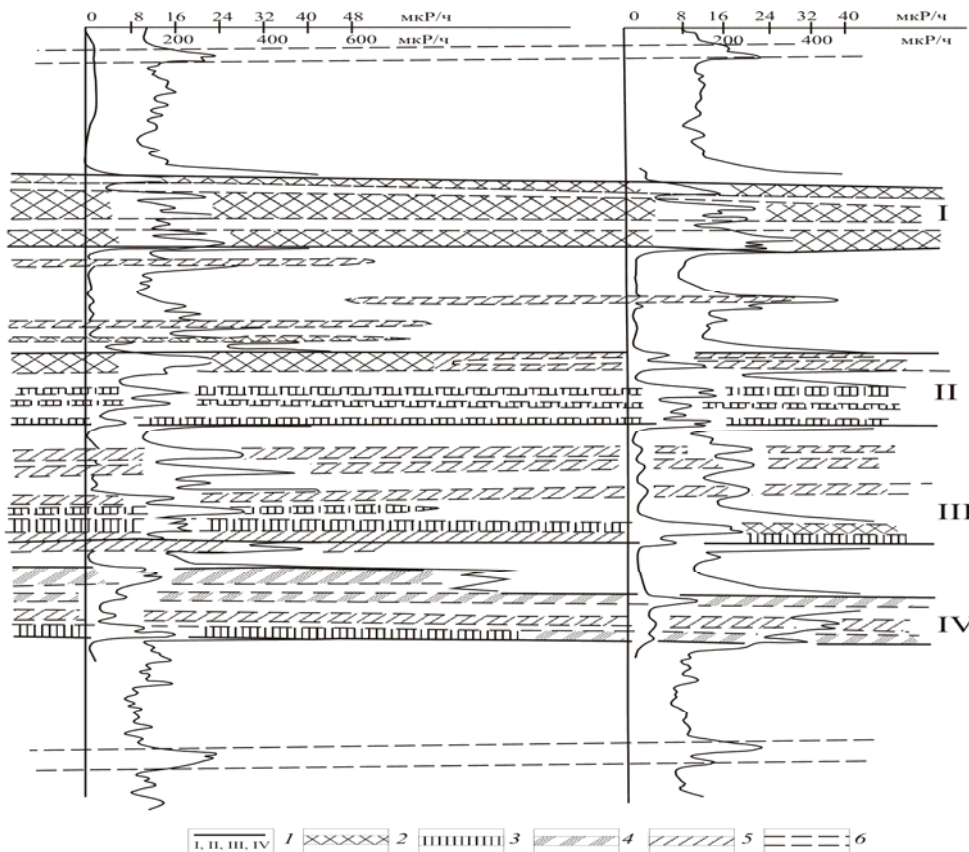


Рисунок 4 – Фрагмент выделения и расчленения рудоносных зон, детальной корреляции их строения и содержания $\Sigma PZ\bar{E}$ по диаграммам гамма-каротажа скважин 47 и 48:

1- рудоносные зоны и их номера, 2-6- рудные интервалы редких земель по ГК с содержанием $\Sigma PZ\bar{E}$,%: 2- (5-7), 3- (3-5), 4- (1-3), 5- (0,5-1), 6-(<0,5).

Таким образом, гамма-каротаж скважин на месторождении имеет высокую эффективность в смысле выделения рудоносных цирконий-редкоземельных зон, установления их строения и корреляции по профилям скважин. Данные ГК М 1:200 можно использовать для оценки качества руд, хотя для этой цели более эффективны были бы диаграммы ГК М 1:50.

Наличие тесной связи между суммой $PZ\bar{E}$ и гамма-активностью, проявленной на диаграммах ГК, автоматически предполагает связь между этой суммой и радиоактивностью проб и керна при измерениях их лабораторными и полевыми радиометрами по одному из видов излучений или совокупности последних, например, по бета - и гамма-излучению.

В процессе отработки месторождения составленные планы по данным геологической разведки будут ориентировать на предполагаемый определенный уровень радиации в штольнях и, следовательно, предусматривать конкретные меры безопасности горных рабочих.

Выводы:

1. Природа повышенной радиоактивности на Азовском редкометалльно-редкоземельном месторождении определяется главным образом наличием в рудах таких минералов, как в первую очередь бритолита, во вторую очередь – ортита, и в последнюю очередь – циркона. Радиоактивность является уран-ториевой, за счет вхождения этих элементов в состав вышеотмеченных минералов.
2. Между повышенными содержаниями редкоземельных элементов в рудах и гамма-активностью по данным гамма-каротажа скважин существует прямая корреляция. Она позволит составлять прогнозные планы горизонтов месторождения, как по содержаниям редкоземельных элементов, так и по уровням радиации. Последнее, при планировании проходки горными выработками месторождения, будет являться основанием для разработки мер радиационной защиты горнорабочих. Правильность уровня прогнозной радиации должна будет проверяться полевыми радиометрами.