

С. В. ГРИГОРЯН, А. К. САГАТЕЛЯН

ТЕЛЛУР—КАК ЭЛЕМЕНТ-ИНДИКАТОР ЗОЛОТОГО ОРУДЕНЕНИЯ

Теллур является прямым элементом-индикатором золотого оруденения. В рядах зонального отложения элементов-индикаторов он стабильно занимает место в группе элементов, накапливающихся на верхних горизонтах оруденения. В едином ряду зональности теллур располагается между серебром и свинцом.

Исследованиями последних лет установлено, что теллуриды являются характерными для золоторудных месторождений минералами [1, 4]. Несмотря на то, что теллур является типоморфным для золотого оруденения элементом, в практике геохимических поисков он не нашел широкого применения прежде всего в связи с недостаточной чувствительностью на этот элемент экспрессного спектрального анализа—основного аналитического метода геохимических поисков.

Следует отметить, что в настоящее время для поисковой геохимии возможности экспрессного спектрального анализа в основном исчерпаны: в качестве основных элементов-индикаторов практически используются только те элементы, чувствительность экспрессного спектрального анализа на которые является достаточной, т. е. когда порог обнаружения существенно не превышает кларковое содержание данного элемента. Яркой иллюстрацией этому может служить единый ряд зонального отложения элементов-индикаторов рудных месторождений [2], в котором (за исключением только урана) элементы признаны индикаторами тех или иных месторождений не только потому, что содержатся в их рудах в повышенных концентрациях, но и по причине достаточной чувствительности экспрессно-спектрального анализа на эти элементы. В этой связи становится очевидным, что одним из перспективных направлений дальнейшего развития теоретических основ геохимических поисков безусловно является выявление новых эффективных элементов-индикаторов, прежде всего среди элементов, которые как бы остались «за бортом» экспрессного спектрального анализа. Одним из таких элементов и является теллур, особенность распределения которого была изучена авторами на одном из золоторудных месторождений Армении.

В геологическом строении исследованного месторождения принимают участие метаморфические, вулканогенные, вулканогенно-осадочные и осадочные породы палеозоя, мела, эоцена, миоплиоцена, прорванные разновозрастными интрузивными образованиями. Рудовмещающие породы представлены сенинтами, кварцевыми диоритами и порфиритами. Локализирующие кварцево-рудные жилы структуры представлены трещинами отрыва и скола, в меньшей степени—зонами брекчированных и смятых пород. Рудные жилы часто залегают в зальбандах даек.

По морфологическим особенностям выделяются простые и сложные жилы: первые приурочены к изолированным трещинам, вторые—к субпараллельным трещинам, зонам дробления и расланцевания пород. Большинство жил локализуется в сколовых нарушениях; контакты их с вмещающими породами четкие, обычно, с глиной трения. Характерной особенностью жил является наличие пережимов и раздувов. Рудные тела на 90—95% представлены жильными минералами, остальное—сульфиды, сульфосоли, теллуриды, окислы и др. Оруденение отличается крайне неравномерным распределением компонентов. Рудные минералы представлены пиритом, сфалеритом, галенитом, халькопиритом, марказитом, самородным золотом, теннантитом, тетраэдритом, висмутином. Из теллуридов развиты: алтаит, сильванит, калаверит,

креннерит, гессит, петцит, эмпрессит, колорадоит, нагнаит, теллуrowисмутит. Редко встречаются аргентит, виттихенит, эмплектит, пирротин, арсенопирит, молибденит, киноварь, ковеллин, халькозин, борнит, самородное серебро.

Главными элементами руд являются железо, цинк, свинец, медь, мышьяк, сурьма, золото, серебро, теллур, висмут; второстепенными— молибден, ртуть, кадмий, литий, галлий, бериллий, ванадий, титан, никель, кобальт.

Количественный спектральный анализ, выполненный в лаборатории ИГН АН АрмССР Г. М. Мкртчяном с чувствительностью в 0,001%, показал высокие содержания теллура как в пробах и концентрате тяжелых фракций, так и в мономинеральных фракциях: пирита—0,029%, сфалерита—0,1%, халькопирита—0,04%, блеклой руды—0,01—0,3%, галенита—1,26%.

Характерной особенностью жильных тел, залегающих в интрузивных породах, является развитие вокруг них слабоинтенсивных первичных геохимических ореолов.

Изучение особенностей распределения химических элементов по вертикали проводилось по общепринятой методике [2]. Кроме рядовых геохимических проб были исследованы также результаты анализа на широкий круг химических элементов, в том числе и на теллур, тяжелые фракции проб, а также мономинеральные фракции таких типоморфных минералов, какими являются сфалерит и галенит. При расчете рядов вертикальной зональности по анализам тяжелых и мономинеральных фракций к значению показателя зональности применялись поправочные коэффициенты, учитывающие выход в весовых процентах тяжелой фракции и процентное содержание в руде сфалерита и галенита на данном горизонте. Рассчитанные ряды зонального отложения (по вертикали) элементов-индикаторов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Ряды зонального отложения элементов-индикаторов

Анализируемый материал	Ряд вертикальной зональности
Геохимические пробы	Ti, Be, Ni, Co, As, Sb, Cd, V, Hg, Ga, Zn, Bi, Sr, Mo, Li, Cr, Pb, Cu, Te, Ag
Тяжелая фракция	Be, Ni, Bi, As, Cd, Sr, Ti, Mo, Li, Zn, Ag, Pb, V, Ga, Cu, Sb, Te
Сфалерит	Co, Ti, Bi, Sb, As, La, Cd, Sn, V, Mo, Ga, Pb, Cu, Te, Ag
Галенит	Bi, Ga, Ti, Sb, Co, Sn, La, Cd, Mo, Zn, Ag, V, Te, As, Cu

Как видно из приведенных рядов, несмотря на определенные перемещения в рядах отдельных элементов, теллур стабильно занимает место в конце рядов—в группе верхнерудных элементов. Это позволило считать теллур характерным индикатором верхнерудных сечений и расположить его в числитель мультипликативных коэффициентов зональности.

На основании полученных рядов зональности, для количественной оценки уровня пересечения рудных жил, выбраны мультипликативные отношения (табл. 2), значения которых для различных уровней пересечения оруденения показаны на рис. 1—4.

Таблица 2

Мультипликативные коэффициенты вертикальной зональности

Анализируемый материал	Коэффициент зональности
Геохимические пробы	$Cu \times Te / (Be \times Ni)$; $Cu \times Te / Ni^2$
Тяжелая фракция	$Te \times Sb \times Cu / (Ni^2 \times Be)$; $Cu \times Te / (Bi \times Be)$
Сфалерит	$Ag \times Te \times Cu / (Bi^2 \times La)$
Галенит	$Te \times As \times Hg / Bi^2$

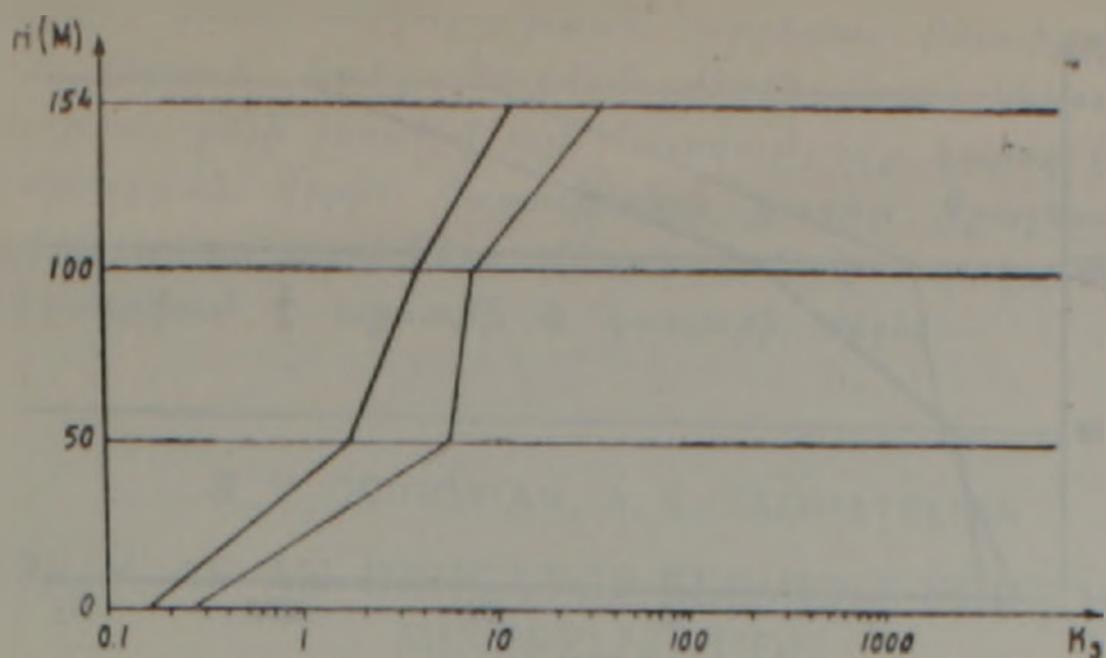


Рис. 1. Графики изменения с глубиной значений K_3 , рассчитанных по данным анализа геохимических проб.

Тонкая линия — $\frac{Cu \cdot Te}{Ni^2}$ в $n \cdot 10^{10}$, жирная — $\frac{Cu \cdot Te}{Be \cdot Ni}$ в $n \cdot 10^{10}$.

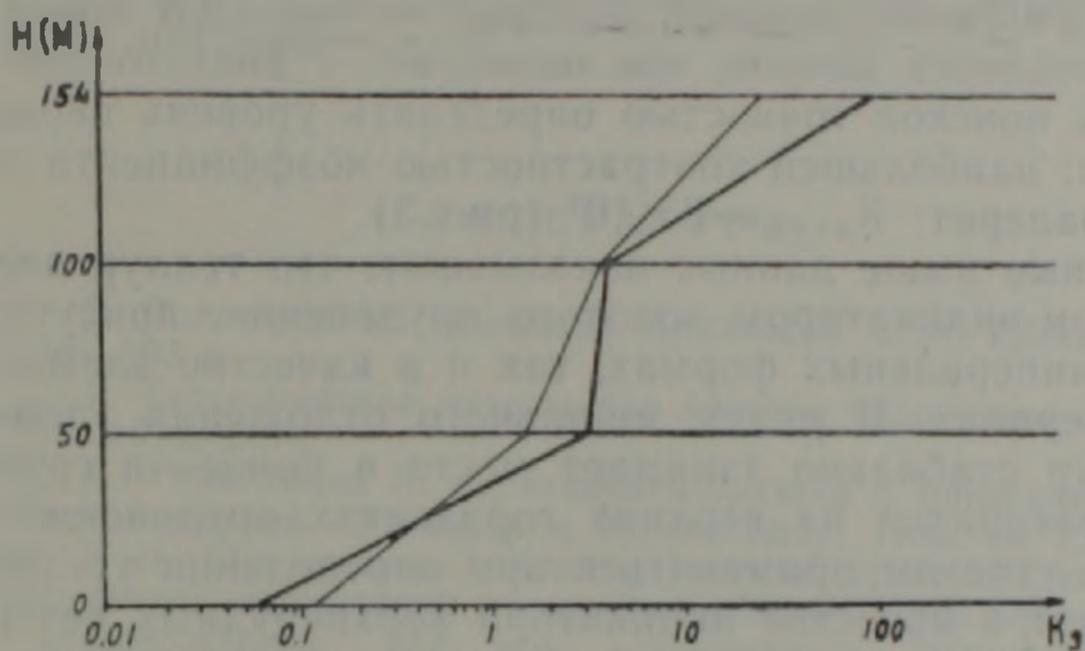


Рис. 2. Графики изменения с глубиной значений K_3 , рассчитанных по данным анализа концентрата тяжелых фракций.

Тонкая линия — $\frac{Te \cdot Cu}{Bi \cdot Be}$ в $n \cdot 10^6$, жирная — $\frac{Te \cdot Sb \cdot Cu}{Ni^2 \cdot Be}$ в $n \cdot 10^{12}$.

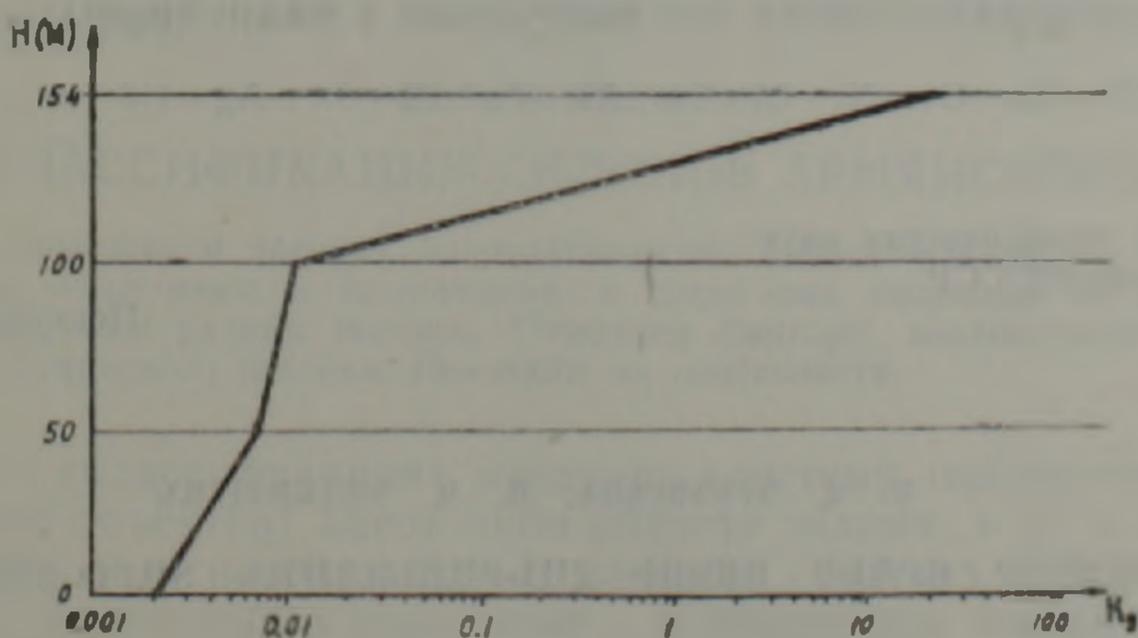


Рис. 3. Графики изменения с глубиной значений K_3 , рассчитанных по данным анализа сфалерита.

$K_3 = \frac{Ag \cdot Te \cdot Cu}{Bi^2 \cdot La}$ в $n \cdot 10^6$.

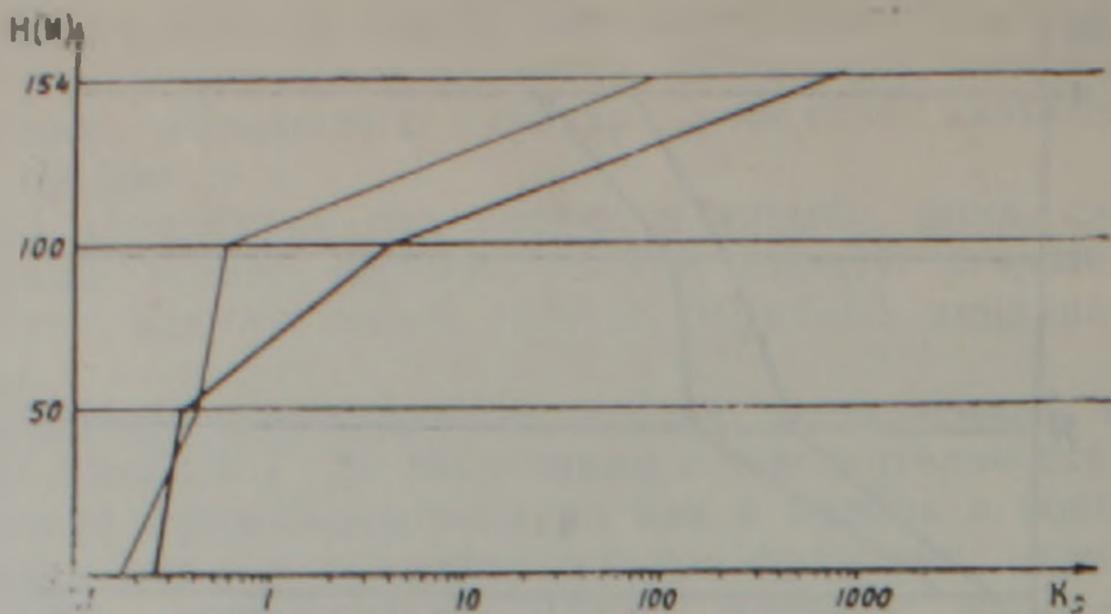


Рис. 4. Графики изменения с глубиной значений K_z , рассчитанных по данным анализа галенита.

Тонкая линия — $\frac{\text{Te} \cdot \text{As}}{\text{Bi}^2}$ в п. 10^{-1} , жирная — $\frac{\text{Te} \cdot \text{As} \cdot \text{Hg}}{\text{Bi}^3}$ в п. 10^{-5} .

Все приведенные с применением теллура коэффициенты зональности характеризуются высокой контрастностью — 2-3 порядка на глубину в сто пятьдесят метров, что позволяет с достаточной для целей геохимических поисков точностью определять уровень пересечения рудоносных жил; наибольшей контрастностью коэффициента зональности отличается сфалерит: $K_{\text{конт.}} = 8 \times 10^3$ (рис. 3).

Приведенные выше данные показывают, что теллур является прямым элементом-индикатором золотого оруденения, присутствуя как в собственных минеральных формах, так и в качестве элемента-примеси в других минералах. В рядах зонального отложения элементов-индикаторов теллур стабильно занимает место в конце — в группе элементов, накапливающихся на верхних горизонтах оруденения, благодаря чему может с успехом применяться при определении уровня пересечения рудных тел в качестве индикатора верхнерудных сечений.

В заключение отметим, что приведенные выше данные впервые достаточно представительно характеризуют особенности первичных геохимических ореолов теллура и поэтому могут быть использованы для определения места этого элемента в едином ряду зонального распределения элементов-индикаторов гидротермальных месторождений. В приведенных в табл. I рядах теллур постоянно находится между серебром и свинцом, что позволяет и в едином ряду расположить теллур в такой последовательности (от подрудных к надрудным):

W — Вc — Sn — U — Mo — Co — Ni — Bi — Cu — Au — Zn — Pb — Te — Ag — Cd — As — Sb — Hg — Ba.

Институт геологических наук
АН Армянской ССР

Поступила 11.X.1989.

Ս. Վ. ԿՐԻՒՈՐՅԱՆ, Ս. Կ. ՍԱՂԱԹԻՅԱՆ,

ԹՈՒՂՈՒՐՐ ՈՐՊԵՍ ՈՍԿՈՒ ՀԱՆՔԱՅՆԱՑՄԱՆ ՏԱՐՐ-ՑՈՒՑԻՉ

Ա մ փ ո փ ո մ

Մինչ այժմ երկրաբիմիական որոնողական աշխատանքներում Թեյուրր չի կիրառվել: Հետազոտությունները հաստատել են, որ այն հանդիսանում է ոսկու հանրայնացման ուղղակի տարր-ցուցիչ՝ հանդես գալով սեփական միներալների ձևերով, ինչպես նաև որպես խառնուրդ՝ այլ միներալներում:

Տարր-ցուցիչների գոնալ տեղարաշխման շարքերում թելուրը մշտապես դիր-
քորոշվում է վերջում՝ հանքայնացման վերին հորիզոններում կուտակվող
տարրերի խմբում, ինչի շնորհիվ այն հաջողությամբ կարող է կիրառվել որ-
պես հանքայնացման վերին հատույթների ցուցիչ: Զրաչեբմային ծագման
հանքավայրերի տարր-ցուցիչների միասնական գոնալականության շարքում
թելուրը տեղադրվում է արծաթի և կապարի միջև:

S. V. GRIGORIAN, A. K. SAGHATELIAN

TELLURIUM AS AN INDICATOR-ELEMENT FOR THE GOLD MINERALIZATION

A b s t r a c t

Tellurium is a direct indicator-element for the gold mineralization. In the indicator-elements zonal deposition series tellurium has its stable place in the group of elements, which accumulate in upper horizons of the mineralization. In the common zonality series tellurium is placed between silver and lead.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирян Ш. О. Золоторудные формации Армянской ССР. Ереван: Изд. АН Арм. ССР, 1984, 303 с.
2. Григорян С. В. Геохимические методы при поисках эндогенных рудных месторождений. М.: 1974, 215 с.
3. Григорян С. В., Гольдмахер И. В. Элементы-примеси в минералах для оценки геохимических аномалий.—Разведка и охрана недр, 1983, № 2, с. 29—33.
4. Хамрабаева З. И. Систематика золотосодержащих рудопоявлений Средней Азии по минеральным ассоциациям теллуридов.—В кн.: Геол. методы поисков и разведки месторождений мет. пол. ископаемых.: Экспресс-информация., М.: ВИЭМС, 1985, вып. 9—10, с. 1—6.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле, XLII, 1989, № 6, 23—31

УДК 551.4.037(479.25)

В. Р. БОЙНАГРЯН

ОБЩАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СКЛОНОВ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

Склоны Армянского нагорья подразделены по происхождению на вулканические, тектонические, экзогенные и техногенные, а среди них выделены их разновидности. Приведены примеры разных склонов. Отмечены факторы, воздействующие на развитие склонов Армянского нагорья. Показаны их особенности.

Термин «классификация» означает «систему соподчиненных понятий (классов объектов) какой-либо области знания...» [1, с. 269]. Обычно классификация используется в качестве средства «...для установления связей между этими понятиями..., а также для точной ориентировки в многообразии понятий или соответствующих объектов» [там же]. Естественно, что правильно составленная классификация позволяет по месту объекта в системе определять его свойства и может иметь практическое значение.

В литературе по склонам имеются классификации по форме, крутизне, длине, происхождению, склоновым процессам, особенностям