

А. А. ТАМРАЗЯН

ОСОБЕННОСТИ ОПРОБОВАНИЯ РУД ЖИЛЬНОГО ТИПА
РЕНТГЕНОРАДИОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

При реализации рентгенорадиометрического метода для опробования руд в условиях их естественного залегания следует учитывать структурно-текстурные особенности оруденения, и так как в Армении много рудных месторождений жильного типа, то имеет определенный интерес изучение характера и особенностей вторичных рентгеновских излучений, получаемых над жилообразными оруденениями.

В настоящее время при рентгенорадиометрическом опробовании стенок горных выработок, в зависимости от типа оруденения, наблюдения производятся шагом $5 \div 10$ см. Для построения градуированных графиков берется среднее значение измеряемого параметра интервала (интенсивность вторичных излучений, величины спектрального отношения и т. д.) и определяется среднее процентное содержание определяемого элемента.

В процессе исследований по указанной методике возникает некоторая ошибка, причины которой можно показать на следующем примере.

Обозначим через A длину определяемого интервала, а шаг наблюдения — d . Допустим, что концентрация определяемого элемента в рудной жиле мощностью h равна P , а окружающая среда не рудная. При этом средняя концентрация определяемого элемента для интервала A будет:

$$P_{\text{ср.}}^A = \frac{p \cdot h}{A}.$$

Между мощностью h и шагом наблюдений d возможны следующие соотношения: $h = n \cdot d$ и $h = n \cdot d \pm \Delta d$, где n — целое число, показывающее количество измерений в рудной жиле.

В первом случае, когда $h = n \cdot d$, величина средней концентрации определяемого элемента для интервала A будет $P_{\text{ср.}}^A = \frac{p \cdot n \cdot d}{A}$, а при $h = n \cdot d \pm \Delta d$ она определяется следующим образом:

$$P_{\text{ср.}}^A = \frac{p(n d + \Delta d)}{A} = \frac{p \cdot n \cdot d}{A} \pm \frac{p \cdot \Delta d}{A}. \quad (1)$$

Величина $\frac{p \cdot \Delta d}{A}$ в выражении (1) является погрешностью опробо-

вания, обусловленной несовпадением интервала опробования с границами рудного подсечения.

Для увеличения точности опробования, как видно из выражения (1), необходимо увеличить количество измерений в интервале, то есть уменьшить шаг, а в лучшем случае наблюдения вести непрерывно, что не всегда удастся по техническим причинам.

Из вышесказанного следует, что для увеличения точности опробования необходимо измерения над жилами производить отдельно.

При этом необходимо учитывать такие важные факторы, влияющие на точность опробования, как изменение вещественного состава вмещающей среды, мощность жил, а также изменение содержания определяемого элемента в ней.

В связи с этим в лабораторных условиях нами были исследованы модели слоистых сред. Модели рудных пластов различной мощности были изготовлены из медных пластинок, а вмещающая среда — из железа и алюминия. Измерения проводились с источником Cd^{109} в геометрии прямой видимости на аппаратуре БРА-6. Энергетическое разрешение пропорционального ксенонового счетчика $SU-6P$, использованного в качестве детектора, составляло 13% по линии 17,5 кэв.

При передвижении датчика (зонда) в случае, когда источник находится позади детектора, аномалия, в зависимости от содержания определяемого элемента, появляется на более отдаленном от пласта участке и увеличивается медленнее, чем в обратном случае. Получаемая таким способом аномалия имеет асимметричную форму, позволяющую, при измерениях с обратным ходом, находить центр пласта, который соответствует точке пересечения аномалий в области максимумов (рис. 1).

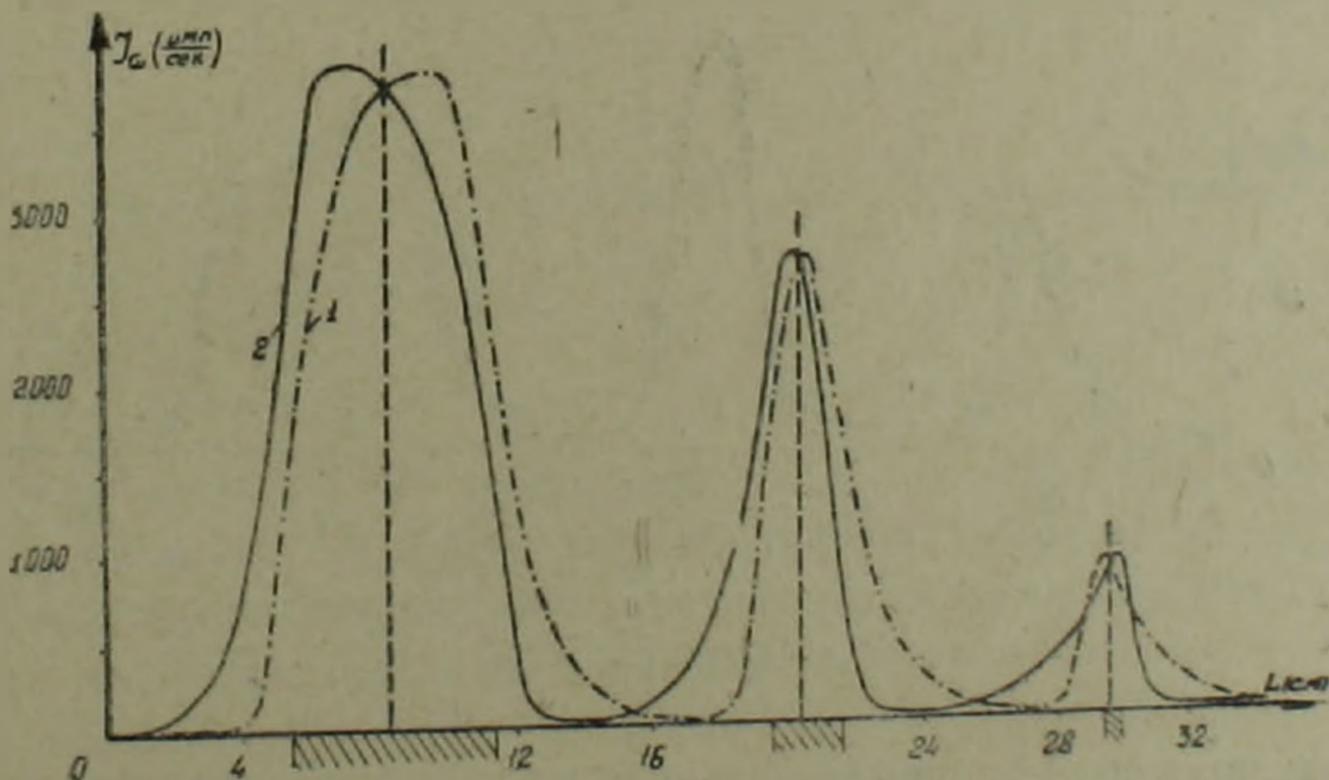


Рис. 1. Выделение медных пластов с измерением интенсивности излучения при прямом (1) и обратном (2) ходе движения датчика.

Следовательно, при проведении опробования по стенкам горных выработок или каротажа скважин, когда руды представлены жилами, целесообразно датчик (зонд) передвигать так, чтобы источник находился

сзади. В этом случае появление аномалий происходит раньше, что позволяет с целью детального изучения аномального объекта уменьшить шаг измерения по стенкам или скорость каротажа по скважине.

Экспериментально был исследован также характер влияния изменения наполнителя на интенсивность характеристического излучения определяемого элемента.

С этой целью в моделях слоистых сред в качестве определяемых элементов использовались медные пластинки и молибденовый ангидрид (MoO_3), а наполнителя—алюминий ($Z=13$) и железо ($Z=26$). Мощности пластов изменялись в пределах от 1 до 5 см.

Результаты измерений на медь и молибден представлены на рис. 2. Как видно из рисунка, на пластах с мощностью $h < l$ интенсивности ано-

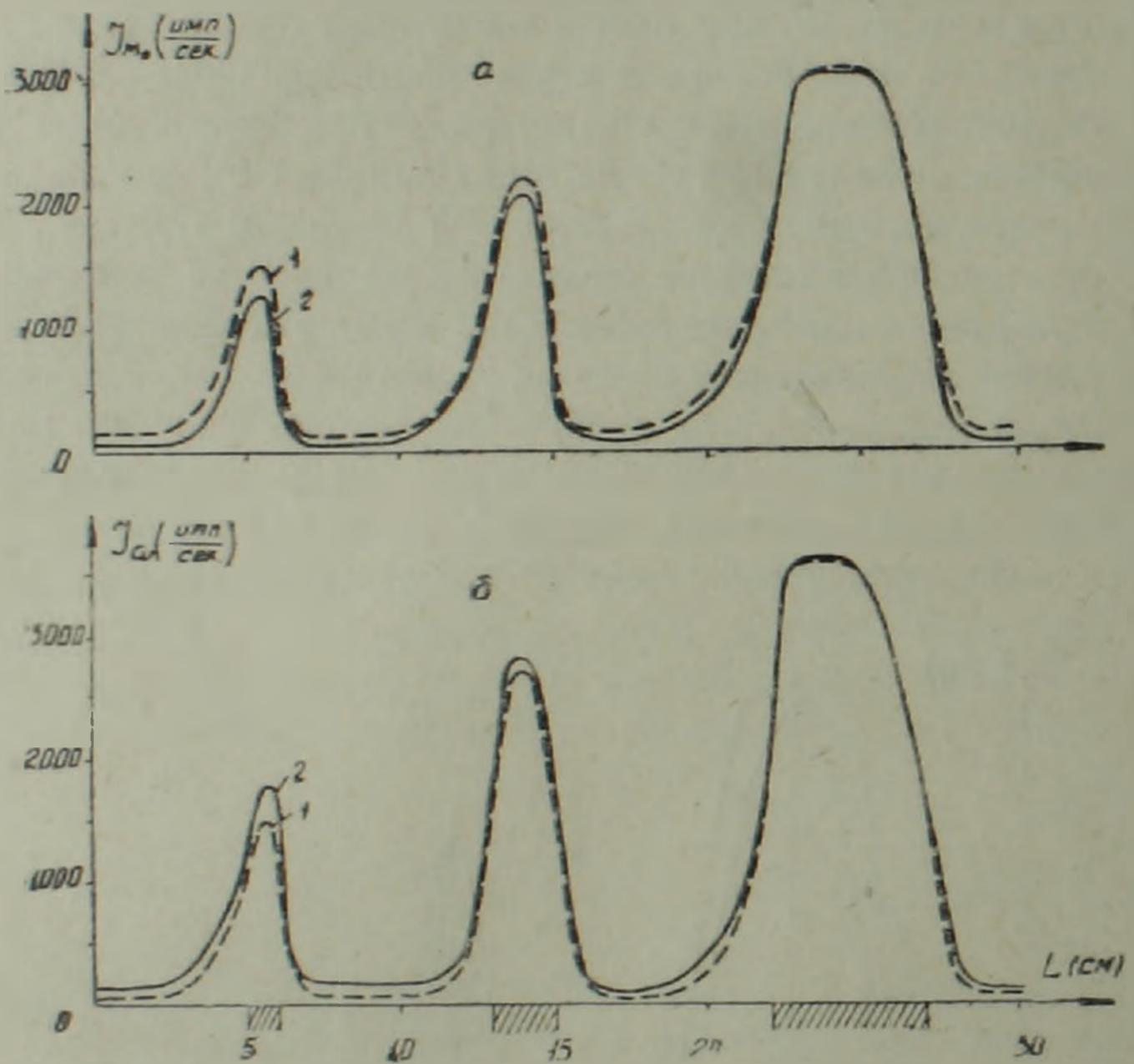


Рис. 2. Гистограммы на молибден (а) и медь (б), полученные на слоистых средах с наполнителем из алюминия (1) и железа (2).

малий меняют свои значения при использовании различных наполнителей. Величина l —линейный размер площади на поверхности исследуемой среды, с которой детектор воспринимает вторичные излучения и фактически является эффективной длиной зонда.

Величина интенсивности вторичного излучения над медью с наполнителем из железа на пластах с $h < l$ получается больше, чем при алюминии, а на молибдене—наоборот.

Известно, что интенсивность аномалий уменьшается по мере возрастания атомного номера наполнителя. При выделении медных прожилков получается обратная картина, что объясняется тем, что из-за невысокого разрешения детектора часть характеристического излучения железа попадает в канал меди. Это подтверждается еще тем, что при использовании железа в качестве наполнителя фоновое значение также увеличивается.

Когда мощность пласта h становится больше, чем длина зонда l , на величину интенсивности аномалии и для меди, и для молибдена изменение атомного номера наполнителя практически не влияет (см. рис. 2).

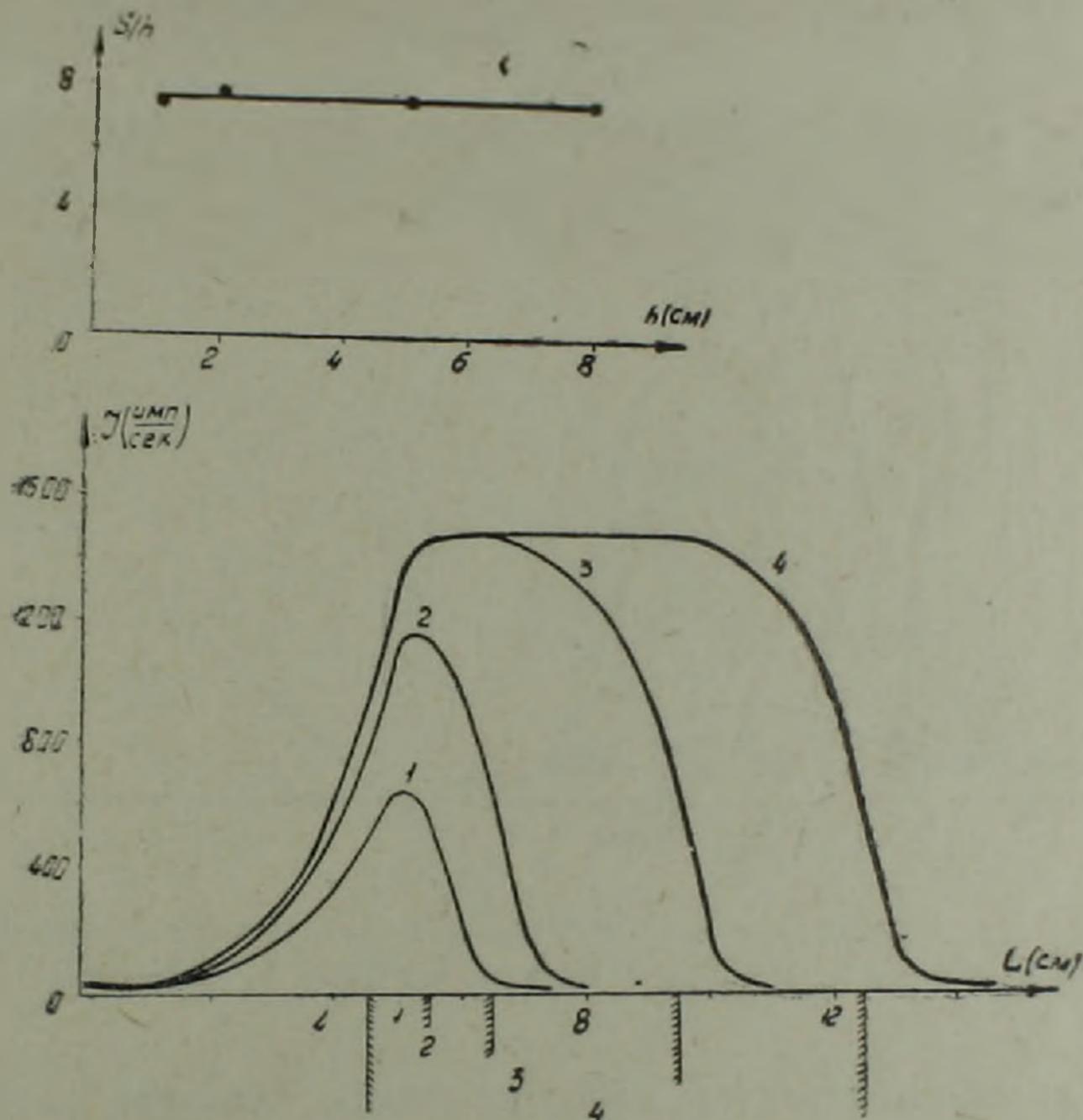


Рис. 3. Зависимость площади аномалии от мощности рудных зон.

Таким образом, для уменьшения влияния изменения наполнителя при исследованиях слоистых сред необходимо, чтобы длина зонда l имела минимальную величину.

При исследовании характера изменения интенсивности аномалий J_x в зависимости от различных мощностей пласта было выявлено, что при увеличении мощности пласта максимальное значение аномалии возрастает до тех пор, пока $h \leq l$. В случае, когда $h > l$, увеличивается лишь площадь аномалии и максимальное значение J_x не зависит от мощности пласта (рис. 3).

Границы и мощность пласта при $h < l$ могут быть определены с достаточной для практики точностью по точкам аномалии, соответствующим половине максимальных значений J_x [2].

Таким образом, чем меньше l , тем точнее определяются границы и мощность одиночных пластов. Практически удобнее и методически правильнее выделять на диаграммах опробования и каротажа не одиночные маломощные прожилки, а рудные контуры и зоны, мощность которых во много раз превышает размеры зонда l . В этом случае ошибки в определении параметров рудных тел будут сведены к минимуму [1].

Экспериментальными исследованиями было выявлено также, что площадь аномалии S с увеличением мощности пласта h увеличивается, а отношение $\frac{S}{h}$ при постоянном содержании определяемого элемента в пласте не изменяется и зависит только от содержания определяемого элемента (рис. 3,4).

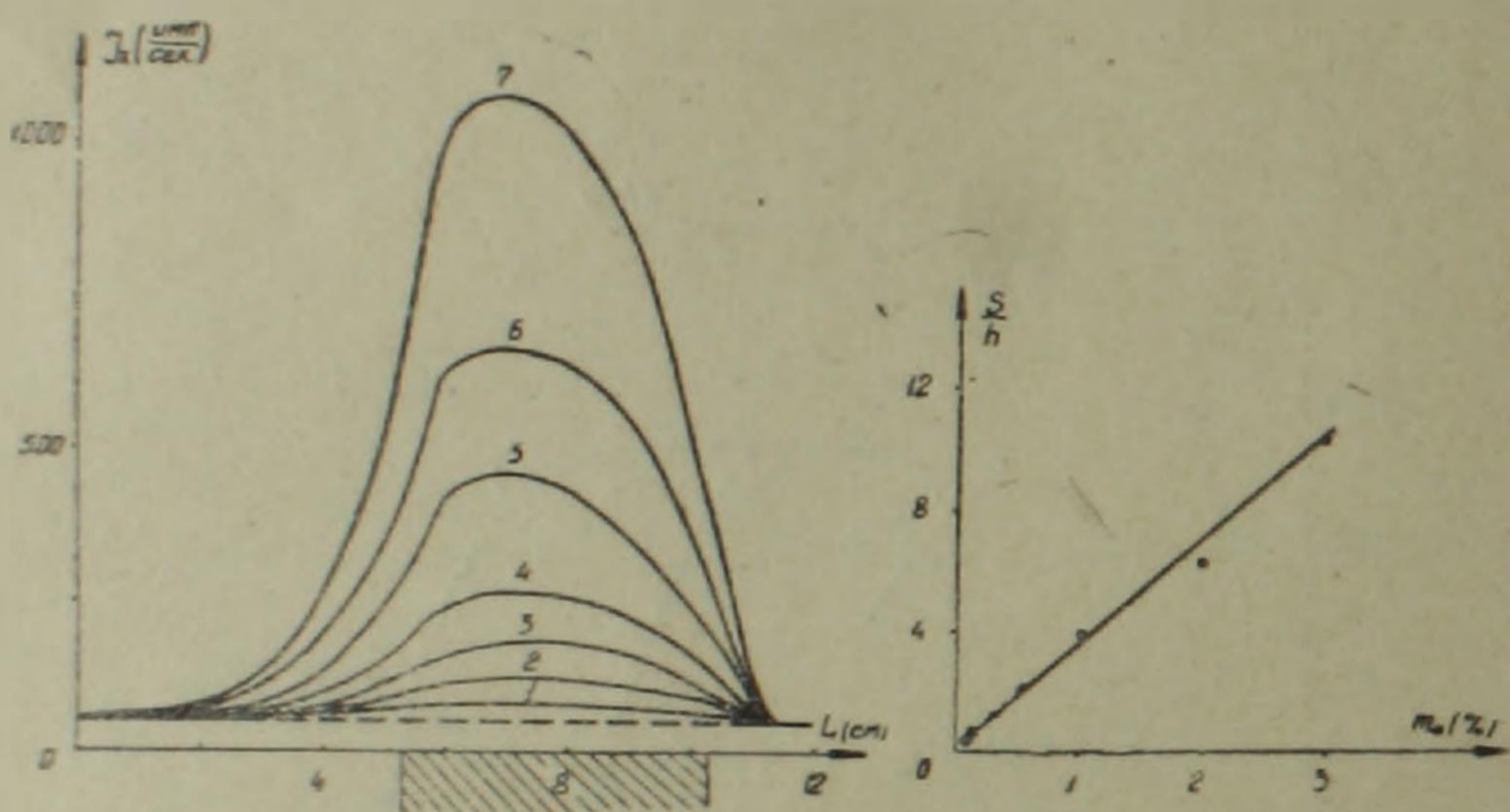


Рис. 4. Зависимость площади аномалии от процентного содержания молибдена: 1—0,05%; 2—0,1%; 3—0,3%; 4—0,5%; 5—1,0%; 6—2,0%; 7—3,0%.

Для выяснения характера этой зависимости проводились измерения над пластом мощностью 5 см ($h > l$), в котором содержание молибдена изменялось в интервале от 0,05 до 3,0%.

Как видно из рис. 4, увеличение содержания молибдена приводит к возрастанию мощности аномалии H по ширине. Мощность аномалии H определяется по ее крайним точкам справа и слева от пласта, в которых величина измеряемого параметра J_x превышает фоновое значение.

Значение параметра $\frac{S}{h}$ находится в функциональной зависимости от содержания определяемого элемента ($\frac{S}{h} = f(q)$) и, как видно из рис. 4, она линейна до 3% молибдена.

Итак, при опробовании руд жильного типа рентгенометрическим методом с точностью, необходимой для практики, можно опре-

делять необходимые параметры рудных жил (мощность, центр) и содержание определяемого элемента в ней.

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт геофизики и инженерной
сейсмологии Академии наук Арм. ССР

Поступила 14.IV.1978.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Леман Е. П., Орлов В. Н., Медведев Ю. С. Особенности анализа гетерогенных сред по вторичным излучениям в геометрии прямой видимости. Методы разведочной геофизики, вып. 25, 1975.
2. Леман Е. П., Орлов В. Н., Квятковский В. В., Скирта Г. В., Артамонов С. В., Медведев Ю. С. Рентгенорадиометрическое опробование горных выработок на месторождениях свинцово-цинковых и медно-колчеданных руд. Методы разведочной геофизики. Ядерная геофизика в рудной геологии. Л., 1977.