Записки
Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова,
т. XXXIII, вып. 2, 1958 г.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО КАРОТТАЖА ПРИ РАЗВЕДКЕ ГУЛЬШАДСКИХ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

Н. М. Онин

Гульшадские месторождения полиметаллических руд расположены в толще мраморизованных известняков и кристаллических сланцев силурийского возраста. Рудные зоны месторождений, приуроченные, как правило, к тектоническим нарушениям, имеют сложное геологическое строение. Основные рудные залежи обычно линзообразной (часто неправильной) формы сопровождаются более мелкими телами, расположенными по отношению к ним параллельно и кулисообразно. Наличие пропластков углисто-глинистых сланцев на контактах рудных тел с известняками и в рудных интервалах является причиной нередкого разбуривания керна в этих местах. Выход керна из рудных интервалов по многим скважинам составляет 30—45%, а по некоторым падает до нуля.

Все это осложняет проведение разведочных буровых работ и затрудняет подсчет запасов. В 1951—1953 гг. автором были опробованы возможности электрического каротажа для определения мощности рудных тел и уточнения геологических разрезов по профилям бурения.

Определение мощности рудных тел. Для определения мощности рудных тел применялись методы скользящих контактов в модификациях измерения силы тока (метод МСК) и электродных потенциалов (метод ЭП).

Как известно, мощность рудных тел методом МСК определяется с достаточной для практики точностью при высокой электропроводности руд по сравнению с вмещающими породами [1]. Важным условием при этом является отсутствие вблизи рудных тел геологических объектов с высокой электропроводностью.

Некоторым скважинам Центрального Гульшада свойственны эти условия. По двум таким скважинам на рис. 1 приведены диаграммы силы тока I в сопоставлении с геологическими колонками, составленными в одном случае только по данным бурения, в другом — по данным бурения с учетом каротажа МСК. Так как сплошные сульфидные руды в отличие от вмещающих их известняков на диаграммах I четко отмечаются более высокими значениями силы тока и характерной изрезанностью графика, можно уточнить (дополнить) вторые геологические колонки в рудных интервалах.

1. По данным бурения в скважине *34* на всем интервале 52,5—60,5 *м* показаны сплошные сульфидные руды. По данным МСК, внутри интер-

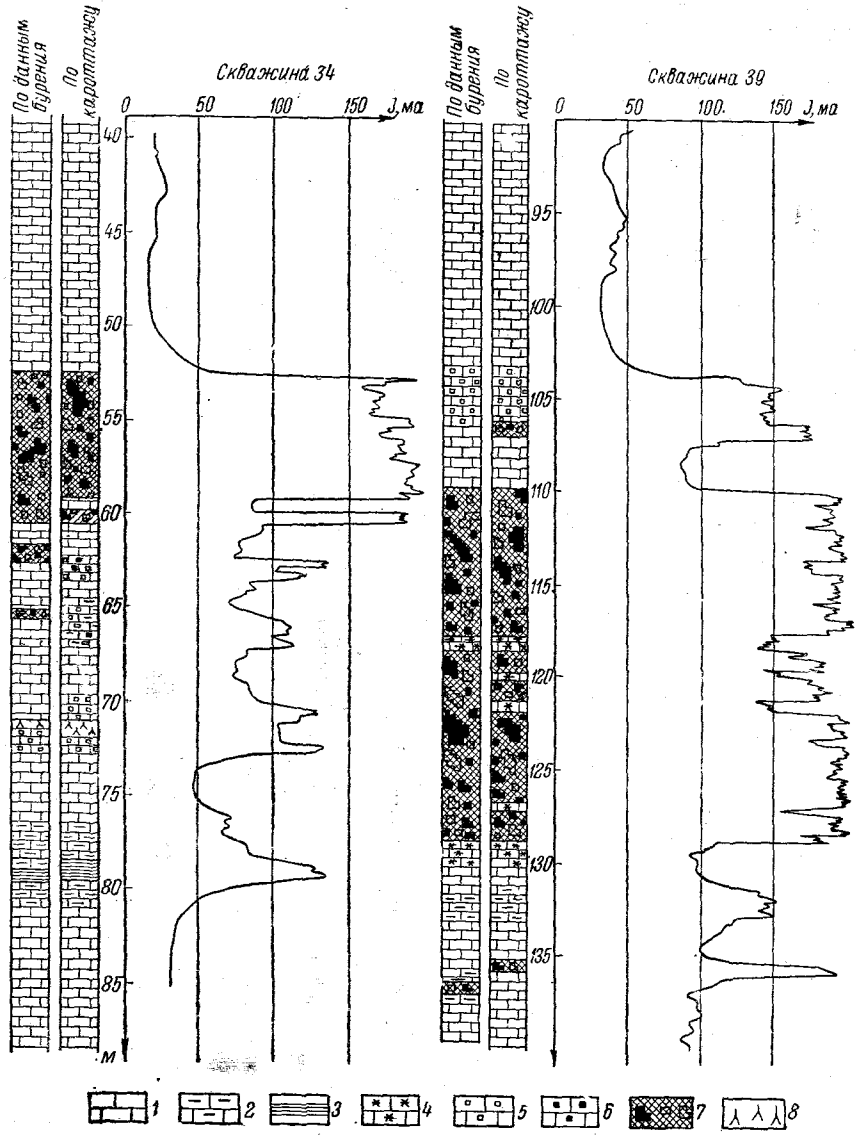


Рис. 1. Диаграммы силы тока МСК:

1 — мраморизованные известняки; *2* — углистые известняки; *3* — углисто-глинистые сланцы; *4* — ожелезненные известняки; *5* — известняки с вкрапленностью пирита; *6* — известняки с вкрапленностью галенита; *7* — сплошные сульфидные руды; *8* — порфириты

вала на глубине 59,5 *м* следует выделить пропласток пустой породы мощностью 0,5 *м*.

2. В интервале 62—66 *м* скважины *34* в двух местах показаны руды, аналогичные рудам рассмотренного выше интервала. На диаграмме *I* они отмечены приблизительно в два раза меньшей силой тока, чем руды сравниваемого интервала. Это, вероятно, свидетельствует об уменьшении количества хорошо проводящих минералов (галенит и др.) в рудах и соответствует наличию здесь вкрапленных руд, а не сплошных сульфидных, показанных данными бурения.

3. На геологической колонке скважины *39* в некоторых местах рудного интервала показаны пропластки пустой породы. На диаграмме *I* они отмечены качественно такими же индикациями, как и в скважине *34*, но менее четко. С учетом данных МСК число таких пропластков больше, а местоположение некоторых из них иное, чем по данным бурения.

4. Рудное тело, изображенное на геологической колонке скважины *39* в интервале 136,5—137 *м*, по данным МСК, следует показать на глубине 135—135,5 *м*.

5. В интервале 104—107,5 *м* скважины *39* показана вкрапленность пирита. Данные МСК указывали на возможное наличие в некоторых местах этого интервала сплошных скоплений пирита, что и подтвердилось при последующем просмотре керна.

Приведенные примеры свидетельствуют о достаточно четком решении поставленной задачи методом МСК. Однако отмеченные выше благоприятные геологические условия, необходимые для успешного применения этого метода, редко встречаются на полиметаллических месторождениях. Так, в некоторых скважинах рассматриваемого месторождения в зальбандах рудных тел нередко встречаются вкрапленность пирита, доходящая иногда до сплошных скоплений, и пустоты выщелачивания, заполненные влажными лимонитовыми охрами. Как те, так и другие повышают электропроводность вмещающих пород, в результате чего изменение графика силы тока от них к рудному телу становится плавным, а уточнение мощности по нему затруднительным. Как видно на рис. 2, где углисто-глинистым сланцам в скважине *120* соответствуют значения силы тока, равные или близкие по величине к наблюдаемым над рудами, заключение о возможном наличии руд по высоким значениям силы тока на диаграммах *I* следует делать осторожно.

На рис. 3 приведена диаграмма *I* по скважине *130*, пробуренной на месторождении с более сложными геологическими условиями залегания рудных тел. Как видно, руды на этой диаграмме отмечаются еще менее четко, чем на диаграммах *I* по скважинам *119* и *120* (рис. 2), а выделить сплошные скопления сульфидных руд среди вкрапленных по таким индикациям силы тока практически невозможно. В ряде случаев выделение скоплений сульфидных руд затруднено и наличием на диаграммах *I* таких аномалий, как аномалия в интервале 70—80 *м* (рис. 3), соответствующая трещинной зоне, заполненной высокоминерализованными водами.

В последние годы для кароттажа рудных скважин А. С. Семеновым был предложен [2] и совместно с В. А. Мейером разработан метод электродных потенциалов (метод ЭП), который основан на измерении электродной разности потенциалов между двумя близкорасположенными электродами, изготовленными из одного и того же металла. Электроды (один из них — щеточный или контактирующий, другой — экранирующий), корпус и центрирующие фонарики являются основными частями снаряда для кароттажа методом ЭП *.

* Подробное описание снаряда см. в статье В. А. Мейера [3].

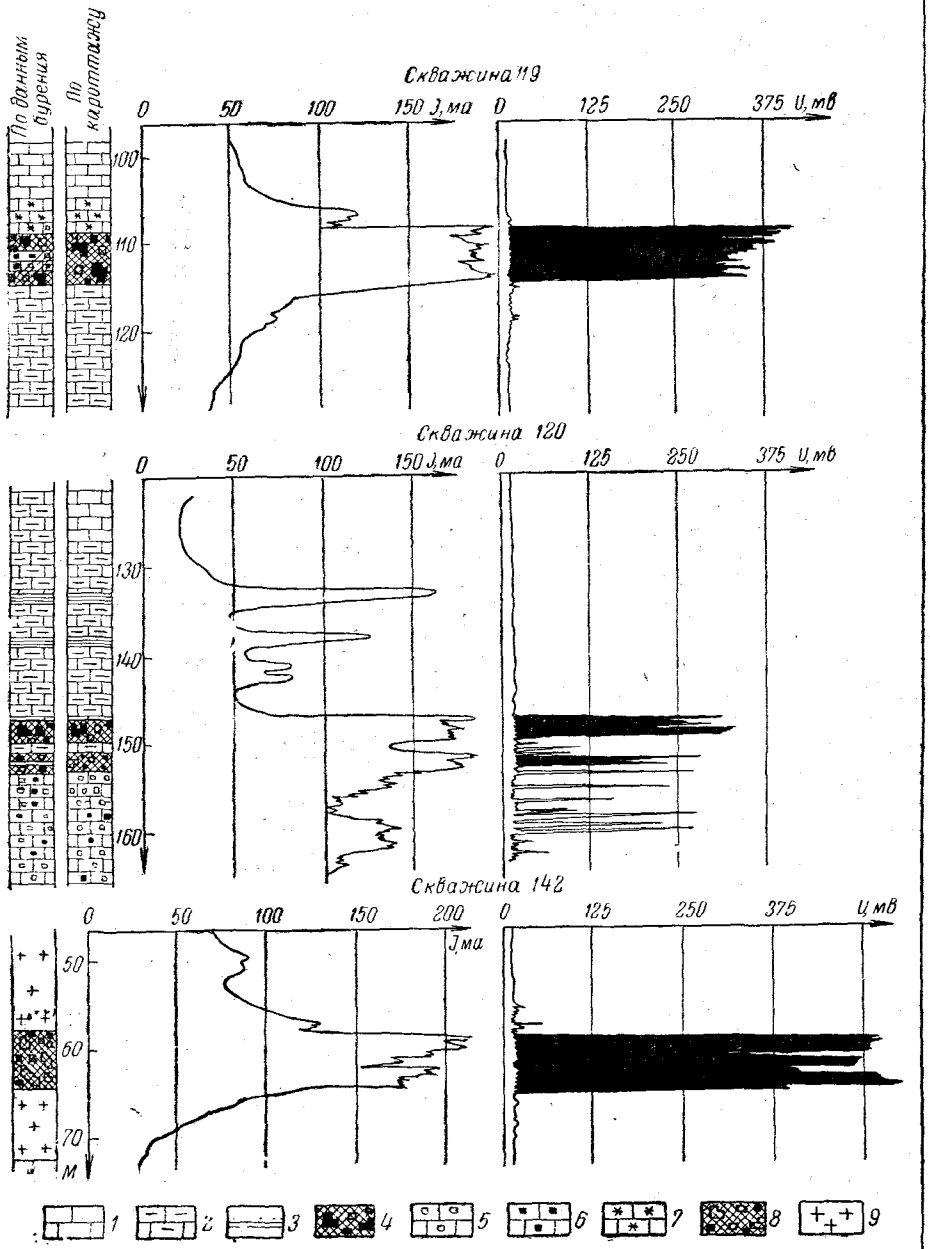


Рис. 2. Диаграммы силы тока и электродных потенциалов МСК над рудными телами, залегающими в известняках и гранитах Центрального Гульшада:

1 — мраморизованные известняки; *2* — углистые известняки; *3* — углисто-глинистые сланцы; *4* — сплошные сульфидные руды с преобладанием галенита; *5* — известняки с вкрапленностью пирита; *6* — известняки с вкрапленностью галенита; *7* — ожелезненные известняки с пустотами выщелачивания и охрами; *8* — сплошные сульфидные руды с преобладанием пирита; *9* — граниты

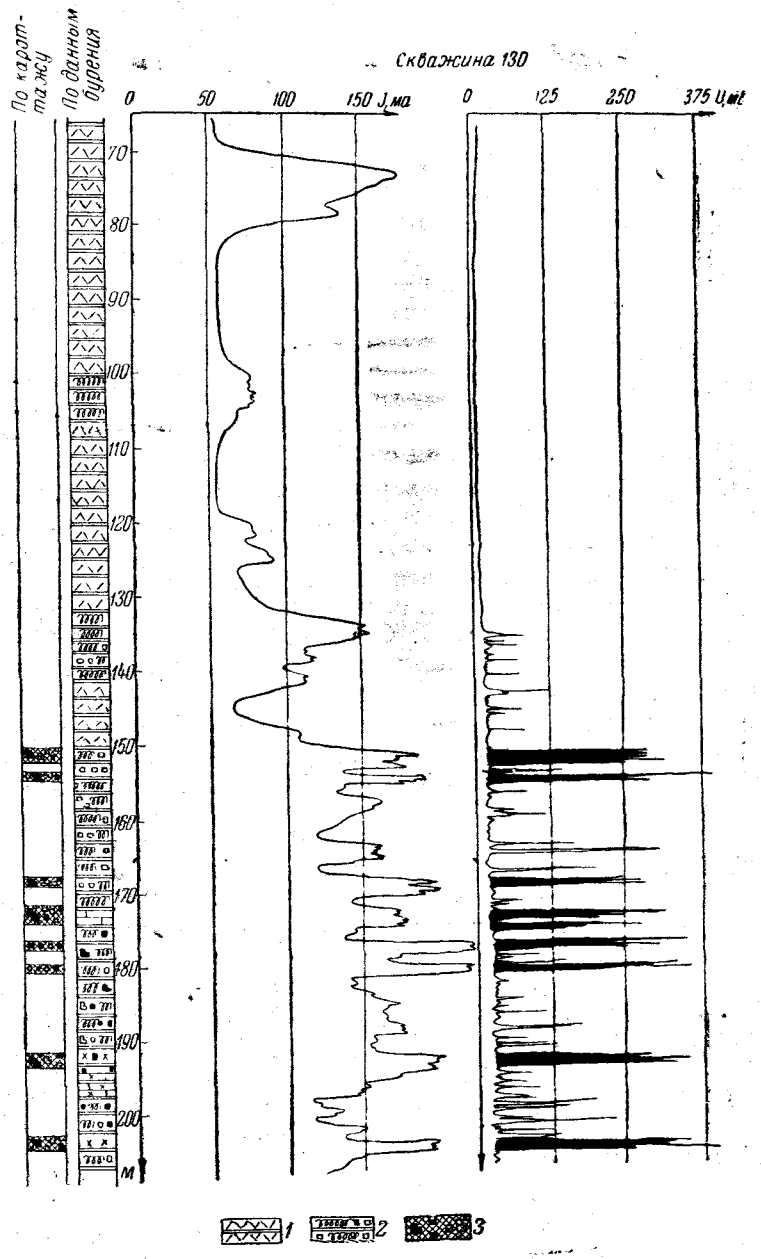


Рис. 3. Диаграммы силы тока и электродных потенциалов МСК над рудными телами, залегающими в кристаллических сланцах Южного Гульшада:

1 — кристаллические сланцы; *2* — известково-глинистые окремненные и скарнированные сланцы с вкрапленностью галенита, пирита (рудный горизонт); *3* — участки, обогащенные сульфидами (по каротажу)

При движении снаряда в скважине среди пород с ионной проводимостью, не образующих электродных потенциалов, наблюдаются небольшие разности потенциалов. В момент, когда щеточный электрод снаряда коснется руды, разность потенциалов резко возрастет. Эта разность будет тем больше, чем больше отличаются электродные потенциалы щеточного электрода и руды. Так как сульфидные руды имеют высокий положительный потенциал, то для изготовления электродов снаряда применяют неблагородные металлы (железо, цинк и др.), имеющие высокий отрицательный потенциал. На практике лучше применять цинковые электроды, потенциал которых в буровом растворе значительно более устойчив во времени, чем, например, потенциал железных электродов.

Сопоставление диаграмм *ЭП*, полученных при кароттаже скважин рассматриваемых месторождений (рис. 2 и 3), с диаграммами *I* и геологическими колонками скважин приводит к следующим заключениям.

1. Рудные горизонты отмечаются на диаграммах *ЭП* более четко, чем на диаграммах *I*. Величина аномалии *ЭП* над сплошными сульфидными рудами достигает 250—500 *мв*, над вкрапленными колеблется от 50 до 200—250 *мв*. По характеру графика сплошные руды четко выделяются среди вкрапленных, над которыми график отличается значительно большей изрезанностью, чем над сплошными.

2. Прослои пустой породы в рудном интервале выделяются также более четко, чем по диаграммам *I*. Этим участкам соответствуют нормальные значения *ЭП* (10—30 *мв*).

3. Трещинные зоны, заполненные высокоминерализованными водами, и углисто-глинистые сланцы, обладающие ионной проводимостью, не отмечаются на диаграммах *ЭП*. Отсутствие аномалий *ЭП* над этими объектами при наличии над ними аномалий силы тока может явиться критерием безрудности.

4. Намечается возможная зависимость интенсивности аномалий *ЭП* от минералогического состава руд. Над рудами, состоящими преимущественно из галенита, аномалии достигают 250—350 *мв* (скважины *119*, *120*, *130*), при преимуществе в рудах пирита над другими минералами — 450—500 *мв* (скважина *142*). Аномалии такой же интенсивности были зарегистрированы в 1953—1954 гг. В. А. Мейером на Алтае. Над галенитом им наблюдались аномалии *ЭП* до 250—300 *мв*, над пиритом 400—450 *мв*, над халькопиритом — 450—500 *мв*.

Таким образом, как следует из опыта комплексного применения методов МСК и ЭП на Гульшадских полиметаллических месторождениях, метод ЭП имеет большие преимущества при локализации сульфидных тел, обладающих электронной проводимостью. По отчетливости и полноте даваемых результатов при детализации рудных зон он должен быть признан основным.

Уточнение геологических разрезов по профилям бурения. Для решения этой задачи применялись методы кароттажа сопротивлений (*КС*), естественного электрического поля (*ПС*) и МСК.

Как видно на рис. 4 по скважине *66*, где приведены диаграммы $\rho_к$ метода КС, силы тока МСК и геологическая колонка, горные породы скважины различаются по электропроводности. Кремнистые известняки имеют более низкую электропроводность (2000 *омм*), чем мраморизованные (1000—1200 *омм*), а электропроводность последних ниже, чем скарнированных (500 *омм*) и углистых (50—100 *омм*) известняков. Более трещиноватые граниты в интервале 30—60 *м* по величине и характеру электропроводности отличаются от гранитов интервала 60—90 *м*. На диаграммах четко отмечены также зона дробления, проходящая по кон-

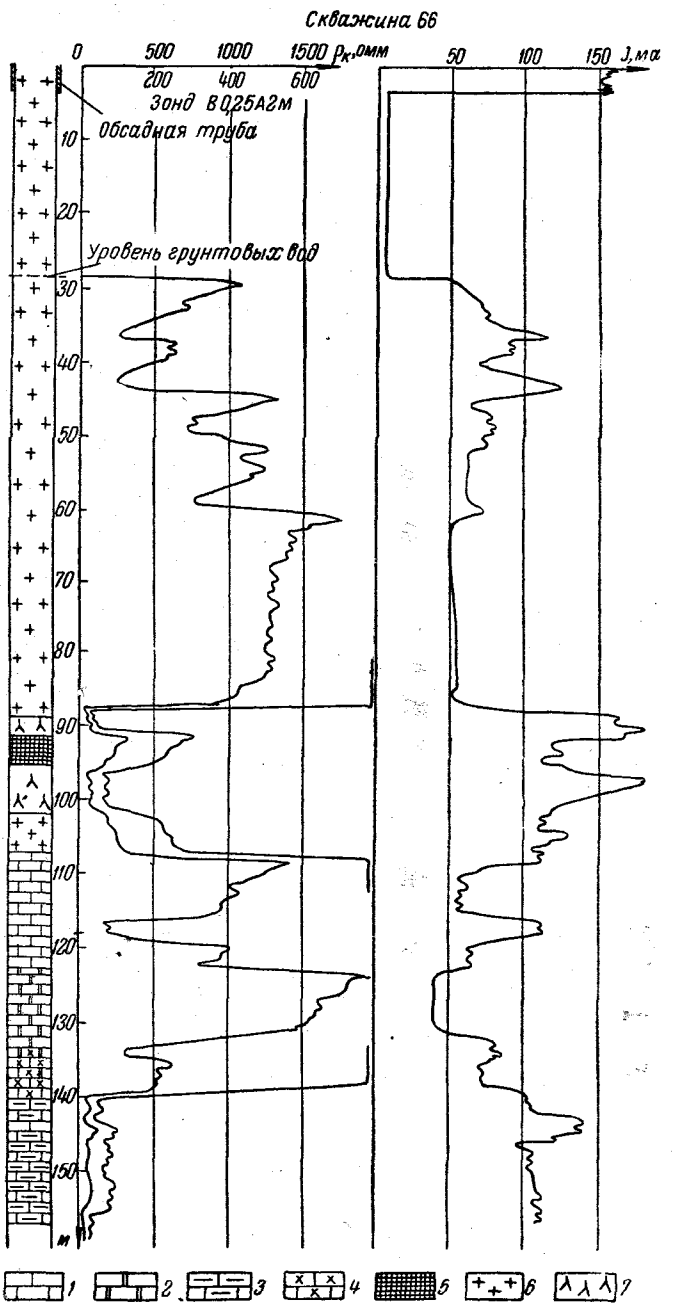


Рис. 4. Диаграммы $\rho_к$ кароттажа сопротивлений и силы тока МСК:

1 — мраморизованные известняки; *2* — кремнистые известняки; *3* — углистые известняки; *4* — скарнированные известняки; *5* — вторичные кварциты; *6* — граниты; *7* — порфириты

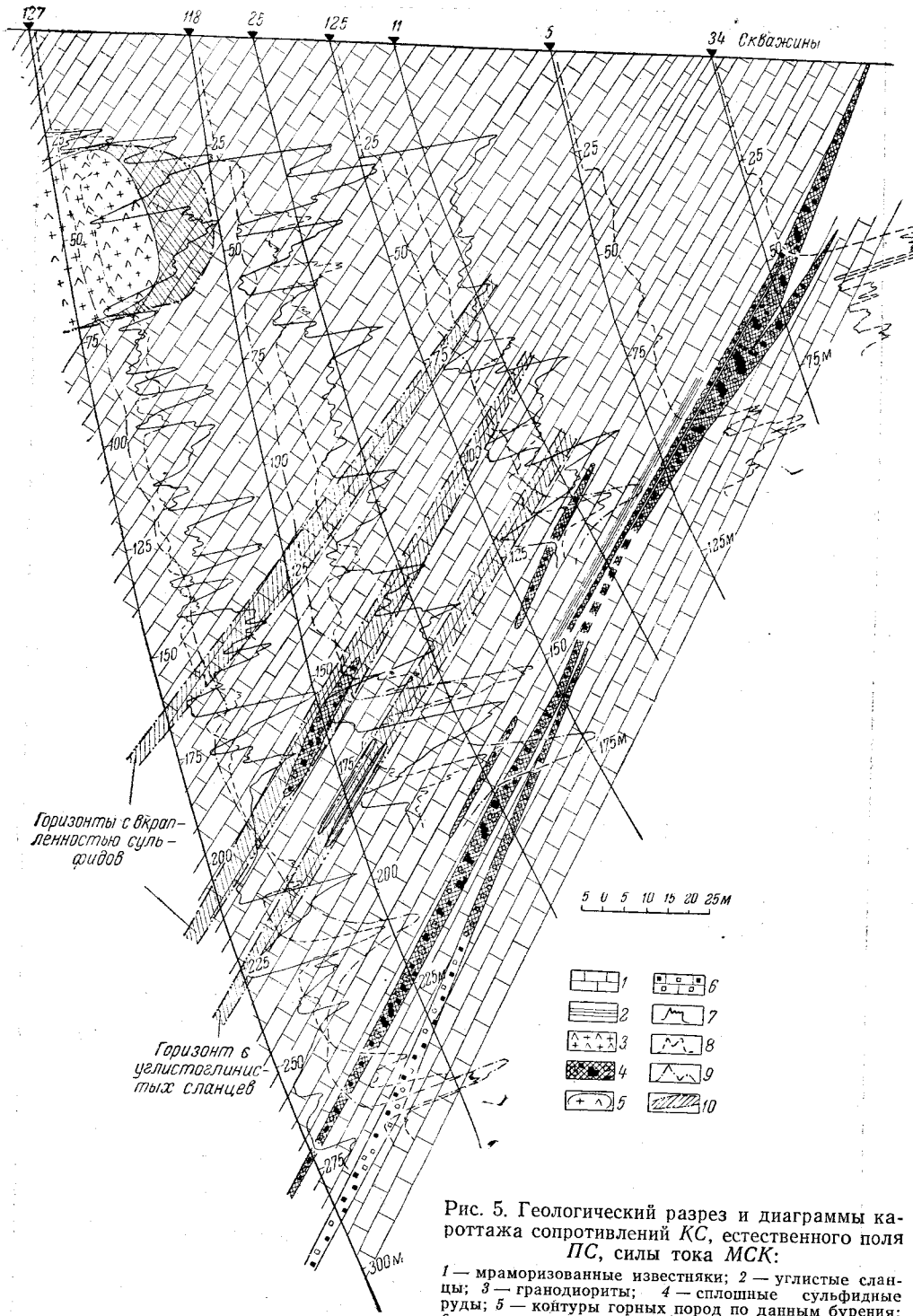


Рис. 5. Геологический разрез и диаграммы кароттажа сопротивлений *КС*, естественного поля *ПС*, силы тока *МСК*:

1 — мраморизованные известняки; *2* — углистые сланцы; *3* — гранодиориты; *4* — сплошные сульфидные руды; *5* — контуры горных пород по данным бурения; *6* — известняки с вкрапленностью галенита и пирита; *7* — диаграммы *КС*; *8* — диаграммы *МСК*; *9* — диаграммы *ПС*; *10* — контуры горных пород по данным кароттажа

такту известняков с гранитами, глубина уровня грунтовых вод и обсадная труба.

Учет кароттажных данных, как следует из рис. 4, дает возможность более правильно и объективно построить геологические разрезы по профилям бурения. Так, на рис. 5 по данным бурения построен геологический разрез, где в результате совместного использования кароттажных диаграмм сделаны следующие уточнения.

Углисто-глинистые сланцы, встреченные в скважине *118* на глубине 180 *м*, четко отмечены всеми методами кароттажа. По тем же кароттажным данным их следует изобразить на разрезе в виде хорошо коррелирующегося горизонта, так как в скважинах *127* и *125* соответственно на глубинах 225 и 125 *м* имеют место такие же аномалии, как и в скважине *118*. На геологическом же разрезе по скважинам *127* и *125* показаны мраморизованные известняки.

Как свидетельствует величина $\rho_к$ и характер графика в интервале 25—75 *м*, скважины *127*, гранодиориты находятся на небольшом расстоянии от ствола скважины *118* — в интервале 30—65 *м*.

О возможном наличии вкрапленности сульфидов в скважинах *125* и *127* на глубинах 105 и 205 *м* указывали аномалии на диаграммах *КС*, *ПС* и *МСК* скважины *118* на глубине 160 *м*, соответствующие рудному телу. Последующий просмотр керна подтвердил выдвинутое предположение. С учетом результатов кароттажа и на основании просмотра керна, на разрезе достаточно обоснованно был выделен горизонт сульфидной минерализации, в пределах которого находится рудное тело, встреченное скважиной *118*. Аналогичным образом был обнаружен и выделен на разрезе горизонт сульфидной минерализации, хорошо коррелирующийся по скважинам *125*, *118* и *127* соответственно на глубинах 80, 125 и 165 *м*.

Отмеченные факты по прослеживанию известных зон минерализации и выявлению новых по кароттажным данным имеют важное значение при разведке месторождений, так как в таких зонах или на их дальнейшем продолжении весьма вероятно появление участков, богатых сульфидными рудами.

Выводы

1. Для определения глубины залегания и мощности рудных тел метод МСК может быть применен только при исключительно благоприятных геолого-геофизических условиях залегания этих тел.

2. Комплексное применение методов МСК и ЭП способствует получению более точных и однозначных результатов при определении глубины залегания и мощности рудных тел, а также при уточнении строения рудных горизонтов.

3. Для уточнения геологических разрезов по профилям бурения необходимо использовать результаты всех методов кароттажа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Семенов А. С. и Владимиров О. К. Кароттаж рудных скважин методом скользящих контактов. Госгеолиздат, 1947.
2. Семенов А. С. Исследование природы проводимости руд и пород методом электродных потенциалов. Геофизическая разведка рудных месторождений. Госгеолиздат, 1953.
3. Мейер В. А. Усовершенствованный снаряд МСК. Геофизическая разведка рудных месторождений. Госгеолиздат, 1953.