

УДК 551.243+550.83

## ПЕТРОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ БОБРИКОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ПО ДАННЫМ ОПРОБОВАНИЯ И КАРОТАЖА СКВАЖИН

Агаркова Н. Г.

(УкрНИМИ НАНУ, г. Донецк, Украина)

*Золоторудні родовища у вуглецевих формаціях є складними об'єктами пошуків геофізичними методами. Це обумовлено тим, що зони із золото-кварц-сульфідним зруденінням не мають чітких меж і просторово тісно пов'язані з пачками вуглецьовмісних порід, що мають схожі фізичні параметри. Створення геоелектричної моделі за даними каротажу свердловин, дозволить проводити інтерпретацію даних геоелектричних досліджень на більш високому рівні.*

*Gold ore deposits in carbonaceous formations are complex objects for exploration by geophysical methods. The cause is that zones with gold-sulfide mineralization have no well-defined boundaries and are spatially closely connected with carbon-containing rock units that have similar physical properties. Generation of geoelectric model will allow interpreting geoelectric survey data at a higher level.*

Совместное изучение данных опробования керна, интенсивности и состава прожилковой минерализации и электрокаротажа скважин позволило получить геоэлектрическую характеристику пород в их естественном залегании для изучения внутреннего строения месторождения и его отражения в геоэлектрических полях с целью интерпретации данных, полученных электроразведочными методами.

### **Литологическая характеристика разреза.**

Участок исследований характеризуется ограниченным набором литологических разностей пород (преобладание тонкого флишоидного переслаивания обломочных и глинистых разностей) и неустойчивостью разреза по площади.

Аргиллиты и алевролиты составляют 70-75 % разреза, песчаники - 25-30 % и залегают среди аргиллитов в виде тонких прослоев или образуют самостоятельные пласты мощностью от 10-30 см до 15-25 м. Породы обогащены органическим веществом. В углистых аргиллитах содержание рассеянного органического углерода ( $C_{орг}$ ) колеблется в пределах 0,5-2,3 %. Органическое вещество в рассеянном виде также образует прослои в песчаниках и алевролитах [1].

Рудные тела прожилково-штокверкового типа образованы разнонаправленной системой трещин во всех литологических разностях. Кварц-карбонат-сульфидные и кварц-карбонатные прожилки сопровождаются метасоматической вкрапленностью пирита и арсенопирита. Рудные залежи (штокверки, столбы) состоят из прожилков небольшой мощности (до 8 - 10 см) и вкрапленной рудной минерализации.

Околорудные изменения пород, которые являются наложенными по отношению к предшествующим метагенетическим преобразованиям, представленные гидрослюдисто-серицит-хлоритовой фацией и отнесены к формации березитов [1, 2, 3, 4], что обусловило доминирующее развитие серицитизации пород, интенсивность которой определяется максимальным развитием трещиноватости и в меньшей степени составом пород. С уменьшением густоты жил и прожилков гидротермальная серицитизация затухает [1]. Количество серицита в аргиллитах достигает 40-60 % [1]. В песчаниках и сильно углистых сланцах этот процесс развивается слабее. Ореолы измененных пород имеют сложную неправильную форму без четких границ.

**Зависимость электросопротивления литологического разреза от интенсивности проявления рудной минерализации.**

В разрезе рудной зоны выделено пять литологических разновидностей пород: песчаники, аргиллиты, углистые аргиллиты,

алевролиты, пласты тонкого чередования песчаников и аргиллитов и зона окисления.

Изучение зависимости сопротивления от интенсивности рудной минерализации проводилось методом совместного корреляционного анализа данных полуколичественного спектрального анализа керновых проб и данных каротажа сопротивлений (КС) скважин геолого-разведочного профиля, проходящего через рудный штокверк и безрудную зону северо-западного крыла Бобривской антиклинали. Данные опробования и КС привязаны к одной точке по глубине.

На месторождении практически отсутствуют неизменные породы, поэтому литотипы разделены на измененные (рудная зона) и слабоизмененные (безрудная зона) породы.

#### **Электросопротивление пород.**

На каротажных диаграммах КС скважин всех геологических разрезов в пределах рудного поля контрастно по минимальным значениям сопротивления (5-20 Ом·м) выделяются слои углистых аргиллитов и участки вкрапленной пирит-арсенопиритовой минерализации. Сопротивление остальных литотипов пород изменяется в широких пределах от 5 до 1200 Ом·м:

1. Песчаники рудной зоны (5-120 Ом·м) практически не отличаются от песчаников безрудной (5-220 Ом·м). Сопротивление песчаников, обогащенных углистым веществом, составляет 5-20 Ом·м. В местах пересечения углистых песчаников кварц-карбонатными прожилками сопротивление увеличивается до 60 Ом·м. Участки с прожилковой и вкрапленной минерализацией характеризуются сопротивлением от 5 до 120 Ом·м, без прожилковой минерализации – от 40 до 220 Ом·м.

2. Алевролиты характеризуются высокими значениями сопротивлений (100-400 Ом·м), как в рудной так и безрудной зонах. Прожилковая минерализация развита слабо, вкрапленная - отсутствует.

Высокое сопротивление алевролитов, как и низкая степень прожилкования, вероятнее всего, обусловлены массивной структурой пород, их низкой проницаемостью.

3. Аргиллиты рудной зоны наиболее серицитизированные породы и характеризуются сопротивлениями от 5 до 100 Ом·м. На участках вкрапленной минерализации с кварц-сульфидными прожилками сопротивление составляет 15-30 Ом·м. Повышение сопротивления от 200 до 1200 Ом·м наблюдается в местах скопления кварц-карбонатных и кварц-карбонат-сульфидных жил и прожилков повышенной мощности. В безрудной зоне, где прожилки отсутствуют, и процесс серицитизации затухает, сопротивление аргиллитов составляет 5 - 150 Ом·м.

4. Углистые аргиллиты характеризуются низкими значениями сопротивлений (5-20 Ом·м) в безрудной зоне. В рудной зоне в местах скопления кварц-карбонатных жил и прожилков сопротивление увеличивается до 50 Ом·м, а в зоне тектонических нарушений - до 400 Ом·м за счет стержневых кварцевых жил. На участках скопления прожилков, преимущественно сульфидного состава, сопротивление составляет 7-25 Ом·м

5. Интервалы тонкого чередования песчаников и аргиллитов в рудной зоне имеют сопротивление от 5 до 70 Ом·м. Низкие значения сопротивления (5-15 Ом·м) характерны для участков с сульфидной минерализацией. В безрудной зоне сопротивление изменяется от 5 до 150 Ом·м. за счет уменьшения серицитизации аргиллитов.

#### **Корреляционная зависимость сопротивления литотипов пород от степени их минерализации.**

На Бобриковском месторождении основными элементами спутниками золота являются: в березитах – мышьяк; в полиметаллических рудах – свинец, цинк, серебро, медь; в сульфидно-сульфосольных – свинец, сурьма, серебро, никель. Промышленную ценность представляют участки, где развиты одновременно золотоносная березитовая, полиметаллическая и сульфосольно-сульфидная минерализации.

По типу минерализации и тесноте корреляционных связей элементы, участвующие в анализе, условно можно разделить на три группы: As, Ni - элементы вкрапленной пирит-арсенопиритовой, Pb, Zn, Cu, Ag – элементы полиметаллической галенит-сфалерит-халькопиритовой, Sb, Ni – элементы сульфид-

но-сульфосольной минерализации. Суммарную мощность и количество рудных прожилков на подсчитанные на 10 м разреза условно назовем степенью прожилкования.

Анализ влияния типов минерализации на изменение сопротивления пород позволил установить следующие корреляционные зависимости:

1. В песчаниках наблюдается положительная зависимость между сопротивлением и элементами полиметаллической и сульфидно-сульфосольной минерализаций, а так же со степенью прожилкования. Обратная слабая корреляционная связь наблюдается между сопротивлением и As, Au.

2. В алевролитах отсутствует какая-либо значимая корреляционная связь сопротивления с рудообразующими элементами и степенью прожилкования.

3. Для аргиллитов наблюдается значимая положительная корреляционная связь сопротивления с концентрациями Pb, Zn, Cu, Ag, отрицательная с количеством прожилков.

4. Для интервалов тонкого чередования песчаников и аргиллитов характерна значимая отрицательная корреляционная связь сопротивления с полиметаллической группой элементов, а также со степенью прожилкования.

5. Для углистых аргиллитов характерна слабая отрицательная корреляционная связь сопротивления с элементами полиметаллической группы и сильная отрицательная со степенью прожилкования. Здесь установлена тесная положительная корреляционная связь между элементами трех типов минерализации между собой, со степенью прожилкования и с золотом, что не характерно для других литотипов.

Статистический анализ данных лабораторных исследований образцов керна показал, что непосредственной зависимости содержания золота от количества углистого вещества (УВ) не наблюдается, однако, существует положительная парная корреляция между количеством углистого вещества и серой сульфидной. Наблюдается положительная корреляционная связь УВ с поляризуемостью, а также закономерная сильная отрицательная связь поляризуемости и слабая отрицательная УВ и серы сульфидной с электросопротивлением. Однако нет значимой связи между поля-

ризуемостью и серой сульфидной. Таким образом, поляризуемость определяет наличие в разрезе углефицированных пород с наличием или отсутствием сульфидной минерализации. Исходя из сказанного, для обнаружения сульфидной минерализации методом ВП его необходимо применять в сочетании с электроразведкой.

Проведенный анализ показывает, что зависимость изменения сопротивления отдельных пород от степени минерализации пород очень слабая. Значительное влияние на сопротивление оказывает количество и мощность рудных и безрудных прожилков. Тесная корреляционная связь золота со всеми элементами спутниками наблюдается только в углистых аргиллитах, что подтверждает значительную роль углистого вещества в локализации золота.

По контрастности сопротивления литологические разности пород рудной и безрудной зон находятся в близких пределах изменения сопротивлений. Для выделения поискового критерия по данным электроразведки следует рассмотреть, как изменяется сопротивление пластов по каротажу скважин по площади в пределах рудной зоны.

#### **Геоэлектрическая модель по данным каротажа скважин.**

Особенностью геоэлектрических разрезов КС по геолого-разведочным профилям Бобриковского месторождения является наличие приповерхностного высокоомного горизонта, нижняя граница которого очень резкая и выделяется по высоким значениям (50-2500 Ом·м, ср. 360 Ом·м) электросопротивления на каротажных кривых (рис. 1). По этой границе определяется зона выветрелых пород карбона и окисленных руд, мощностью 2-70 м. Причиной образования высокоомного горизонта является нарушение электронной проводимости в зоне гипергенеза, за счет новообразованных непроводящих минералов.

На геоэлектрической модели (рис.1), составленной по данным каротажа скважин (стандартный градиент-зонд А-2,25 М-0,25 N) можно выделить следующие крупные элементы геоэлектрического разреза:

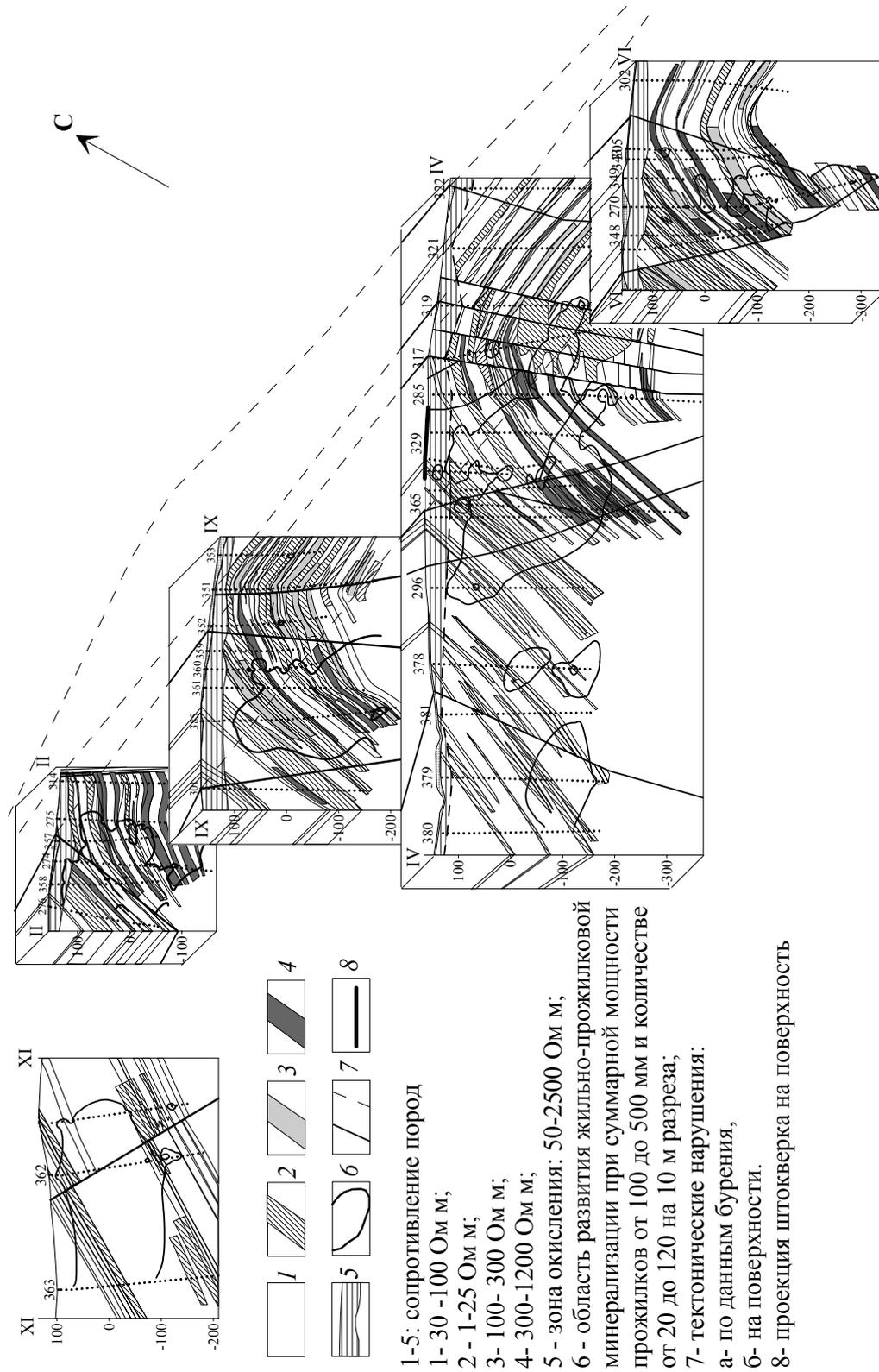


Рис. 1. Обобщенная геоэлектрическая модель по данным каротажа скважин (КС) геолого-разведочных профилей в пределах жильно-прожилковой минерализованной зоны Бобривского рудного поля

1. Вмещающая среда состоит из проводящих низкоомных аргиллитов обогащенных углистым веществом, содержащих рассеянную сульфидную минерализацию и прожилки преимущественно сульфидного состава, менее проводящих песчаников и высокоомных алевролитов и аргиллитов с прожилками кварц-карбонатного и кварц-карбонат-сульфидного состава.

2. Стратиформные «слои» с сопротивлением от 100 до 500 Ом·м и более в зонах тектонических нарушений следует отнести к участкам развития дорудных кварц-серицитовым метасоматитов с низким содержанием сульфидов.

Пластовый характер отдельных слоев пород с высокими значениями сопротивлений в пределах зоны влияния Осевого надвига и нарушений северо-западного простирания с ним сопряженных обусловлен, вероятнее всего, наличием в слое межпластовых кварц-анкеритовых жил.

3. Низкоомные неоднородности с сопротивлением от 1 до 25 Ом·м характеризуют участки развития жил преимущественно сульфидного и кварц-сульфидного состава, которые за счет пересечения между собой образуют сообщающиеся прожилки, что приводит к резкому падению удельного сопротивления даже при наличии первых процентов проводящего минерала.

В зоне Осевого разлома и сопряженных с ним нарушений на всем протяжении Бобриковской антиклинали наблюдается чередование высокоомных и низкоомных слоев. В безрудной зоне с редкими прожилками преимущественно кварц-карбонатного состава высокоомных слоев не наблюдается. Если условно принять за фон сопротивление пород от 30 до 100 Ом·м, то в безрудной зоне контрастно выделяются углистые аргиллиты, как слои с сопротивлением от 5 до 20 Ом·м (рис. 1).

В зоне тектонических нарушений сопротивление углистых аргиллитов иногда составляет 100-400 Ом·м. Скорее всего, это обусловлено пересечением пласта стержневыми кварцевыми жилами.

Таким образом, наличие в геоэлектрическом разрезе низкоомных и высокоомных зон является поисковым признаком рудной зоны. Область штокверка практически не отличается от фо-

новых вмещающих пород, однако эта зона окружена чередующимися высокоомными и низкоомными слоями.

Геоэлектрическая модель по данным каротажа определяет поисковые критерии прожилково-жильной минерализованной зоны. Наличие в электрическом разрезе чередующихся зон низких и высоких сопротивлений дает возможность оконтурить минерализованную зону по данным электроразведки.

### **СПИСОК ССЫЛОК**

1. Копылова, Л. В. Околорудные изменения пород карбона в Нагольном кряже Донбасса / Л. В. Копылова, Ю. А. Кузнецов, А. И. Резников // Геол. журн.- 1981.-Т.41, № 3.- С. 86-95.
2. Рудоносные околожильные метасоматиты / И. П. Щербань. - К.: Либідь, 1996. – 351 с.
3. Щербань, И. П. Околорудные метасоматиты континентальных рифтогенных структур / И. П. Щербань, Л. В. Копылова, В. И. Шевченко/- М.: Недра, 1985.-205 с.
4. Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України: Моногр. / В. О. Шумлянський, К. І. Деревська, Т. В. Дудар, О. М. Івантишина, А. Г. Субботін, М. В. Безугла, О. Л. Александров. – К.: Знання України, 2003. – 271 с.