

Геология

УДК 550.837

Э. Б. АДЖИМАМУДОВ, М. А. ГРИГОРЯН, Д. А. ХАЧАТРЯН

**ВОЗМОЖНОСТИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ ПРИ
ИЗУЧЕНИИ ОПОЛЗНЕВЫХ ЯВЛЕНИЙ В
КАРЬЕРАХ**

Излагаются результаты электроразведочных работ в карьерах Загликского (Азерб. ССР) и Маднеульского (Груз. ССР) месторождений. Показано, что в случае простого геоэлектрического разреза электроразведочными методами успешно осуществляется изучение оползней в карьерах. В случае сложного геоэлектрического разреза изучение возможно только в сочетании с наблюдениями за физико-геологическим состоянием пород или в комплексе с другими геофизическими методами.

Роль геофизических методов исследований, в частности электроразведки, при изучении оползневых явлений на естественных склонах достаточно широко освещена в публикациях [1—3]. Электроразведочными работами, наряду с сейсморазведкой, определялись мощность оползневого тела, неоднородности в оползневом теле, границы распространения оползневых явлений, динамика оползневого тела. При этом широко использовались методы вертикального электрического зондирования (ВЭЗ), электропрофилирования (ЭП), естественного электрического поля (ЕП).

Вопросы, связанные с изучением электроразведочными методами оползневых явлений в карьерах месторождений полезных ископаемых, недостаточно освещены в литературе, хотя оползневые явления в карьерах месторождений полезных ископаемых не являются редким явлением и часто приводят к потерям огромных масс кондиционной руды, затрудняют разработку карьера и могут быть причиной человеческих жертв и вывода техники из строя.

Рассмотрим возможности электроразведки при изучении оползневых явлений в карьерах на примерах Загликского алунитового месторождения Азерб. ССР и Маднеульского полиметаллического месторождения Груз. ССР.

ЗАГЛИКСКОЕ АЛУНИТОВОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

На площади месторождения обнажаются породы среднеюрского и верхнеюрского возраста, представленные вулканогенно-туфогенно-осадочным комплексом. Алунитовое месторождение связано с туфогенными породами кимериджского возраста, залегающими на известняках лужитанского возраста. Над туфогенными породами залегают эффузивы кимериджского возраста, представленные плагиоклазовыми и диабазовыми порфиритами, а также диабазы.

Оползневые процессы в карьере Загликского алунитового месторождения происходили периодически. Последние оползни происходили в январе-феврале 1976 г., охватив центральный участок Загликского рудника, и с марта 1977 г. по июнь 1979 г. на сев.-восточном фланге. В результате последнего оползня была смещена огромная земляная мас-

са, вследствие чего большое количество кондиционной руды оказалось под оползневыми массами.

По мнению исследователей [4], причиной оползневых явлений является геологическое строение месторождения (наличие сбросов, крупных разломов, трещин, блоков) в сочетании с нарушением технологии буровзрывных работ при производстве массовых взрывов.

С целью изучения инженерно-геологических условий Загликского алунитового месторождения, знание которых необходимо для обеспечения безопасности и более эффективной его эксплуатации, нами проводились геофизические работы на оползневых участках карьера месторождения. Методами вертикального электрического зондирования и электропрофилирования изучались литологический состав пород и их физико-геологическое состояние, определялось положение уровня грунтовых вод, выяснялись возможности определения параметров действующих оползней, исследовались ослабленные зоны, в которых возможно развитие оползневых явлений.

Точки ВЭЗ при электроразведочных работах располагались с таким расчетом, чтобы ими были охвачены участки месторождения с различными физико-геологическими условиями, а именно породы в естественном залегании, разрушенные—в виде глыб, обломков (обвалы), а также само оползневое тело. Точки ВЭЗ располагались также за пределами нижней границы оползневого тела с целью прогнозирования возможности оползневых явлений на нижних горизонтах карьера.

Симметричное электропрофилирование выполнялось на различных горизонтах карьера. Особое внимание было уделено изучению оползневого тела, выявлению возможных неоднородностей в нем и определению его границ. Величина разноса при симметричном электропрофилировании выбиралась исходя из анализа кривых ВЭЗ и задач, которые должны были решаться с помощью электропрофилирования, с учетом рельефа карьера, ширины горизонтов и высоты уступов. Величина разноса питающих линий (АВ) равнялась 48 м, что на кривой ВЭЗ соответствует ниспадающей ветви кривой типа Q, отражающей состояние оползневого тела, и восходящей ветви кривых типа Н, НА, также характеризующих породы оползневого тела. При величине разноса 48 м боковое влияние уступов сводится к минимуму, так как ширина горизонта колеблется от 16 до 20 м, а высота уступов—14—16 м. Соизмеримость размеров питающей линии с шириной горизонтов разработок обуславливает минимальное влияние рельефа карьера на результаты электропрофилирования. Из-за сильных помех на карьере работы проводились с помощью измерителя кажущегося сопротивления ИКС-1.

Физико-геологические условия пород, слагающих оползневое тело и прилегающие к нему участки, изменяются в широких пределах. За пределами оползневого тела породы представлены в виде массивных глыб с микротрещинами, заполненными продуктами выветривания. Удельное электрическое сопротивление таких пород, залегающих выше уровня грунтовых вод на горизонтах с высокими отметками, изменяется от 1000 до 2000—3000 Ом.м.

Во время оползневого процесса образовалась зона разрушения скальных пород, в результате чего появились обвалы. Глыбы, обломки навалены друг на друга хаотично, а пустоты, существующие между ними, не заполнены. На этом участке электрический контакт между обломками осуществлялся с помощью поверхностного соприкосновения—«поверхностного трения», из-за чего здесь удельное электрическое сопротивление намного выше, чем удельное электрическое сопротивление скальных пород, из которых они образовались. В результате параметрических замеров и интерпретации кривых ВЭЗ, полученных на этих участках, было установлено, что удельное электрическое сопротивление доходит до 8000—10000 и более Ом.м. Сопротивление оползневого тела, представленного раздробленными туфогенными породами, характеризу-

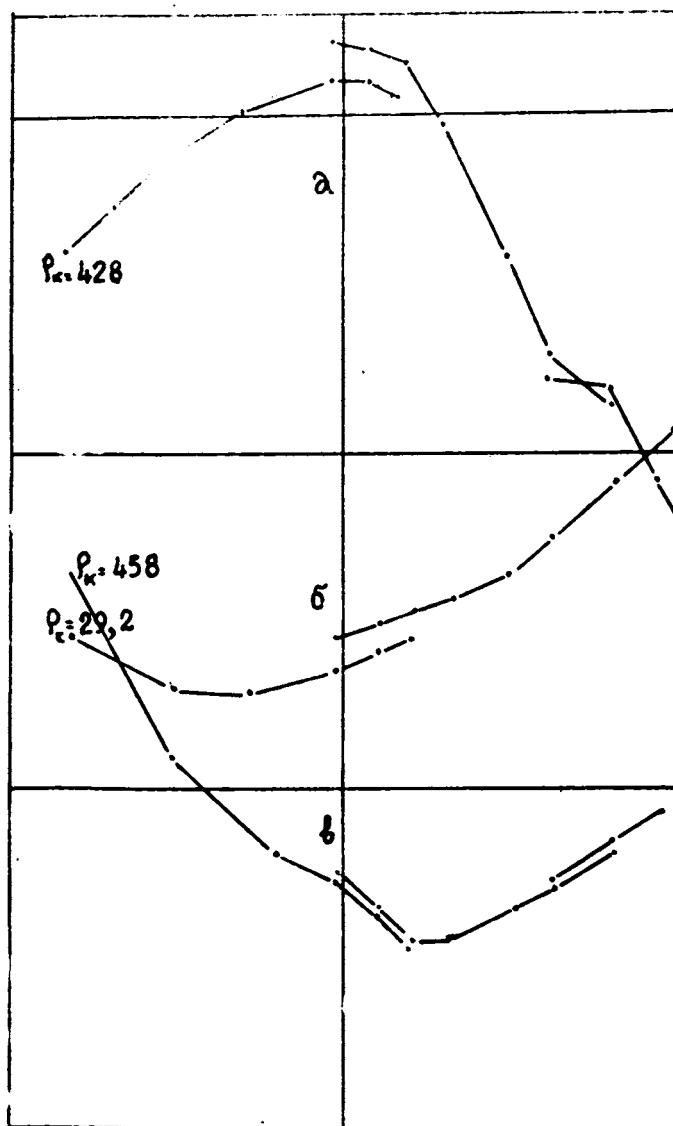


Рис. 1. Характерные кривые ВЭЗ на оползневом участке Загликского алунитового месторождения.

ется низкими значениями—от 15 до 35—40 Ом. м, что объясняется доминирующим положением мелкой фракции, образовавшейся в результате оползневого процесса, и избыточной влажностью. Значение удельного электрического сопротивления известняков, являющихся ложем оползневого тела, превосходит 120—220 Ом. м. Они характеризуются на кривых ВЭЗ правыми восходящими ветвями.

Как видно из сводного геоэлектрического разреза карьера Загликского алунитового месторождения, удельное электрическое сопротивление пород и типы кривых ВЭЗ в основном зависят от физико-геологических условий туфогенных пород, так как известняки находятся в одинаковых физико-геологических условиях. На рис. 1 представлены характерные типы кривых ВЭЗ. За пределами оползневого участка в основном наблюдаются многослойные кривые типа КQ ($\rho_1 < \rho_2 > \rho_3 > \rho_4$) (рис. 1а). В западной приконтактной части наблюдаются в основном кривые типа НА ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3 < \rho_4$). Кривые такого типа представлены на рис. 1б. В приконтактной части получены также кривые типа Q. Из-

менение типа кривой связано с отсутствием масс оползневого тела — они вынесены в результате очистных работ. На оползневом теле наблюдаются кривые типа Н ($\rho_1 > \rho_2 < \rho_3$), которые превращаются в кривые типа QН ($\rho_1 > \rho_2 > \rho_3 < \rho_4$) (рис. 1в), если в верхней части разреза появляется дополнительный слой, удельное электрическое сопротивление которого больше удельного электрического сопротивления первого слоя на кривых типа Н. В местах, где мощность второго и третьего слоев увеличивается, на разрезах из-за ограниченных размеров полуразносов наблюдаются кривые типа Q.

На рис. 2 представлены разрез ρ_k и геоэлектрический разрез вдоль одного из профилей широтного простирания, пересекающих оползневое тело поперек его движения. Западная часть профиля, где на поверхности развиты неизменные породы (ВЭЗ №№ 10—12), характеризуется на разрезе ρ_k (рис. 2а) изоомами, значения которых намного выше, чем в остальной части разреза. На этом участке график ρ_k электропрофилеирования имеет изрезанный характер, а кажущиеся удельные электрические сопротивления имеют высокие значения (350—800 Ом.м). На геоэлектрическом разрезе (рис. 2б) данный участок представлен четырьмя геоэлектрическими слоями. Первый слой (мощностью 1,5—2 м), представленный сильно разрушенными в результате эксплуатации породами, характеризуется удельными электрическими сопротивлениями порядка 1300 Ом.м. Второй слой (мощностью 8—10 м) представлен сухими эффузивными породами. Удельное электрическое сопротивление высокое—2000—2100 Ом.м. Третий слой имеет удельное электрическое сопротивление 130—150 Ом.м и представлен неизменными ту-

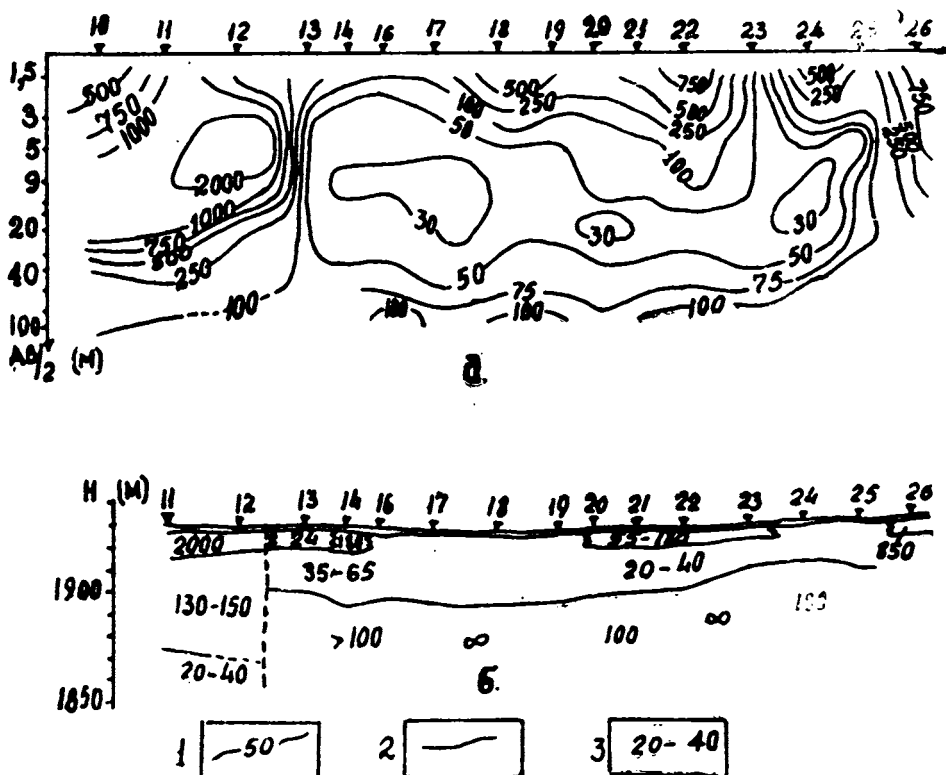


Рис. 2. Электроразведочный профиль, пересекающий оползневое тело на Загликском месторождении.

а. Вертикальный разрез ρ_k . б. Геоэлектрический разрез.

1. Изоомы и их значения. 2. Геоэлектрические границы. 3. Пределы изменения удельного электрического сопротивления геоэлектрического слоя.

фами. Мощность слоя 40—45 м. Четвертый слой в этой части разреза представлен породами, удельное электрическое сопротивление которых равно 20—40 Ом. м. Низкие значения удельного электрического сопротивления не обусловлены наличием сильноминерализованных вод, так как минерализация воды не выше 1 г/л. По-видимому, низкие значения удельного электрического сопротивления связаны здесь либо с глинисто-песчанистыми породами, либо с наличием оползневого тела на данной глубине. В обоих случаях имеются основания утверждать, что в данной части профиля возможно возникновение оползневых явлений, тем более что на графике ρ_k электропрофилирования намечается зона пониженных значений удельных электрических сопротивлений.

Центральная и восточная части профиля, находящиеся над оползневым телом, на графике ρ_k характеризуются низкими значениями кажущегося удельного электрического сопротивления. Геоэлектрический разрез в этой части представлен тремя, а местами четырьмя геоэлектрическими слоями. В первом, приповерхностном, слое удельное электрическое сопротивление колеблется от 23 до 3100 Ом. м. Большим значениям ρ_k соответствуют разрушенные породы обвального типа, низким—более мелкая фракция оползневой массы. Мощность первого слоя изменяется от 1 до 3 м. Второй геоэлектрический горизонт имеет удельное электрическое сопротивление 20—65 Ом. м. Горизонт представлен туфами, мощность его 20—35 м. Третий слой представлен известняками, удельное электрическое сопротивление которых больше 100—120 Ом. м, а местами доходит до «бесконечности». На отдельных участках профиля, между первым и вторым геоэлектрическими слоями, наблюдается слой мощностью 5—10 м. Удельное электрическое сопротивление данного слоя изменяется в широких пределах и зависит в основном от размеров частиц разрушенных пород. Мелким фракциям соответствуют низкие (24—75 Ом. м), а крупным—высокие (180, в западной части 850 Ом. м) значения удельного электрического сопротивления. Наблюдаемые на разрезе ρ_k изоомы с высокими значениями обусловлены крупными обломками разрушенных пород первого и промежуточного слоев.

МАДНЕУЛЬСКОЕ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ

Электроразведочные работы в карьере месторождения проводились с целью прослеживания литологических границ, выявления контактов между ослабленными (трещиноватыми, разрушенными) и сохранными разностями пород, а также выявления обводненных зон. Месторождение приурочено к крупной корытообразной депрессии, выполненной вулканогенно-терригенными образованиями верхнемелового возраста.

Методика геофизических работ на Маднеульском месторождении была аналогична методике работ на Загликском месторождении. Вертикальное электрическое зондирование ставилось на различных горизонтах с целью получения по возможности информации об удельных электрических сопротивлениях тех или иных пород для дальнейшей интерпретации графиков ρ_k электропрофилирования. Симметричное электропрофилирование проводилось с целью выделения крутых границ раздела, выявления тектонических нарушений и выделения пород, находящихся в различных физико-геологических условиях.

В карьере месторождения обнажены туфы, туфобрекчии, туфопесчаники, вторичные кварциты, представленные в виде скальных и полускальных образований. Породы эти мало отличаются друг от друга по значениям удельного электрического сопротивления. На основании параметрических замеров и визуальных наблюдений установлено, что удельное электрическое сопротивление скальных и полускальных по-

род изменяется в зависимости от физико-геологических условий, которые в карьере Маднеульского месторождения не постоянны в силу различных факторов: изменения уровня грунтовых вод на разных горизонтах, разрыхления пород на отдельных участках из-за буровзрывных работ, наличия сплошных зон оруденения, обвалов и т. д. Так, например, туфы и туфопесчаники, в зависимости от степени увлажненности и разрушенности имеют различное удельное электрическое сопротивление. Для влагонасыщенных разрыхленных разностей оно колеблется в пределах от 30 до 110 Ом. м, для сухих сохранных—от 350 до 400 Ом. м. Эти же породы, разрыхленные буровзрывными работами, имеют удельное электрическое сопротивление от 400 до 1300 Ом. м. Разрыхленные рудосодержащие кварцевые альбитофиры имеют удельное электрическое сопротивление от единиц до первых десятков Ом. м. Те же кварцевые альбитофиры вне рудной зоны имеют значения удельного электрического сопротивления 140—160 Ом. м., скальные кварциты—300—750 Ом. м. На графиках ρ_k электропрофилеирования обвальные участки характеризуются значениями кажущегося удельного электрического сопротивления 80—120 Ом. м. и не отличаются от соседних участков.

Как видно из проведенных работ, в случае простого геоэлектрического разреза с помощью электроразведочных работ возможно изучение оползневых процессов в карьерах месторождений. В случае сложного геоэлектрического разреза, как, например, на Маднеульском месторождении, изучение оползневых или обвальных процессов возможно только в сочетании с детальными наблюдениями за физико-геологическим состоянием пород и параметрическими замерами.

*Кафедра геофизических методов поисков
и разведки месторождений полезных ископаемых*

Поступила 10.10.1983

ЛИТЕРАТУРА

1. Горелик А. М. Применение электроразведки для исследования оползней. М.: Транс-техдориздат, 1980.
2. Григорян М. А. К вопросу о применении геофизических методов для изучения оползневых явлений в Армении.—Молодой научный работник. Изд-во ЕГУ, 1969, № 2 (10).
3. Огильви А. А., Нетунахин В. И. К вопросу о возможности применения геофизических методов разведки при изучении оползней.—Вест. Московского университета, серия физ.-мат. и естественных наук, 1954, вып. 3, № 5.
4. Шрубко С. А., Касумов Ф. К. Оползневые явления на карьерах Дашкесана и рациональная технология взрывных работ.—Сб. Разработка месторождений полезных ископаемых. Алма-Ата: 1980.

Է. Բ. ՉԱԶԻՄՈՒՐԱԳՈՎ, Մ. Ա. ԳՐԻԳՈՐՅԱՆ, Գ. Ա. ԽԱԶԱՏՐՅԱՆ

ԷԼԵԿՏՐԱՆՅԱՆՈՒԶՈՒՅԱՆ ՀՆԱՐԱՎՈՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԲԱՅԱՀԱՆՔԵՐՈՒՄ
ՍՈՂԱՆՔԱՅԻՆ ԵՐԵՎՈՒՅԹՆԵՐԸ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐԵԼՈՒ ԺԱՄԱՆԱԿ

Ա մ ֆ ո ֆ ու մ

Պարզ գեոէլեկտրիկ կտրվածքի դեպքում, ինչպիսին հանդիսանում է Ադրբեջանական ՍՍՀ Ջազիրիկի ալունիտային հանքավայրը, ուղղաձիգ էլեկտրական զոնրավորուման և էլեկտրապրոֆիլացման մեթոդների օգնությամբ հնարավոր է որոշել սողանքային մարմնի պարամետրերը:

Բարդ գեոէլեկտրիկ կտրվածքի դեպքում, ինչպիսին է վրացական ՍՍՀ Մադնեուլի բազմամետաղ հանքավայրը, էլեկտրահետախուզական մեթոդների հետ միաժամանակ անհրաժեշտ է բացահայտել կատարել լրացուցիչ երկրաբանական դիտարկումներ: