

Библиографический список

1. Азаров Н.Я., Яковлев Д.В. Сейсмоакустический метод прогноза горно-геологических условий эксплуатации угольных месторождений. — М.: Недра, 1988. — 199 с.
2. Методические рекомендации по технологии шахтной сейсморазведки разрывных нарушений угольных пластов с использованием цифровых суммирующих сейсмостанций типа ШСС: РД Утв. ВГО «Союзуглегеология» 20.04.91. — Донецк: УкрНИМИ, 1991. — 150 с.

© Анциферов А.В., 2002

УДК 550.837:622.341

ЛИННИК В.Б. (Ингулецкий ГОК), ТУМАНОВ В.В., БОГАК М.Ю. (УкрНИМИ)

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПАСНЫХ ГЕОДИНАМИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ГОРНОМ ОТВАЛЕ №2 ИНГУЛЕЦКОГО ГОКА

Известно, что состояние крупных техногенных сооружений, каковыми являются горные отвалы железорудных карьеров, в значительной степени зависит от объема и качества слагающих их материалов, а также от локальных особенностей строения, свойств и состояния горных пород в их основаниях. Сложное строение геологического разреза, чередование водопроницаемых пород и водоупоров, наличие напорных водоносных горизонтов являются факторами, ухудшающими физико-механические параметры геологической среды и способствующими развитию опасных геодинамических процессов. Такие процессы нарушают нормальную эксплуатацию горных отвалов и оказывают вредное влияние на экологию окружающей среды, ухудшая эколого-гидрогеологическую обстановку и зачастую приводят к человеческим жертвам.

Необходимость в прогнозе негативных процессов и явлений на породном отвале №2 Ингулецкого ГОКа возникла вследствие произошедшего там в 2001 г. мощного оползня.

Отвальные массы породного отвала весьма неоднородны и представлены щебнем кристаллических пород с примесью более рыхлых вскрышных пород. Коэффициент неоднородности отвальных масс изменяется от 2,2 до 26,6 мм и составляет в среднем 15,0 мм. Объемный вес материала отвала изменяется от 1,95 до 2,49 г/см³ при среднем значении 2,18 г/см³.

По данным наливов в шурфы коэффициент фильтрации изменяется в широких пределах — от 0,4 до 1100 м/сутки. Огромные значения коэффициента фильтрации дают основание предположить наличие пустот в отвале.

При движении фильтрационного потока в грунтах основания породного отвала будет создаваться гидравлическое давление, под влиянием которого может происходить выпор грунта за подошвой низового откоса.

По всей видимости, эти и другие факторы, требующие дополнительного изучения, послужили причиной образования оползня. В тоже время возникшие в результате оползня нарушения гидрогеологического режима в теле отвала и перераспределение нагрузки на его основание может привести к активизации негативных физико-геологических процессов.

В геоструктурном отношении район приурочен к древним образованиям Украинского шита и южной части Лихмановской синклинали, представляющей собой юго-западную границу Криворожской железорудной формации.

В геологическом строении района принимают участие четвертичные, неогеновые и палеогеновые отложения, а также нижележащие кристаллические породы докембрия. Неровный рельеф кристаллического фундамента (рис. 1) и резко неод-

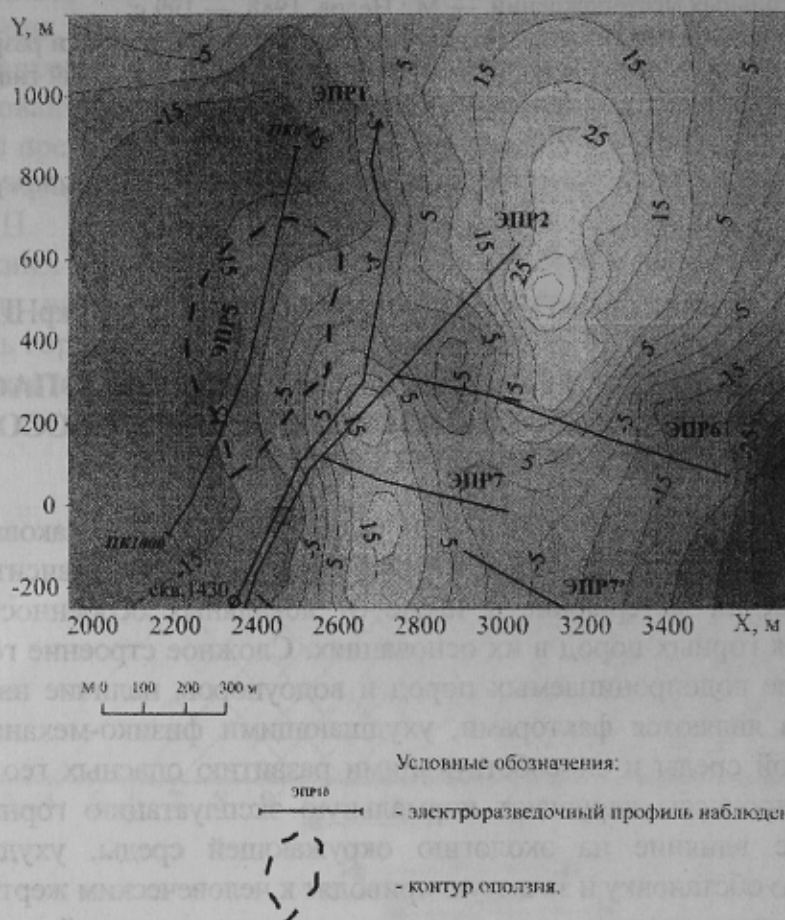


Рис. 1. Рельеф кристаллического фундамента и схема расположения электроразведочных профилей в районе отвала №2 ИнГОКа

нородный состав пород в изучаемом районе может свидетельствовать о тектонической нарушенности массива, что является еще одним осложняющим фактором

Гидрогеологические условия в районе определяются геологическим строением и геоморфологическими особенностями и осложняются такими техногенными факторами, как забор подземных вод из горных выработок и шахтных колодцев, режимом хвостохранилища и биологических прудов, наличием сетей водопроводно-канализационных коммуникаций и сбросных сооружений пульпы, а также мокрых производственных процессов отдельных объектов Ингулецкого ГОКа. Водоносные горизонты в пределах района приурочены к четвертичным, понтическим, сарматским и киевским отложениям, а также к образованиям докембрийского возраста [1].

Применяемые до настоящего времени методики прогноза опасных геодинамических и гидрогеологических процессов, основанные главным образом на использовании гидронаблюдательных скважин, недостаточно эффективны в силу точечного характера наблюдений. Кроме того, само по себе бурение скважин в какой-то мере нарушает состояние массива отвальных пород. В связи с этим были привлечены методы геофизики, позволяющие оценивать изучаемые параметры в больших объемах горных пород с получением непрерывной информации по профилям исследований с необходимой глубиной.

Для изучения гидрогеологической обстановки, а также с целью литологического расчленения целиковой части геологического разреза до глубины кристаллического основания с выделением участков, различающихся по составу и свойствам (трещиноватые, обводненные зоны и т.п.). Проведены электроразведочные работы по ярусу и основанию низового откоса отвала № 2 в районе оползня (рис. 1).

Полевые электроразведочные исследования выполнены методом вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ) по профилям, покрывающих зону оползня и проложенных с учетом особенностей рельефа местности [2]. Параметры установки ВЭЗ: $MN=1,0$ м, $AB=2,78-145,0$ м; $MN=10,0$ м, $AB=104,0-280,0$ м. Таким образом, «ворота» на кривой ВЭЗ соответствовали смежным полуразносам питающей линии АВ: $AB/2=52,0-72,5$ м. Шаг зондирований по профилям с учетом требований соблюдения масштаба съемки составлял $50,0$ м, а на аномальных участках сгущался до $25,0$ м.

Рассмотрим результаты электроразведочных работ по профилю, пройденному по ярусу 70 м отвала № 2 (рис. 2).

Распределение значений электросопротивлений в разрезе отличается вертикальной отдельностью с чередованием вытянутых по вертикали низкоомных и высокоомных зон. Низкоомные зоны, как правило, прослеживаются с поверхности до максимальной глубины зондирования, где сливаются с низкоомным горизонтом, который прослеживается в нижней части разреза на всем протяжении профиля. Выходы на поверхность

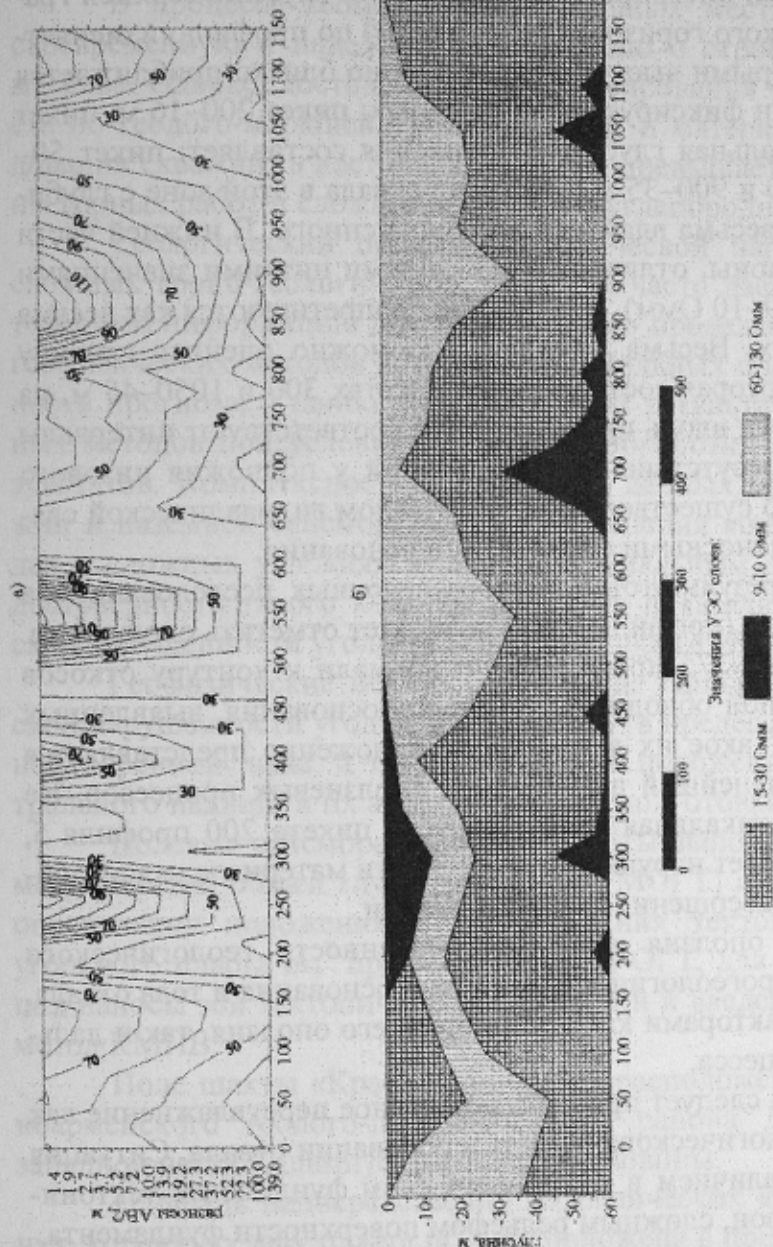


Рис. 2. Псевдоразрез (а) и результаты количественной интерпретации ВЭЗ по ярусу 70 м отвала №2 (профиль 5)

низкоомных зон отмечаются в интервалах пикетов: область пикета $200, 275-375$, область пикета $450, 600-650$ и область пикета 1050 . С глубиной протяженность указанных зон увеличивается. Высокоомные зоны прослеживаются до глубины низкоомного горизонта, нижняя граница слоя имеет мульдообразный характер.

Особого внимания заслуживают низкоомные зоны, которые отражают характер обводненности тела отвала.

В интервале профиля 0–500 наблюдается повышенная влажность приповерхностной части разреза с максимальным погружением геоэлектрической границы до 20 м на пикете 50. Необходимо отметить участок 175–500, где низкие значения электросопротивлений указывают на более высокую степень влажности среды. Максимальная глубина геоэлектрической границы составляет 12 м на пикете 300.

Практический интерес представляет характер обводненности нижней части разреза. На разрезе количественной интерпретации видно, что глубина верхней границы низкоомного геоэлектрического горизонта (15–30 Ом) по профилю изменяется в значительных пределах и острыми выступами достаточно близко приближается к поверхности. Положение вершин фиксируется на глубинах: пикет 200–16 м, пикет 400–9 м, пикет 700–5 м. Максимальная глубина погружения составляет: пикет 50–44 м, пикет 300–25 м, пикеты 550 и 900–35 м. Материал отвала в этой зоне с глубиной можно охарактеризовать как весьма влажный до обводненного. В нижней части разреза фиксируются локальные зоны, отличающиеся самыми низкими значениями электросопротивлений в разрезе (9–10 Ом). Эти зоны интерпретируются как весьма обводненные до водонасыщенных. Весьма приближенно можно оценить глубину заложения верхних кромок зон, которая составляет: на пикетах 300 и 1050–45 м, на пикете 700–33 м. По протяженности вдоль профиля зонам соответствуют интервалы 275–375, 650–750 и 1025–1175. Отсутствие водопроявлений у подножия низового откоса косвенно свидетельствует о существовании под отвалом гидравлической связи обводненной части отвала с водоносными горизонтами основания.

Совместное рассмотрение результатов электроразведочных исследований на отметке 70 м и по основанию отвала (профили 1 и 2) позволяет отметить следующее. Обводненная зона в интервале 275–375 профиля 5 по нормали к контуру откосов коррелируется с зонами повышенной обводненности пород основания, выявленных по профилю 1 и по профилю 2. Такое их взаимное расположение представляется весьма опасным в отношении дальнейшей активизации оползневых процессов. Не менее опасной является узкая вертикальная зона в области пикета 200 профиля 5, если предположить, что зона отражает нарушение сплошности материала отвала, образовавшееся во время или после завершения активной стадии.

Таким образом, в районе оползня выявлены особенности геологического строения разреза, особенности гидрогеологических условий основания и тела отвала, являющиеся контролирующими факторами как произошедшего оползня, так и дальнейшего возможного развития процесса.

Активизирующим фактором следует признать возможное переувлажнение как материала отвала, так и пород геологического разреза в основании отвала. Ситуация в области оползня усугубляется наличием в кристаллическом фундаменте тектонических нарушений и ослабленных зон, сложным рельефом поверхности фундамента.

Библиографический список

1. Отчет о гидрогеологических и инженерно-геологических исследованиях на Ингулецком ГОКе Криворожского железорудного бассейна / ВИОГЕМ. — Белгород, 1968.
2. Огильви А.А. Основы инженерной геофизики. — М.: Недра, 1990. — 468 с.

© Линник В.Б., Туманов В.В., Богак М.Ю., 2002