

Канд. техн. наук, с.н.с., Е.В. Бабий
(ИГТМ НАН Украины),
зам. гл. инж. пр., В.Н. Гребенник
(ОАО «Укрпироруда»)

**КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ПРИЧИН РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ
ПРОЦЕССОВ В ТЕХНОГЕННО НАРУШЕННЫХ МАССИВАХ
(НА ПРИМЕРЕ АННОВСКОГО КАРЬЕРА)**

Виконано комплексний аналіз підземних, поверхневих і ґрунтових вод техногенно порушеного масиву біля Ганівського кар'єру. Приведено результати електрометричної діагностики масиву гірських порід. На їх основі виявлено причини розвитку зсувних процесів на північно-західному відвалі і північному борті кар'єру.

**THE COMPLEX ANALYSIS OF THE REASONS OF DEVELOPMENT OF
CREEP PROCESSES IN TECHNOGENICAL MASSES
(ON AN EXAMPLE QUARRY ANNOVSKY)**

The complex analysis of underground, superficial and ground waters of the mass, that was broken by mining works near quarry Annovsky is executed. The results of electrometric diagnostics of the rock mass are given. Reasons of development of creep processes on northwest spoil bank and northern to a board quarry on their basis are revealed.

В техногенном массиве* горных пород происходит движение подземных и поверхностных вод, близкое к существовавшему ранее. Однако в нарушенном массиве эти процессы приводят к негативным явлениям: оползням, заболоченности, провалам. Поэтому в проектных работах выполняют расчеты устойчивости несущей основы горного массива. Для этой цели используются различные методики расчета устойчивости, в которых учитываются свойства пород и параметры отвала или карьера. Но перед выполнением расчетов необходимо выявить причины, которые приводят к изменению свойств пород и снижению устойчивости откосов отвалов и бортов карьеров. Так если до нарушения геологической среды воды подземных водоносных горизонтов разгружались в балки и аллювиальные отложения рек, то в техногенно нарушенном массиве места их выхода на борту карьера или под отвалом, как правило, сопровождаются оползнями. Поэтому знание об участках *со сниженной устойчивостью* дает возможность принять меры предосторожности, разработать технические решения или мероприятия по охране.

Одним из методов изучения состояния техногенно нарушенного массива горных пород являются комплексные инженерные изыскания. Они позволяют установить особенности природных процессов в массиве и выяснить причины возникновения оползней в карьерах и на отвалах. Характерным примером является Анновский карьер и его северо-западный отвал, которые периодически подвержены оползневому процессам. Для установления причин оползневых процессов выполнен комплексный анализ движения подземных и поверхностных вод, проведена электрометрическая диагностика породного массива, определена глубина залегания грунтовых вод и выявлены причины развития

деформационных процессов.

Особенности техногенного массива в районе Анновского карьера и северо-западного отвала. Криворожский железорудный бассейн находится в степной зоне, которая отличается холмистым рельефом и наличием большого количества балок и рек. Северо-западный отвал и северный борт Анновского карьера расположены перпендикулярно трем балкам: северной, центральной и южной (рис. 1). Это видно из совмещенного плана земной поверхности в горизонталях до создания отвала и плана горных работ на 2007 г., на котором отображены оползни нижнего яруса северо-западного отвала (1 и 2) и оползень по западному борту карьера 3 вдоль центральной и южной балок.

Восточный нерабочий борт отвала удален от западного борта карьера на расстояние 400 м, образуя так называемый «карман» (см. рис. 1). «Карман» с севера и с юга ограничен железнодорожными путями, направленными на северо-западный отвал, а с востока – железнодорожными путями станции «Северная», уложенными вдоль западного борта Анновского карьера. Отметки площадки «кармана» на севере составляют 144,6 м, а на юге – 137,5 м, составляя уклон поверхности $i = 0,004$.

Для изучения гидрогеологической характеристики основания отвала рассмотрено направление, движение и уровень поверхностных и подземных вод.

При анализе влияния поверхностных вод на снижение устойчивости откосов отвала и борта карьера, рассмотрены направление движения атмосферных осадков и расположение водоемов. Согласно маркшейдерским высотным отметкам по плану отвальных работ на нижнем ярусе отвала уклоны поверхности направлены к центральной части рабочей площадки отвала, где происходит скопление атмосферных осадков. Следовательно, движение талых и атмосферных вод направлено по откосу к тальвегу центральной балки, что способствует размыву нижнего яруса отвала.

Высотные отметки рабочей площадки верхнего яруса имеют тенденцию уменьшаться с юга на север с 172,8 до 168,6 м, что обеспечивает сток поверхностных вод на север до железнодорожных путей. Движение вод по площади «кармана» направлено с севера на юг двумя потоками: один вдоль железнодорожных путей станции «Северная», другой – вдоль восточного нерабочего яруса северо-западного отвала. Скапливаются они на юге возле восточного нерабочего борта отвала в тальвегах южной и центральной балок. При визуальном обследовании установлено, что в тальвеге центральной балки расположен не пересыхающий болотистый участок, а в южной балке - водоем.

Анализ гидрогеологической обстановки в районе северо-западного отвала на основе данных об уровне подземных вод. Для анализа причин возникновения и развития деформаций в откосах первого яруса северо-западного отвала использованы материалы и данные гидрогеологических наблюдений, выполненные ГП «Укрчерметгеология» Криворожской партией [1]:

а) карта пьезоизогипс водоносного горизонта коры выветривания и трещиноватой зоны кристаллических пород по состоянию на 01.11.2007 г.;

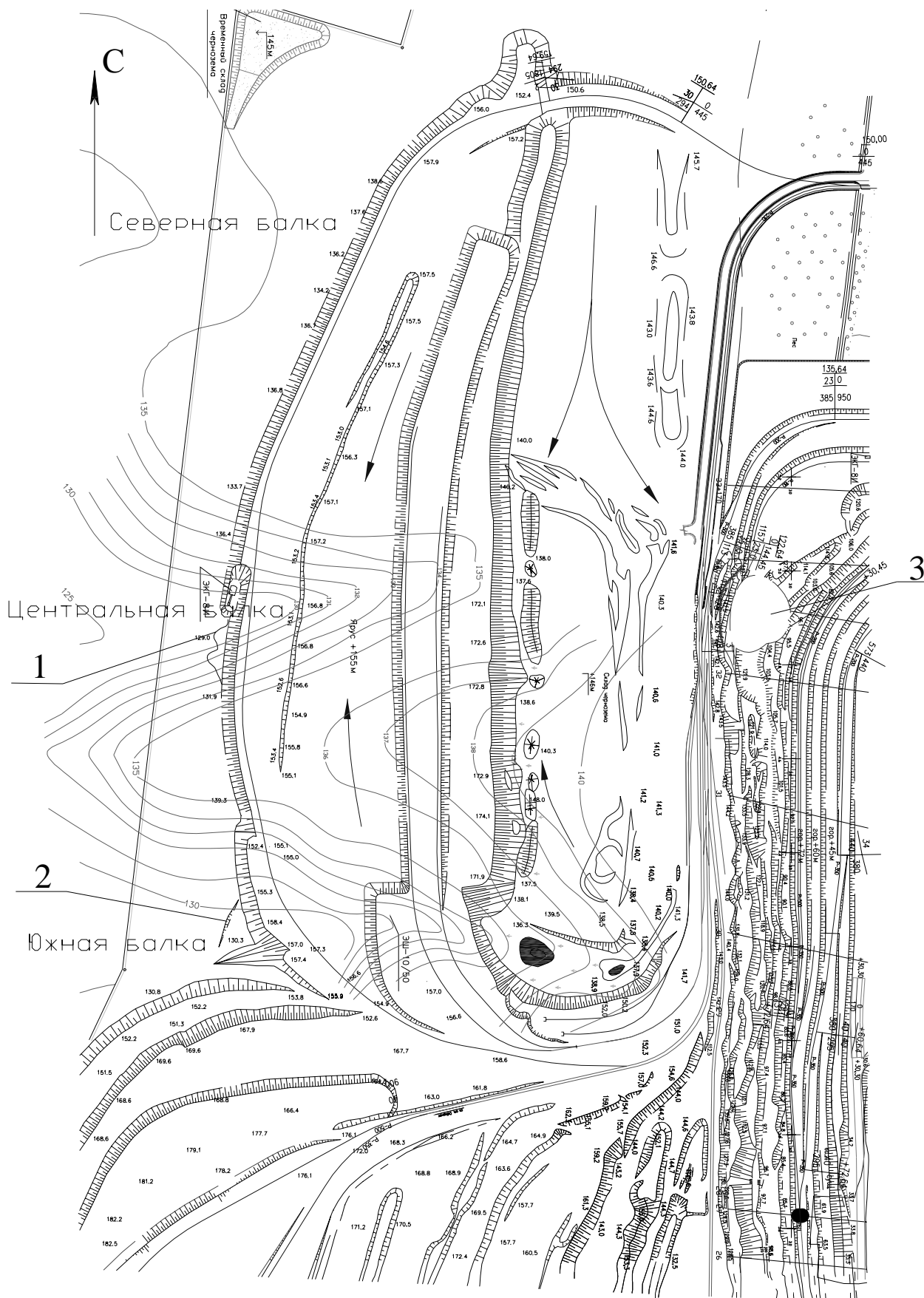


Рис. 1 - Совмещенный план земной поверхности в горизонталях до создания отвала, существующее состояние горных работ на отвале и положение оползней первого яруса и борта карьера

б) карта пьезоизогипс водоносного горизонта полтавско-харьковских песков по состоянию на 01.11.2007 г.;

в) карта изогипс водоносного горизонта четвертичных отложений по состоянию на 01.11.2007 г.

На территории СевГОКа имеют распространение три основных водоносных горизонта:

- водоносный горизонт трещиноватой зоны кристаллических пород;
- водоносный горизонт неоген-палеогеновых отложений (полтавско-харьковских песков);
- водоносный горизонт четвертичных отложений.

Водоносный горизонт трещиноватой зоны кристаллических пород питается за счет подземного стока и является напорным. Величина напора (на севере) достигает 54 м. Подземные воды представлены в виде потока, движение которого направлено в сторону реки Саксагань. В районе северо-западного отвала средняя абсолютная отметка глубины залегания подземных вод составляет 122,5 м, т.е. воды кристаллического массива могут выходить в основании балки. Величина напора в районе исследуемого отвала составляет 13,2 м (скважина 2193 [1]).

Водоносный горизонт полтавско-харьковских песков (неогеновые отложения) обладает напором, величина которого колеблется в широких пределах от 5 м до 29 м. В районе западных отвалов и Анновского карьера напор достигает 12÷16 м. Поток подземных вод направлен с севера на юг (в «карман») при средней абсолютной отметке 120,5 м. Водоносный горизонт залегает между двумя водоупорами. Верхним водоупором служат тяжелые красно-бурые глины, а нижним – бурые глины и каолины. На отдельных участках, в том числе и в районе северо-западного отвала, нижний или верхний водоупор отсутствуют. Через образующиеся «гидравлические окна» воды водоносных горизонтов полтавско-харьковских песков и трещиноватой зоны кристаллических пород смешиваются, а поскольку обладают напором, то на отдельных участках ярусов отвала могут выходить на поверхность и фонтанировать. Определить места выхода подземных вод трещиноватой зоны кристаллических пород и неогеновых отложений не представляется возможным из-за отсутствия в этом районе гидрогеологических скважин.

Водоносный горизонт четвертичных отложений тесно связан с водами поверхностных водоемов и атмосферными осадками. Нарушение естественной формы рельефа и создание техногенного ландшафта: карьеры, отвалы, хвостохранилище, привело к изменению поверхностного стока и подтоплению отдельных участков. Водоносный горизонт связан с аллювиальными, делювиальными отложениями, а также с водоносным горизонтом лессовидных суглинков, на который оказывают влияние техногенные факторы.

В основании северо-западного отвала присутствует водоносный горизонт лессовидных суглинков. Небольшая мощность лессовидных суглинков, хорошо развитая в них вертикальная пористость и неглубокое залегание красно-бурых глин, являющихся водоупором, способствует быстрому подъему уров-

ня грунтовых вод, что в свою очередь вызывает подтопление территории. На отдельных участках красно-бурые глины отсутствуют, в результате чего воды водоносных горизонтов трещиноватой зоны кристаллических пород, неогеновых и четвертичных отложений смешиваются. Уровень подземных вод в лесовидных суглинках колеблется в широких пределах и зависит как от климатических, так и техногенных факторов. Средняя абсолютная отметка поверхности вод в лесовидных суглинках составляет 129,0 м.

Чтобы исследовать направление движения и уровень грунтовых вод, залегающих непосредственно в основании отвала выполнен комплекс электрометрических наблюдений.

Инженерные изыскания путем проведения электрометрической диагностики породного массива. Главной задачей инженерных изысканий путем проведения электрометрической диагностики породного массива являлось определение уровня и распространения подземных вод на площади между восточным нерабочим ярусом северо-западного отвала и железнодорожными путями станции «Северная», уложенными вдоль западного борта Анновского карьера (так называемой площади «кармана»). Проведенное предварительное визуальное обследование северо-западного отвала свидетельствовало о возможном накоплении в этой части подземных и поверхностных вод.

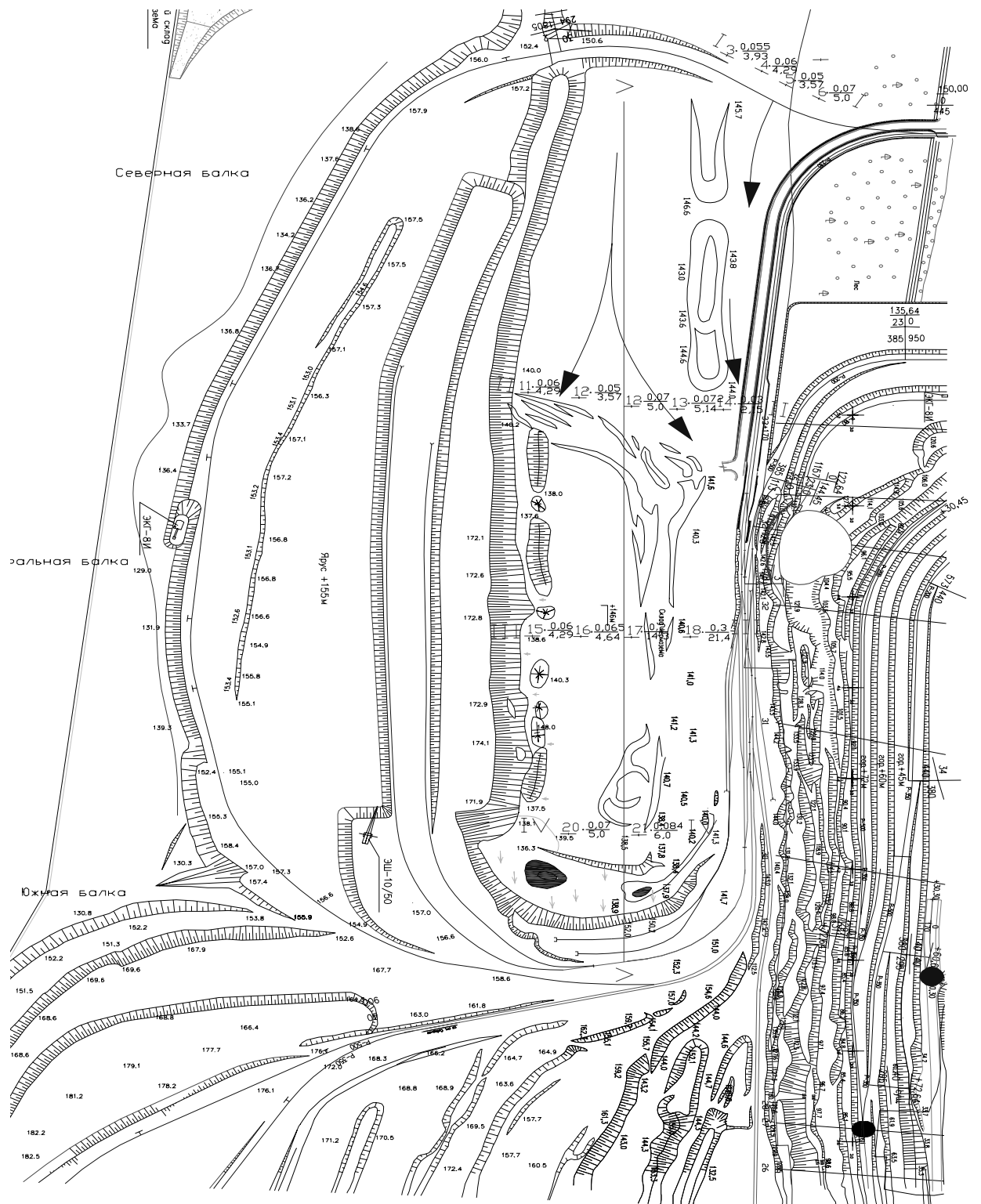
Для электрометрической диагностики техногенно нарушенного массива использовали метод, методику и электрометрическую установку, разработанные в ИГТМ им. Н.С. Полякова НАН Украины [2]. Метод основан на том, что электрическое сопротивление минералов, из которых состоит грунт или порода, значительно выше, чем сопротивление насыщающих их вод, т.е. чем менее влажны породы – тем выше сопротивление.

Электрометрические наблюдения проведены на следующих участках (рис. 2):

- I-I – на севере вдоль железнодорожного пути;
- II-II – перед тальвегом центральной балки и соответственно оползнями на нижнем ярусе отвала и на западном борту карьера;
- III-III – после тальвега центральной балки, в районе болотистого участка со стороны восточного нерабочего яруса отвала;
- IV-IV – на юге «кармана» вдоль водоемов и перед железнодорожными путями с южной стороны.

После обработки данных электрометрических наблюдений была определена прогнозная глубина залегания грунтовых вод исходя из электропроводимости массива, а также построены профильные разрезы вдоль станций наблюдения (рис. 3, 4, 5, 6).

Анализ данных наблюдений за электрическим сопротивлением массива и результаты их обработки свидетельствуют о следующем. Грунтовые воды находятся близко к поверхности (рис. 3, 4, 5, 6) и отражают движение поверхностных вод (см. рис. 1). Они направлены с севера на юг и в соответствии с уклоном горных пород – с востока на запад. Их можно условно характеризовать двумя потоками. Первый поток перемещается с севера на юг вдоль



Условные обозначения:

$4 \frac{0,06}{4,29}$ - слева – номер точки наблюдений; справа – дробь: числитель – величина электри-

ческого сопротивления, Ом; знаменатель – глубина залегания грунтовых вод, м

Рис. 2 – План расположения наблюдательных станций при электрометрической диагностике массива, данные об электрическом сопротивлении пород массива и глубине залегания грунтовых вод

железнодорожных путей, уложенных вдоль западного борта карьера, и исчезает перед тальвегом центральной балки, вдоль которой были оползни первого яруса северо-западного отвала и на западном борту карьера (см. рис. 2). Второй поток перемещается по центру площади «кармана» и перед центральной балкой разделяется на две части: одна часть направлена к тальвегу центральной балки, а вторая - к западному борту карьера (к ж.д. путям) в район ранее происшедшего оползня, где и происходит их разгрузка.

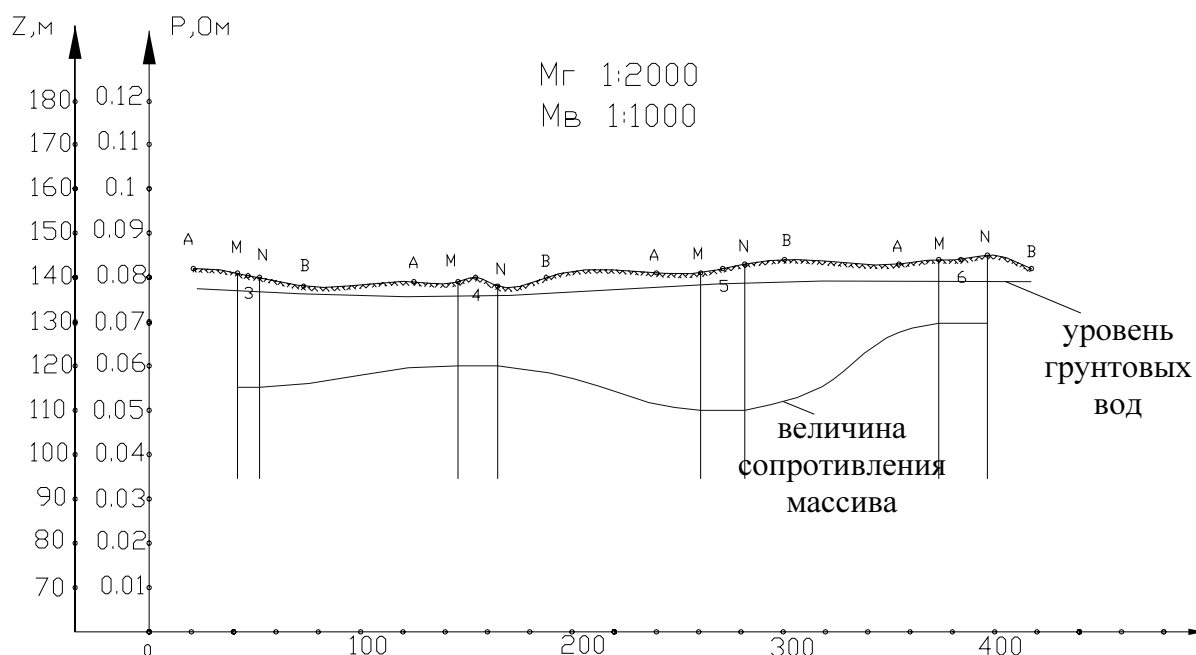


Рис. 3 – Профильный разрез I-I (вдоль ж/д пути)

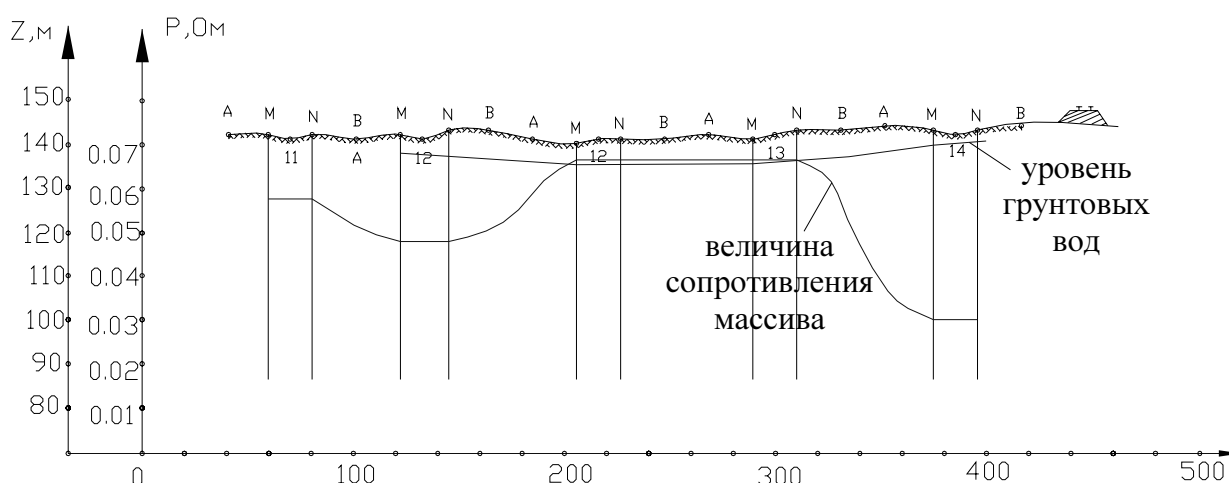


Рис. 4– Профильный разрез II-II

Таким образом, можно сделать выводы:

1. Потоки подземных вод в лессовидных суглинках, полтавско-харьковских песках, в трещиноватой зоне кристаллического массива, а также

грунтовых вод направлены с севера на юг и имеют примерно одинаковый уклон.

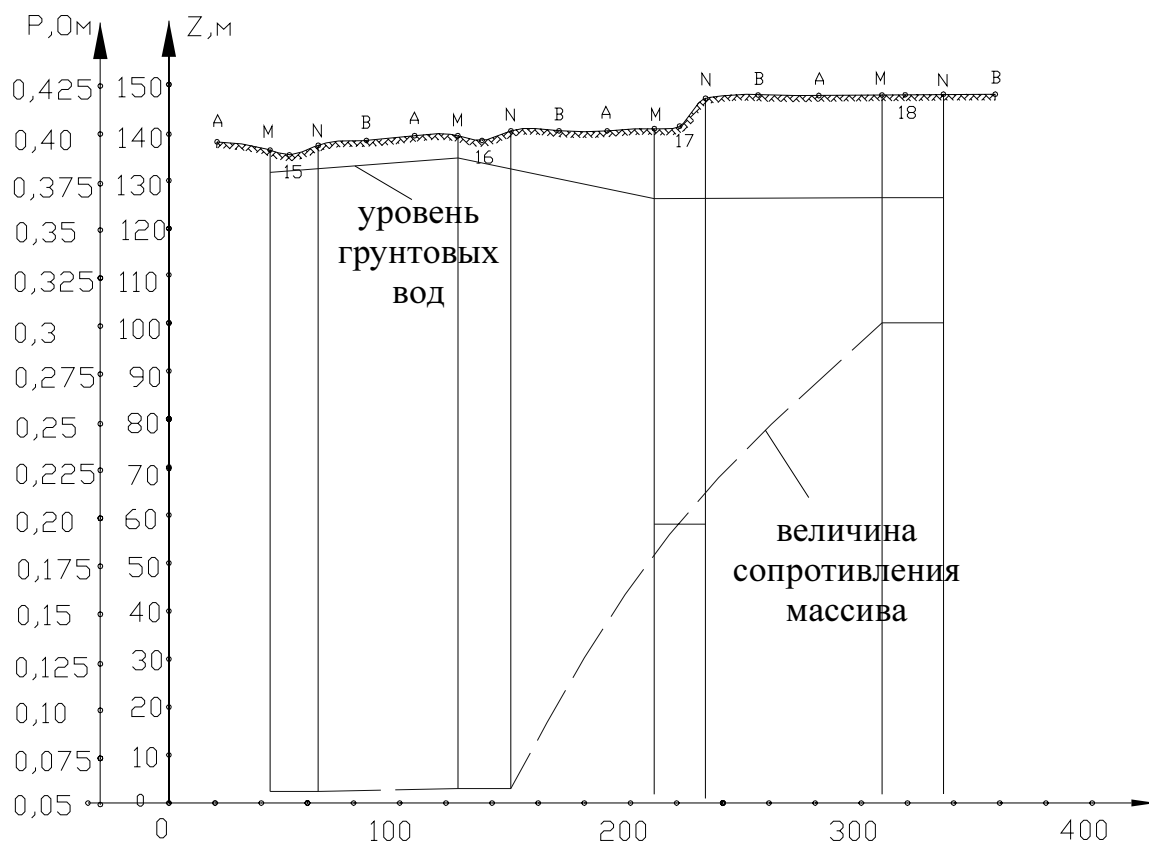


Рис. 5 – Профильный разрез III-III

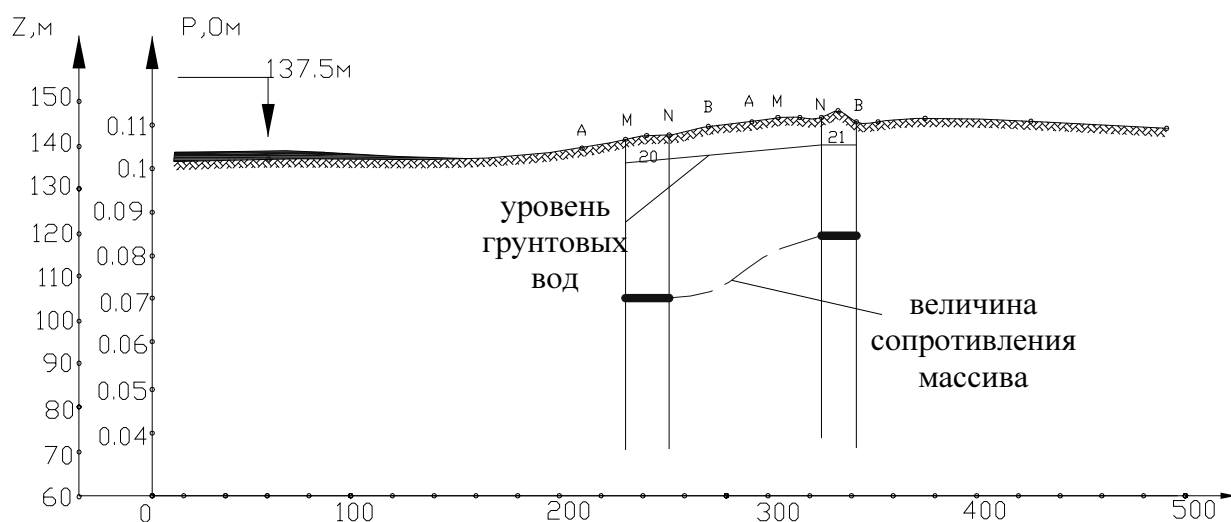


Рис. 6 – Профильный разрез IV-IV

2. Водоносные горизонты полтавско-харьковских песков и трещиноватой зоны кристаллических пород смешиваются на отдельных участках и могут разгружаться в пониженных участках балок.

3. Электрометрическая диагностика техногенно нарушенного массива позволила установить глубину залегания грунтовых вод и направление их движения.

4. Установлены причины снижения устойчивости бортов карьера и отко-сов отвала, которые заключаются в следующем:

- вследствие вогнутости центральной части рабочей площадки нижнего яруса отвала поверхностные воды способствуют размыву откоса отвала;

- поверхностные водоемы, расположенные в «кармане», находятся на лессовидных породах и являются источником их обводненности, из-за чего в породах уменьшается угол внутреннего трения и снижается устойчивое состояние основания;

- подземные напорные воды через «гидравлические окна» подпитывают грунтовые воды в основании отвала, что ведет к снижению его устойчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Отчет ГП «Укрчерметгеология» Изучение изменения гидрогеологических условий в районе Криворожского бассейна. Отчет Криворожской геолого-гидрогеологической партии // г. Кривой Рог, 2008.

2. Методическое пособие по конкретной геофизической диагностике породного массива и подземных геотехнических систем. – Днепропетровск, ИГТМ им. Н.С. Полякова НАНУ, 2004. – 75с.

УДК 528.74:624.131.543

Канд. техн. наук, м.н.с. О.А. Бубнова,
м.н.с. О.О. Медведєва
(ИГТМ НАН України)

МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ СТЕРЕОФОТОЗЙОМКИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ НА КАР'ЄРАХ

В работе рассмотрены возможности использования современных цифровых фотоаппаратов для наблюдения за оползевыми явлениями на карьерах. Приведены условия необходимые для съемки и порядок обработки снимков.

OPPORTUNITIES OF USE STEREOPHOTOSHOOTINGS FOR STUDY OF PROCESSES CREEP ON QUARRIES

In article the opportunities of use modern digital cameras for supervision of a phenomena creeps on quarries are considered. The conditions necessary for shooting and sequence of processing of pictures are given.

Україна є однією з ведучих гірничодобувних країн світу по видобутку залізної руди, марганцю, вугілля, рідкоземельних металів, нерудної сировини.

Інтенсивний видобуток корисних копалин призвів до утворення величезних по масштабах площ кар'єрів, відвалів, шламосховищ, тобто виникненню так званого техногенного геологічного середовища з іншими властивостями