Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова т. LXI, вып. 2, 1971 г.

ПОИСКИ КАРСТОВЫХ НАРУШЕНИЙ МЕТОДАМИ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ

Н. М. Онин

Промышленный пласт горючих сланцев Ленинградского месторождения приурочен к кукерскому горизонту известняков ордовика. Мощность перекрывающей его толщи колеблется от 50—60 *м* на севере до 80—100 *м* на юге. В северной части известняки ордовика имеют непосредственное распространение под четвертичными отложениями, в южной, кроме четвертичных отложений, они перекрыты отложениями среднего девона (мергели, пески и глины). Мощность четвертичных отложений в среднем составляет 5—10 *м*.

Разведка и эксплуатация месторождения в значительной мере осложняются повсеместным распространением закарстованных зон в известняках ордовика. Наиболее интенсивное развитие и проявление они имеют в кровле промпласта и в самом промпласте. Ввиду наличия водоупоров, в том числе промпласта, на пути движения инфильтрационных вод произошло торможение карстового процесса в вертикальном направлении и усиление в горизонтальном. Этим объясняется очень сложная со значительными ответвлениями от трещины-жилы конфигурация карстового нарушения и образование в промпласте зоны так называемого карстового элювия (зоны замещения сланца глинами), прослеживаемой на несколько метров, а иногда на 30—50 *м*. Трещины-жилы, по которым развиваются карстовые нарушения, обычно прослеживаются на десятки метров выше и ниже промпласта. В сфере их влияния закарстованность известняков проявляется в виде локальной трещиноватости, доломитизации, увеличения пористости (кавернозности), изменения состава и условий залегания пород.

Закарстованные зоны обычно значительно обводнены, в результате чего сопротивление известняков и карстового элювия колеблется от 5—10 до 50 *омм*; сопротивление неизмененных известняков в среднем составляет 300—600 *омм*. Это дает основание считать объектами поисков методами электроразведки не отдельные карстовые нарушения в самом промпласте, размеры которых по сравнению с глубиной залегания невелики, а в целом закарстованные зоны, имеющие в несколько раз большие размеры и как правило крутое падение.

Начиная с 1953 г., Западный геофизический трест и Северо-Западное геологическое управление неоднократно пытались разработать методику поисков карстовых нарушений. Незначительные успехи этих попыток объясняются отчасти искусственным занижением глубины исследования (полевые наблюдения проводились установкой комбинированного профилиро-

вания в основном с $AO = OB$ 150 *м*, реже с $AO = OB = 250$ *м*), отчасти помехами, создаваемыми интенсивными блуждающими токами, и крайне редким применением в комплексных исследованиях метода вертикальных электрических зондирований (ВЭЗ).

В 1965—1966 гг. под руководством автора на площади месторождения проводились опытные работы с целью установления возможностей применения низкочастотной (20 *гц*) аппаратуры АНЧ-1 для полевых измерений при наличии интенсивных блуждающих токов, определения наиболее эффективного электроразведочного метода поисков карстовых нарушений в северной и южной частях месторождения и оптимальных размеров установки.

Аппаратура АНЧ-1, как утверждают конструкторы, обеспечивает полную нейтрализацию блуждающих токов при измерении разности потенциалов ΔU. Однако опыт ее применения показал, что избирательность лампового милливольтметра недостаточно высока и поэтому мгновенные измерения ΔU на точке наблюдения практически невозможны. При максимально возможной силе тока в линии AB 250—300 *ма* величина ΔU установки $AO = OB = 200 - 400$ *м*, $MN = 80$ *м* составляет не более 10—15 *мв* и, как правило, соизмерима с величиной помех (10—20 *мв*). Поэтому для получения достоверного замера приходится ждать момента полного или частичного исчезновения блуждающих токов на точке наблюдения. Ясно, что проведение производственных работ в широких масштабах с применением аппаратуры АНЧ-1 практически невозможно. В дальнейшем следует применять аппаратуру, которая позволяет проводить измерения ΔU при силе тока в линии AB несколько ампер, что увеличивает измеряемую величину ΔU и подавляет уровень помех.

Для поисков карстовых нарушений использовался метод комбинированного электропрофилирования (КП). Максимально возможные разности потенциалов ΔU при производстве работ этим методом на установках оптимальных размеров с применением аппаратуры АНЧ-1 не превышают 10—15 *мв*. Очевидно, что они окажутся еще меньше, если для наблюдений применить равноценную установку дипольного метода. Однако если дипольную установку смонтировать так, чтобы оба оператора находились на близком расстоянии друг от друга и держали связь голосом, то теряется положительное качество этой установки — ее мобильность.

Опыты, как правило, состояли из наблюдений по двум профилям, проложенным на местности перпендикулярно направлению простирания карстовых нарушений. При этом применялись установки метода КП различных размеров: $AO = OB = 40$, 100, 200 и 400 *м*, $MN = 20 - 80$ *м* при шаге установки 20 *м*.

Участок 1 расположен в северо-восточной части поля шахты 2, где по геологическим данным и по данным четырех точек ВЭЗ отсутствуют среднедевонские отложения. Наблюдения проводились по профилям I и II, проложенным на расстоянии 100 *м* один от другого над шестнадцатым откаточным штреком перпендикулярно групповому карсту V—XII (рис. 1). Групповому карсту соответствует широкая аномалия проводимости, причем наиболее четко нарушение отмечается на графиках $\rho_к$ установок с большими разносами ($AO = OB = 200$ и 400 *м*), что, вероятно, свидетельствует о наиболее интенсивном проявлении карста на больших глубинах (на горизонте промпласта).

В пределах рассматриваемой аномалии проводимости можно выделить вполне заметные локальные изменения кривых $\rho_к$ (проводящее перекрестие и сближение кривых), вызванные влиянием одиночных карстов V и XII.

На графике $\rho_к$ установок с меньшими разносами ($AO = OB = 40$ и 100 *м*) также получили широкую, но менее четкую аномалию проводи-

мости. Совпадение аномалии на малых и больших разносах, вероятно, свидетельствует о связи интенсивно проявленного нарушения в промпласте по трещинам-жилам с верхними горизонтами ордовика.

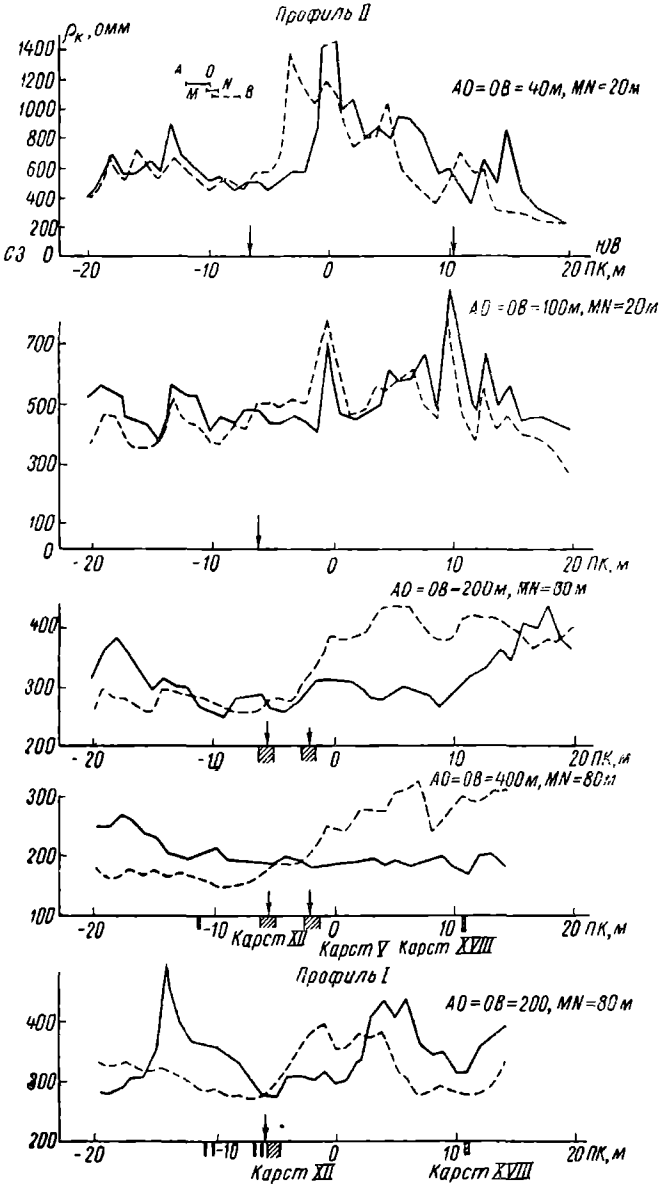


Рис. 1. Выбор оптимальных размеров установки метода КП на участке 1

Обращают на себя внимание заметные признаки сближения кривых $\rho_к$ при $AO = OB = 200$ и 400 *м* на пикетах $8 + 10$ и четко выраженное перекрестие их при $AO = OB = 40$ *м* на тех же пикетах. Вблизи этой аномалии (на ПК + 11) на погоризонтном плане располагается трещина-жила XVIII, вдоль которой не исключена возможность развития карстового нарушения значительно выше промпласта. По гидрогеологической классификации Н. Г. Паукера и других это нарушение отнесено к типу 2а,

указывающему на возможность более интенсивного проявления карста в вышележащих горизонтах.

Аномалии проводимости и сближение кривых $\rho_к$ на пикетах 8 ÷ 10 профиля II подтверждаются на профиле I.

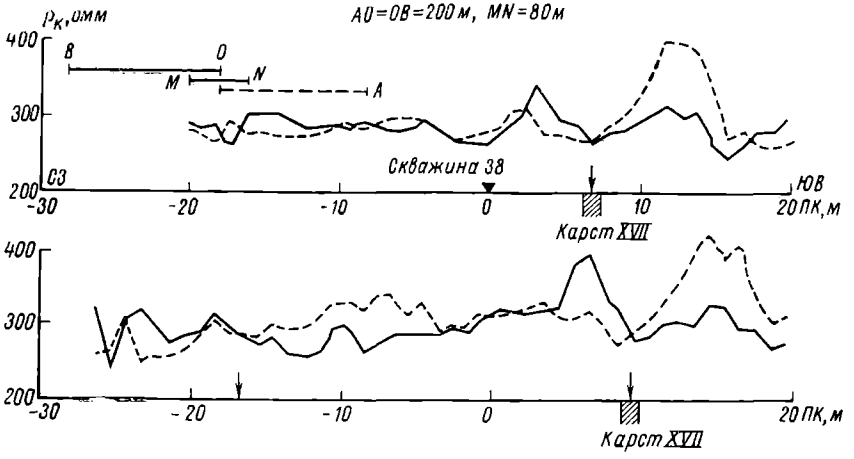


Рис. 2. Графики $\rho_к$ метода КП на участке 2

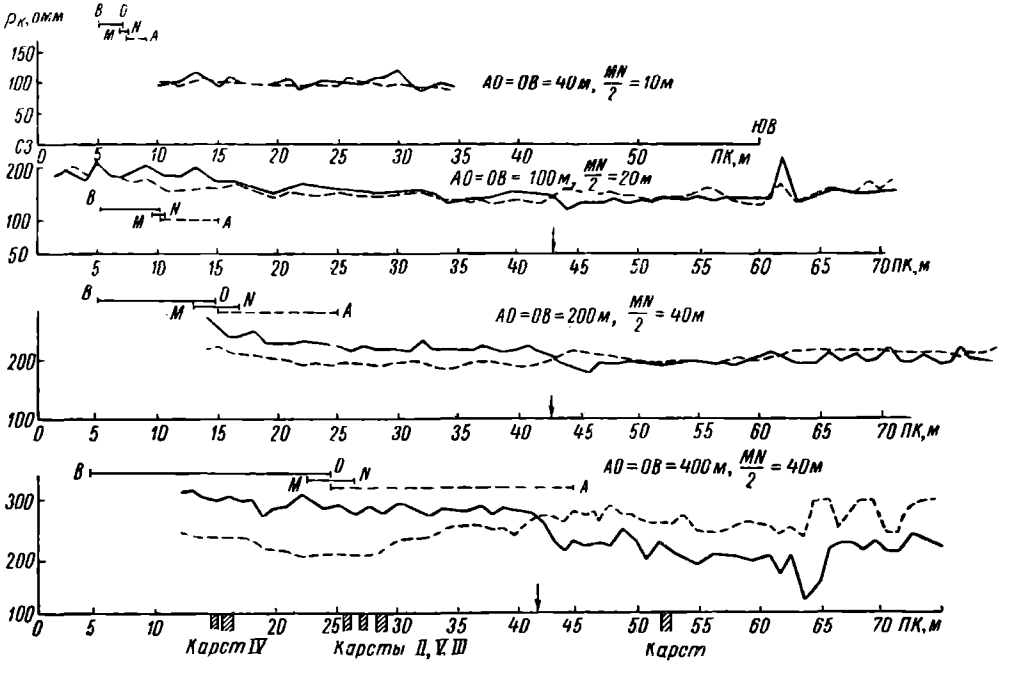


Рис. 3. Оценка разносов КП на участке 3

На площади участка 2 в северо-западной части поля шахты 2 в разрезе также отсутствуют хорошо проводящие среднедевонские отложения. В отличие от участка 1, здесь основное внимание уделялось выяснению возможностей обнаружения одиночных карстовых нарушений.

Четко выраженная аномалия проводимости на пикетах 6 ÷ 11 при $AO = OB = 200$ *м* соответствует одиночному карстовому нарушению

XVII на совмещенном плане поверхности и горизонта горных работ (рис. 2). Высокая интенсивность аномалии указывает на значительные размеры карста и его обводненность, что соответствует действительности.

Третий участок расположен в восточной части поля шахты 3, где по данным ВЭЗ распространены средне-девонские отложения (лужские пески) мощностью до 35—40 *м* с низким сопротивлением (15—30 *омм*). Монотонный характер графиков $\rho_к$ по профилю VII над групповым карстом II—III—IV—V при различных $AO = OB = 40, 100, 200$ и 400 *м* (рис. 3) свидетельствует о наличии в верхних частях разреза на протяжении всего профиля хорошо проводящих пород, мешающих проникновению тока на большую глубину даже при $AO = OB$ 200, 400 *м*.

Проводящее перекрестие кривых $\rho_к$ на пикетах 41—43 соответствует двум рядом находящимся параллельным штрекам, создавшим в пространстве над ними своего рода ослабленную зону, иногда обводненную.

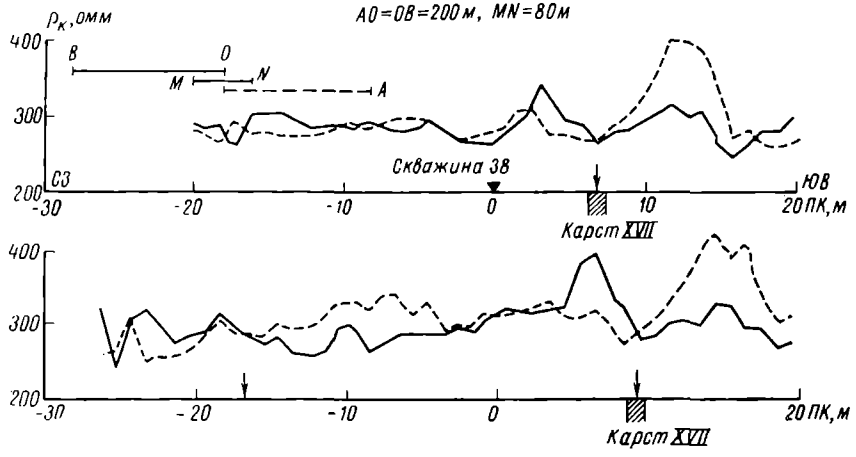


Рис. 4. Пример обнаружения карстовых нарушений методом КП на глубине 80—90 *м*

Опытные работы в восточной части поля шахты 3 продолжались на участке 4, где средне-девонские отложения имеют очень малую мощность или отсутствуют. На этой площади проложены профили IX и X, пересекающие одиночные карсты IV и V Графики $\rho_к$ по профилю X (рис. 4) свидетельствуют о возможности обнаружения карстовых нарушений на глубинах до 80—90 *м*, при условии, если в верхах разреза отсутствуют хорошо проводящие девонские отложения.

Выводы

1. Методы электроразведки могут применяться для поисков групповых и одиночных карстовых нарушений при глубине залегания до 70—80 *м* и даже 90 *м* при условии отсутствия в верхних частях разреза девонских отложений. Наиболее целесообразно проведение поисков в масштабе 1 : 25000.

2. Для проведения поисковых электроразведочных работ в условиях интенсивных блуждающих токов низкочастотная аппаратура АНЧ-1 непригодна. В этих условиях лучше применять аппаратуру ИКС-600 (ИКС-50) которая позволяет значительно увеличить измеряемую величину разности потенциалов и тем самым подавить помехи, создаваемые блуждающими токами. С помощью этой аппаратуры, удастся получить информацию о карстовых нарушениях на площадях развития девонских отложений.