

# ОПЫТ ГИДРОМЕТРИИ ЗАТОПЛЕННЫХ КАРЬЕРНЫХ ВЫЕМОК

**В ДАННОЙ СТАТЬЕ ПРИВЕДЕНЫ НЕКОТОРЫЕ ОБОБЩЕННЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГИДРОМЕТРИИ ВОДОЕМА И ОЦЕНКА ЕГО ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СВЯЗИ С ПРОЕКТИРУЕМЫМИ ГОРНЫМИ РАБОТАМИ НА ПРИМЕРЕ ЗАТОПЛЕННОЙ ОСТАТОЧНОЙ КАРЬЕРНОЙ ВЫЕМКИ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ПОЛЯ БЫВШЕЙ ШАХТЫ «СПИЧЕНКОВСКАЯ» БЕРЕЗОВСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА, ЮЖНЕЕ КОТОРОЙ ПЛАНИРУЕТСЯ ДОРАБОТКА ЗАПАСОВ НЕДР ОТКРЫТЫМ СПОСОБОМ**

**С.В. Свирко, научный сотрудник  
ООО «Сибирский институт  
геотехнических исследований»;**

**Е.В. Зотов, главный маркшейдер  
ООО «Сибирский институт  
геотехнических исследований»;**

**Д.Е. Тимаков, зам. Главного  
инженера по проектным работам  
ООО «Разрез Березовский»;**

**Е.Ю. Пономарев, главный инженер  
проектов ООО «СГП»**

После отработки полезных ископаемых открытым способом участков недр на земной поверхности образуются водоемы больших объемов и площадей. Дальнейшая открытая или подземная разработка таких участков предполагает ведение горных работ под образовавшимися водоемами либо рядом с ними. В этом случае необходима гидрометрия водных объектов, задачи которой состоят в определении: длины, ширины и площади водоема; средней и максимальной глубины; уровня и поинтервальных объемов воды; рельефа дна; наличия в дне водоема ранее пройденных геологоразведочных скважин и других горных выработок, а также оценка ги-

дравлической связи с планируемыми горными работами.

Рассматриваемый участок «Спиченковский» расположен на юго-востоке Прокопьевского района Кемеровской области на возвышенной равнине с перепадом высотных отметок от +250 до +320 м с общим понижением рельефа на северо-восток. В границах выделенного участка ранее в 1950-1961 гг., производилась отработка пластов подземным способом до гор. +190,0 м ликвидированной шахтой «Спиченковская», а выхода пластов позднее обрабатывались открытым способом шахтами «Красный Углекоп» и «Центральная». Вследствие ведения открытых работ рельеф поверхности участка существенно нарушен, остаточные карьерные выемки с течением времени затоплены. Наиболее крупная из затопленных карьерных выемок площадью около 16 га расположена в северной части участка. Документация по проводимым горным работам сохранилась лишь частично.

Как известно, в пределах техногенного комплекса подземных работ образуются водопроводящие трещины, являющиеся каналами гидравлической связи. Согласно действующим «Правилам охраны сооружений и природных объектов...» [3], границы зон водогазопроводящих трещин опре-

деляются углами разрывов, но для условий отработки крутопадающих пластов ( $\alpha \geq 56^\circ$ ) высота зоны водопроводящих трещин не нормируется. Однако она может быть оценена по результатам обобщений бурения заилочных скважин на участках ПО «Прокопьевскуголь», приведенных в работе А.С. Ягунова [4].

Анализ имеющихся фрагментов горно-графической документации и выполненные с учетом вышеизложенного построения зоны водопроводящих трещин от подземных горных работ шахты «Спиченковская» показали наличие гидравлической связи «северного» водоема с подземными горными работами шахты «Спиченковская» через ЗВТ, а также через клетевой ствол и уклон. При этом не исключалось, что при ведении открытых работ могли быть вскрыты и впоследствии засыпаны породами вскрыши основные подземные выработки гор. +190,0 м. В этом случае затопленная карьерная выемка и подземные горные выработки гор. +190,0 м на участке проектируемых открытых горных работ, могут быть гидравлически не связаны, либо гидравлическая связь через отвальные породы засыпки может быть незначительной на уровне фильтрации.

Согласно «Инструкции по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок» [5], выделены опасные зоны по прорывам воды в плане и по высоте над подготовительными и капитальными выработками гор. +190,0 м шахты «Спиченковская», у стволов, шурфов и скатов.

Для выполнения гидрометрии водоема был проведен комплекс полевых исследований с выполнением промерных работ, в состав которых входили: измерение глубины, определение координат промерных вертикалей, а также наблюдения за уровнем воды.

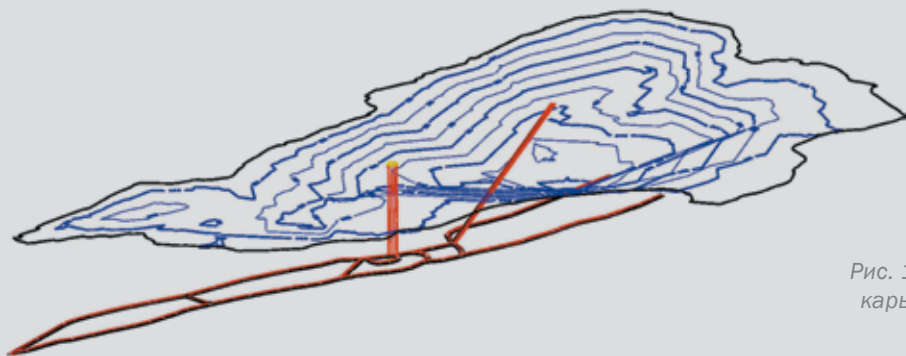


Рис. 1. Цифровая 3D-модель затопленной карьерной выемки и ранее пройденных подземных выработок

Измерение глубин при топографической съемке дна производилось методом эхолотации [1] с лодки при ее движении по косым галсам.

Для проведения промерных работ использовался карт-плоттер GPSMap585 со встроенным высокочувствительным GPS-приемником и двухчастотным трансдюсером. Выполнены промеры глубин в 304 точках, по данным которых установлена максимальная глубина водоема, которая составила 47,0 м (отм. дна +187,2 м (абс.)).

Для контроля достоверности измерений выполнено несколько промеров (12 точек) традиционным способом с помощью ручного лота. В ходе камеральной научной обработки данных установлено, что среднеквадратическое отклонение глубины в контрольных точках, измеренной эхолотом и ручным лотом, составило 0,18 м, что оценивается удовлетворительным [2].

Поверхность дна водоема, определяемая эхолотом дискретно, может быть представлена сеточной функцией, то есть регулярным массивом узловых точек, построенным по нерегулярному массиву  $(X, Y, Z)$  — координат хаотически расположенных исходных точек. Процедура построения сеточной функции представляет собой интерполяцию значений экспериментальных точек наблюдений на равномерно распределенные узлы в исследуемой области. Для этого расчетная область с затопленной карьерной выемкой разбивалась по ортогональной сетке с равными интервалами.

В качестве способа построения сеточной функции выбрана триангуляция с линейной интерполяцией, которая является точным интерполяционным методом. Суть этого метода заключается в следующем: исходные точки данных соединяются таким образом, что результирующая по-

верхность покрывается «лоскутным одеялом» из граней треугольников. Каждый треугольник определяется тремя исходными экспериментальными точками. Значения функции в узлах регулярной сети, попадающих внутрь этого треугольника, принадлежат плоскости, проходящей через вершины треугольника. Данный метод является точным, поскольку исходные точки данных используются для построения треугольников и, следовательно, принадлежат интерполяционной функции.

Для определения сеточной функции, задающей поверхность дна водоема, в каждой из узловых точек вышеуказанным интерполяционным способом вычислены высотные отметки.

Определение объема воды, заключенного между нижней отметкой затопленной «ямы» (+187,2 м) и произвольно заданным уровнем ниже отметки +234,2 м, сводится к вычислению объема области, заключенной между двумя сеточными поверхностями, одна из которых определяет поверхность дна остаточной выемки открытых горных работ,

а вторая является горизонтальной плоскостью. Расчет производится на ЭВМ методом трапеций с заданным интервалом. Общий объем воды в исследуемом водоеме согласно выполненным расчетам составил 2 млн 350 тыс. м<sup>3</sup>.

По результатам гидрометрических наблюдений построены цифровая 3D-модель затопленной открытой выемки, продольные и поперечные профили водоема с горными выработками бывшей шахты «Спиченковская» для установления их гидравлической связи с водоемом.

В результате исследований установлено, что ведение открытых работ ниже уровня воды в затопленной карьерной выемке без предварительной откачки воды из исследуемого водоема и опережающего водопонижения из горных выработок шахты «Спиченковская» является небезопасным — возможно аварийное увеличение водопритоков из затопленного массива и вскрывающих выработок (штреков, скатов, шурфов), тектонических нарушений, а также определены объемы требуемой откачки.

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ РД 07-603-03, М., НТЦ «Промышленная безопасность», 2008.
2. Руководство по топографической съемке шельфа и внутренних водоемов ГКИНП 11-157-88, М., ЦНИИГАиК, 1989.
3. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях», ВНИМИ, СПб, 1998.
4. Ягунов А.С. Закономерности сдвижения горных пород в Кузбассе, СПб, 2000.
5. Инструкция по безопасному ведению горных работ у затопленных выработок, М., 1996.