

МАРКШЕЙДЕРСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ВЫВАЛОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕЖИНСКОГО ГОРНО- ОБОГАТИТЕЛЬНОГО КОМБИНАТА

Мысливчик Е.Ю.

Белорусский национальный технический университет

Долбик С.М., Мысливчик Ю.А.

Redpath Deilmann GmbH

Аннотация

В статье описывается маркшейдерское обеспечение определения геологических разрушений при сооружении клетового ствола для разработки Нежинского калийного месторождения.

Республика Беларусь занимает ведущие позиции в мире по добыче калийных солей. По запасам этого сырья наша страна располагается на третьем месте после Канады и России. В рамках развития горнохимической отрасли было принято решение о разработке Нежинского участка Старобинского месторождения калийных солей. В перспективе данный горно-обогатительный комбинат планирует производить порядка 2 миллионов тонн калийных удобрений в год.

Строительство Нежинского ГОК стартовало в сентябре 2015 года. Реализацией данного проекта занимается ИООО "Славкалий" совместно с немецкими компаниями Deilmann-Haniel и Herrenknecht. Deilmann-Haniel в 2019 году был реорганизован в Redpath-Deilmann, который входит в число ведущих мировых предприятий в области горного строительства и тоннелестроения. За 130 лет компанией было построено более 500 шахтных стволов, суммарной глубиной более чем 210 000 м. Немецкая компания Herrenknecht разработало для данного проекта уникальные стволпроходческие комплексы SBR (Shaft Boring Roadheader). Ранее они применялись лишь однажды на одном из калийных месторождений Канады, но уже доказали свою экономическую и технологическую эффективность. Таким образом, вместо традиционного буровзрывного метода проходки шахтных стволов на Нежинском горно-обогатительный комбинате используется механизированный метод.

Строительство данного сложно-технического объекта невозможно без регулярного маркшейдерского сопровождения. Согласно Инструкции по производству маркшейдерских работ, в процессе проходки ствола выполняются измерения для подсчетов объемов горных работ,

производится определение местоположения и объемов вывалов породы и забутовки пустот, контроль за положением передвижной опалубки в плане и по высоте, размерами сечения ствола и вертикальности стенок крепи, производится периодическая закладка в крепи ствола высотных реперов и на них передаются отметки, ведутся наблюдения за деформациями крепления шахтного ствола и надшахтных зданий.

В июне 2017 г. на стройплощадке строящегося горно-обогательного комбината было возведено бетонное кольцо клетового ствола. После того как бетон набрал необходимую проектную прочность, приступили к бурению 43-х замораживающих скважин. Заморозку грунта выполнили на глубину порядка 158 метров.

По мере углубления клетового ствола при переходе замороженного грунта к глубинному, регулярно стали образовываться вывалы породы различных объемов. Чтобы вести учет образовавшихся геологических разрушений выполняется ежесменная маркшейдерская съемка этих участков.

Опорными пунктами для производства подземных съемок являются три закоординированных отвеса. Первоначально они были определены от створных знаков, заложенных РУП «Белгеодезия».

Для выполнения съемки вывалов отвесы опускаются на необходимый горизонт. По мере углубления увеличивается длина крепежной нити отвеса и, соответственно, его амплитуда колебаний. С целью обеспечения определения положения покоя отвеса, кроме фиксации в специальном масляном растворе, используются ограничители колебаний. Маркшейдерами организации Redpath Deilmann была предложена и успешно внедрена методика, основанная на совместном использовании высокоточных отражателей Leica GPR 121 и геодезических марок, которая обеспечивает повышенную точность определения положения покоя отвесов при установке ограничителей колебаний.

В процессе измерений реализуется пространственная линейно-угловая засечка в сочетании с методом «свободной станции». На объекте применяется электронный тахеометр Leica TSO9 с сопутствующим программным обеспечением данного производителя. Сущность метода «свободной станции» заключается в работе тахеометра в двух режимах: первый режим – координирование и ориентирование прибора от исходных отвесов, координаты которых предварительно занесены в электронную память прибора. Второй режим – тахеометрическая съемка, при которой определяются координаты характерных точек вывалов.

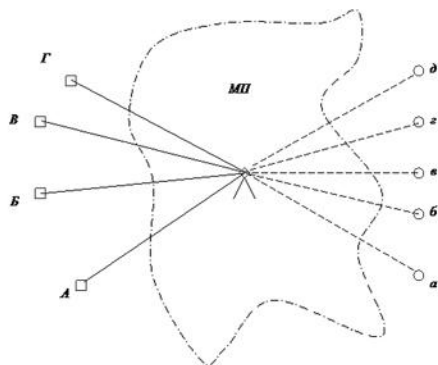


Рис. 1. Схема измерений при методе «свободной станции»

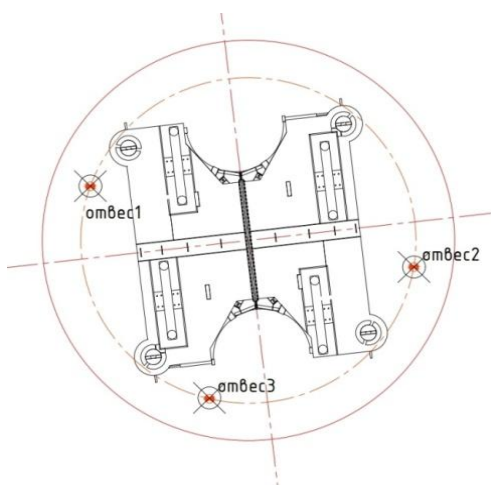


Рис. 2. Схема расположения механических отвесов

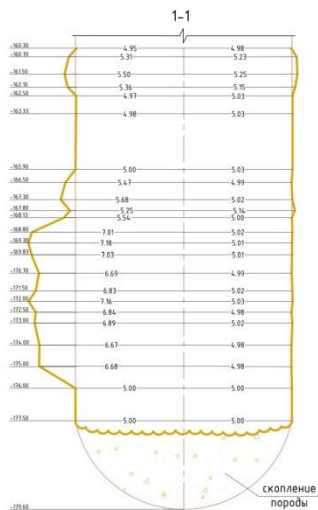


Рис. 3. Исполнительная съемка вывалов

Местоположение свободной станции определяется из соображений обеспечения оптимальных условий для производства измерений и соблюдения техники безопасности персонала. При выполнении маркшейдерских измерений все другие виды работ в стволе прекращаются и люди выводятся за пределы контура проведения работ. Расстояния от прибора до снимаемой точки могут составлять не менее двух значений превышений определяемой точки над прибором. Тогда в самом неблагоприятном случае получают следующие формулы, применяя известный принцип «равных влияний» отдельных ошибок на конечный результат, для расчета необходимой точности измерений при заданной точности определения планово – высотных координат:

$$m_d \leq m_{\Delta x} \approx m_{\Delta y}; m_d \leq 1.4m_{\Delta h};$$

$$m''_{\alpha} \approx m''_{\beta} \leq 2m_{\Delta x \text{ мм}} \approx 2m_{\Delta y \text{ мм}}; m''_{\beta} \leq 2m_{\Delta h(\text{мм})}$$

В результате последующей обработки полученных данных получают модели вывалов. Впоследствии все вывалы пород более 1 м изображаются на разрезах по вертикальным стволам, которые дополняются горизонтальным сечением ствола с указанием оси и прилагаются к чертежам горных выработок, составляющих основную графическую документацию объекта строительства.

Полученную информацию маркшейдерская служба совместно с геологами и специалистами по стволопроходческой технологии SBR используют для принятия инженерных решений по совершенствованию методики дальнейших подземных работ.