

ГЕОМЕХАНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УСТОЙЧИВОГО СОСТОЯНИЯ БОРТОВ КАРЬЕРА ГОРЕВСКОГО ГОКа С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СПУТНИКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Хозяинов А.Н.

Научный руководитель – профессор Юнаков Ю.Л.

Сибирский федеральный университет

Разработка Горевского месторождения в сложившихся условиях невозможна без эксплуатационного контроля, осуществляемого с целью опережающего прогноза условий ведения добычных работ и поддержания условий технической и экологической безопасности эксплуатации месторождения. Для этого необходимо проведение систематических натурных наблюдений за поведением массива под влиянием горных работ, изучение состояния массива при добыче.

Целью функционирования системы геомеханических наблюдений на карьере является обеспечение безопасных и эффективных условий ведения добычных работ на основе определения устойчивых параметров откосов уступов и бортов карьера исходя из наблюдаемых деформаций с учетом конкретных горно-геологических условий и технологий.

Геомеханическая ситуация является результатом совокупного проявления большого числа инженерно-геологических и горнотехнических факторов, влияющих на устойчивость карьерных откосов.

Система геомеханических наблюдений за деформацией бортов карьера должна включать в себя подсистемы наблюдений для:

- наблюдения за сдвижением (деформированием) поверхности массива (откосов уступов, берм и земной поверхности прибортового массива);
- наблюдения за деформированием массива горных пород;
- наблюдения за размерами выработанного пространства (фактическими геометрическими параметрами при конструировании бортов карьера);
- наблюдения за изменением физико-механических свойств и структурно-тектонических особенностей пород, а также гидрогеологической обстановки в районе ведения горных работ.

Создание системы геомеханического мониторинга можно представить в виде трехстадийного процесса. Первая стадия предполагает идентификацию и сбор информации о состоянии массива и окружающей среды. Вторая стадия включает проведение инструментальных наблюдений и моделирование для создания адекватной модели протекания геомеханических и гидрогеологических процессов в пределах области воздействия открытых горных работ. Наконец, третья стадия по данным, полученным на первых двух стадиях, позволит создать сценарий прогноза, описывающие возможные изменения компонентов геологической среды, контролировать ход основных технологических и экологических процессов в ходе добычи и разработать методы управления устойчивостью карьерных откосов.

В геомеханике параметры напряженно-деформированного состояния массива горных пород относятся к основным факторам, определяющим закономерности развития процесса сдвижения и деформирования горных пород и земной

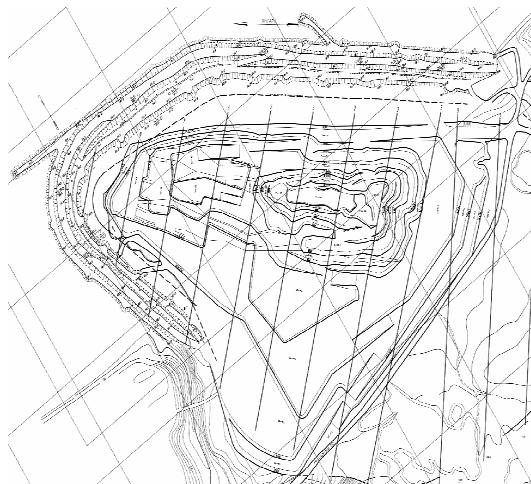
поверхности в областях влияния разработки месторождений полезных ископаемых. Основным, а зачастую и единственным способом определения параметров напряженно-деформированного состояния массива горных пород, являются натурные инструментальные измерения смещений в пространстве и во времени специально оборудованных точек земной поверхности - реперов наблюдательных станций. В дальнейшем, специальным анализом поля деформаций земной поверхности, могут быть найдены величины и направления действия приращений напряжений и их взаимодействие с развитием процесса сдвижения, устойчивостью бортов карьеров и других сооружений.

Изменение координат реперов наблюдательных станций является следствием суммарного воздействия тектонических процессов в земной коре и техногенных факторов, определяющих формирование вторичного поля напряжений вокруг области ведения горных работ. Для определения деформаций породных массивов могут использоваться технологии спутниковой геодезии GPS, позволяющие с высокой точностью измерять смещения точек земной поверхности в разовом режиме, в форме мониторинговых наблюдений и в режиме непрерывных наблюдений за короткопериодными деформациями массива горных пород. В отличие от наблюдений деформаций земной поверхности по традиционным методикам, использование комплексов спутниковой геодезии позволяет произвести одновременно измерение координат и вычисление смещений реперов наблюдательных станций во всех трех плоскостях.

Методики определения напряженно-деформированного состояния породного массива условно можно разделить на четыре крупные категории:

- Исследования деформаций, вызванных суммарным воздействием природных процессов и техногенным воздействием добычи полезных ископаемых.
- Исследования деформаций непосредственно в зоне влияния горных разработок, проводятся непосредственно в зоне сдвижения при подземной разработке, и в прибортовом массиве при открытой разработке месторождений полезных ископаемых.
- Исследования деформаций породного массива при охране объектов от вредного влияния горных разработок (водоупорная дамба, комплексы обогатительной фабрики).
- Экспериментальные исследования короткопериодных знакопеременных деформаций массива горных пород от влиянием взрывных работ.

Устойчивость всего Ю-3 борта карьера, при его расширении до проектных контуров, будет определяться устойчивостью именно, глинистых и хлоритоидных сланцев, максимально нарушенных, имеющих наиболее низкие прочностные показатели. Именно с этой пачкой пород будут связаны неблагоприятные процессы и явления, осложняющие условия эксплуатации месторождения.



Устойчивость откосов уступов и С-3 борта карьера будет определяться участками сопряжения оперяющих тектонических нарушений основных рудоконтролирующих разломов. Именно на этих участках элементы дизъюнктивной тектоники будут совпадать с элементами залегания поверхностей

литогенетического тела, а в целом они будут падать под пологими углами (25-35°) вдоль С-В борта карьера. Величины углов внутреннего трения и сцепления по этим поверхностям будут недостаточны для обеспечения запаса прочности откоса. На этих участках возможны наиболее катастрофические явления. Наиболее интенсивному выветриванию подвержены: глинистые и хлоритоидные сланцы, углеродистые и сланцеватые известняки, глинистые и слюдистые кварц-карбонатные породы, наиболее широко представленных в Ю-З и С-В бортах карьера, ближе к контакту с рудничными телами.

Именно с этими участками пород будут связаны основная масса неблагоприятных процессов и явлений, (вплоть до оползней) с увеличением глубины отработки месторождения.

Исследования деформаций непосредственно в зоне влияния горных разработок, проводятся непосредственно в зоне сдвижения при подземной разработке, и в прибортовом массиве при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. В этом случае спутниковыми измерениями охватывается массив горных пород, непосредственно примыкающий к зоне влияния горных разработок. Для проведения измерений используются как репера уже существующих наблюдательных станций, так и закладываются новые репера, равномерно покрывающие всю область влияния горных разработок.

Наблюдательная станция имеет жесткие геометрические связи с опорной сетью, репера которой находятся вне зоны влияния горных разработок. Ежегодно проводится проверка геометрических параметров опорной сети для контроля их неизменности. Измерения деформаций породного массива производятся один раз в год как традиционными методами, так и методами спутниковой геодезии. Величины деформаций массива, полученные различными методами, хорошо согласуются между собой. При этом следует отметить, что данные, полученные с использованием методов спутниковой геодезии, более информативны, так как определение деформаций ведутся одновременно в трех плоскостях, а при использовании традиционных методов только в двух - в вертикальной плоскости и вдоль профильной линии. Реальные же вектора смещений реперов наблюдательной станции направлены, как правило, под углом к профильной линии, вследствие чего при измерениях деформаций с помощью традиционных методов затруднительно получить полный вектор смещений. Периодичность таких наблюдений за изменением поля деформаций составляет от 4 до 1 раза в год.

По результатам измерений на станции определяются общие закономерности развития процесса сдвижения на месторождении, величины и направления действия напряжений и закономерности их изменения во времени. Также выявляются участки с аномальными характеристиками напряженно-деформированного состояния, на которых в дальнейшем проводятся более детальные исследования. Результаты проведенных исследований служат основой для проектирования мер охраны объектов от вредного влияния горных разработок.

Исследования деформаций породного массива при охране объектов от вредного влияния горных разработок производятся непосредственно на промышленных площадках охраняемых объектов. В этом случае в конструктивных элементах охраняемых объектов и в непосредственной близости от них закладываются специальные наблюдательные станции, по которым проводятся спутниковые геодезические наблюдения. Периодичность таких наблюдений за изменением поля деформаций широко варьирует и составляет от 4 до 1 раза в год.

По результатам наблюдений выдаются рекомендации о внеплановых регулировках конструктивных элементов данного сооружения и производится мониторинг напряженного состояния участка.

Экспериментальные исследования короткопериодных знакопеременных деформаций массива горных пород от влияния взрывных работ позволят определить характер и объемы деформаций возникающих в массиве приоблочного целика, что в свою очередь позволит выбрать оптимальные параметров технологии взрывания массива.

Из вышеизложенного следует, что применение комплексов спутниковой аппаратуры для экспериментальных исследований деформаций породного массива как природного, так и техногенного происхождения позволяет на новом, более качественном уровне изучать геомеханические процессы, происходящие в верхней части земной коры в зоне воздействия масштабной добычи полезных ископаемых и в тектонически активных зонах.