УДК. 622.14

Е.Н.КУЗНЕЦОВА, *старший научный сотрудник, maus_enk@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

E.N.KUZNETSOVA, *senior research assistant, maus_enk@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining Institute (Technical University)

МАРКШЕЙДЕРСКИЕ МЕТОДЫ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ

Решение главной задачи горной геодинамики невозможно без применения маркшейдерских технологий, включая как традиционные измерения смещения реперов, так и новые технологии конца XX – начала XXI в. – фотограмметрию, спутниковые определения координат, лазерные измерения, ГИС-технологии. Рассматривается роль маркшейдерских методов в решении задач обеспечения геодинамической безопасности.

Ключевые слова: маркшейдерские методы, геодинамическая безопасность, горные работы, мониторинг.

SURVEYING METHODS FOR PROVIDING GEODYNAMICAL SAFETY OF MINING OPERATIONS

It is impossible to solve the main task of geodynamics without using technologies including traditional measurements of bench marks excursion, as well as new technologies of the end of XX – beginning of XXI century, such as photogrammetry, global positioning system, laser measurements and technologies of geophysical well logging. The paper concerns with the analysis of the mine surveying methods facilitating the solution of tasks related to the geodynamical safety assurance.

Key words: surveying methods, geodynamical safety, mining operations, monitoring.

Главной задачей обеспечения геодинамической безопасности является определение участков техногенного горного массива, где могут иметь место недопустимо большие деформации или скорости деформации, прогноз развития деформационных процессов, и создание методов предотвращения катастрофического развития событий.

Решение главной задачи горной геодинамики невозможно без применения маркшейдерских технологий, включая как традиционные измерения смещения реперов, так и новые технологии конца XX – начала XXI в. Речь идет о фотограмметрии, спутниковых определениях координат, лазерных измерениях, ГИС-технологиях и т.д.

Рассмотрим подробнее роль маркшейдерских методов в решении задач обеспечения геодинамической безопасности.

Ведение горных работ приводит к изменению конфигурации участков породного массива и его напряженно-деформированного состояния. Причем в тех случаях, когда горные работы подходят к тектонически напряженным зонам (ТНЗ), происходит их взаимовлияние, которое ведет к образованию геодинамически опасных зон. При этом, как показывают исследования, растут не только напряжения в массиве, но и раз-

меры этих зон. А главное, из статических (квазистатических) элементов породного массива они превращаются в «бомбы замедленного действия» – места, где могут происходить динамические события – горные и горно-тектонические удары, выбросы породы и газа, обрушения горных выработок и т.д.

Необходимо как можно раньше распознать такие участки в массиве до того, как к ним подошли горные работы, провести профилактические мероприятия, составить планы ведения горных работ с учетом расположения зон риска. Для фиксации уже сформировавшихся и формирующихся опасных зон в массиве применяются различные методы.

1. Выделение опасных разрывных нарушений и других неоднородностей горного массива.

Этот вопрос прежде всего решается геологическими, геолого-структурными и геофизическими методами, однако в большой мере включает в себя маркшейдерские измерения.

Перечислим вклад маркшейдерских методов в геометризацию потенциально опасных мест:

- применение космофотоснимков и GPS-измерений для привязки наземных проявлений опасных разрывных нарушений к подземным горным выработкам;
- морфометрические методы для локализации разломов на земной поверхности;
- применение высокоточных геодезических измерений (в том числе проводимых на геодинамических полигонах) для оценки активности разломов и временных вариаций активности;
- использование классических маркшейдерских измерений в горных выработках для геометризации потенциально опасных зон и особенностей деформаций стенок выработок;
- применение ГИС-технологий для трехмерной визуализации найденных потенциально опасных мест и планирования горных работ.

2. На следующих этапах необходимо как можно раньше зафиксировать и прогнозировать начало процессов активизации. В первую очередь для этого используются расчетные методы геомеханики (для прогнозов) и геофизические методы: сейсмический мониторинг динамических процессов, происходящих в массиве, и локальный геофизический мониторинг в горных выработках. Для расчетных геомеханических методов зафиксированные маркшейдерами деформации выступают и как исходные данные для построения моделей, и как данные для проверки проведенных расчетов. При проведении сейсмического мониторинга маркшейдерские методы играют важную роль для определения местоположения сейсмических событий.

Важнейшей информацией о происходящих в массиве процессах являются данные о деформациях массива:

- данные о сдвижении массива, полученные как с помощью поверхностных реперных линий, так и наблюдений в горных выработках, расположенных в толще подработанного массива. Сопоставление геологического строения массива, сейсмических наблюдений (сейсмического мониторинга, скоростных разрезов) дает возможность понять, как протекает процесс сдвижения, насколько мульда сдвижения отклоняется от классической эллиптической формы, по каким разломам наблюдается проскальзывание, насколько велико зависание пород;
- маркшейдерские наблюдения в подготовительных и очистных выработках, а также на ближайших горизонтах позволяют с привлечением геофизических измерений, наблюдений за состоянием крепи и локальными производственными напряженностями массива выявить наиболее опасные участки и оперативно проводить профилактические мероприятия (или в случае необходимости – останавливать горные работы);
- деформационный мониторинг, проводимый с помощью систем глубинных реперов, закладываемых в целики и кровлю выработок, позволяет непосредственно определять величину деформаций, режим деформирования, оценивать устойчивость и планировать горные работы и работы по перекреплению выработок.

Приведенные примеры охватывают только подземные горные работы и никоим образом не исчерпывают роль маркшейдерских измерений в обеспечении геодинамической безопасности при ведении открытых горных работ. Знание деформаций горного массива не менее необходимо и при ведении открытых горных работ, строительстве сухих отвалов и гидроотвалов. Тщательные наблюдения за деформациями бортов уступов позволяют оформлять более крутые борта и существенно уменьшать объемы извлекаемых вскрышных пород. Наблюдаемая во всем мире тенденция увеличения крутизны бортов карьеров опирается не только и не столько на методы крепления бортов уступов, но в первую очередь на более детальные, точные и оперативные измерения деформаций и скоростей деформаций.

В наиболее сложных случаях обеспечения геодинамической безопасности создаются геодинамические полигоны, на которых проводится весь комплекс наблюдений, в том числе с использованием маркшейдерских методов. Особенно важно создание полигонов при подработке жилых комплексов, ценных народно-хозяйственных и природных объектов, возможности прорыва воды в горные выработки, а также при проведении наблюдений за подземными хранилищами газа, нефти и другими стратегическими заглубленными объектами.

В Научном центре геомеханики и проблем горного производства разработан типовой проект создания геодинамического полигона, который включает в себя:

- Построение первичной геолого-структурной модели на основе фондовых геологических, геофизических и геохимических материалов.
- Геодинамическое районирование, выявление активных разломов и блоковой структуры исследуемого региона.
- Исследование физико-механических, коллекторских и фильтрационных свойств горных пород и массивов.
- Прогнозная оценка геодинамического состояния недр и выделение потенциально геодинамически опасных зон.
- Создание постоянно действующей и уточняемой в ходе наблюдений геодинамической модели исследуемого региона.
- Разработка рекомендаций по выбору методов и параметров проведения мониторинга. Строительство и наладка систем мониторинга.
- Проведение мониторинга: сдвижения; гидрогеологического; сейсмического; космофотонаблюдения и ландшафтного; аэрофотомониторинга процессов сдвижения и деформаций земной поверхности.

Анализ результатов мониторинга: уточнение геодинамической модели; принятие технологических решений; корректировка параметров ведения мониторинга.

Подводя итоги весьма краткому экскурсу в маркшейдерские аспекты обеспечения геодинамической безопасности, нельзя не видеть, что развитие геомеханики и геодинамики требует все более тесного взаимодействия геомехаников с маркшейдерами и геодезистами, и именно специалисты по геодинамической безопасности являются важнейшими потребителями новых технологий ведения маркшейдерско-геодезических работ.