

УДК 622.271

**Ф.К. НИЗАМЕТДИНОВ,
С.Б. ОЖИГНА,
А.К. ОМАРОВА,
Д.С. ОЖИГНИ**

**Применение технологии лазерного сканирования
горного массива на карьерах АО «ССГПО»**

В горном производстве активно применяется технология лазерного сканирования, что позволило осуществить автоматизацию маркшейдерских измерений и обеспечить безопасность их проведения. Данная технология позволяет выполнять построение цифровой трёхмерной модели объекта со сложными конструктивными элементами, техногенные поверхности карьеров и отвалов, недоступные подземные выработки. Наблюдения с использованием лазерного сканирования дают полные сведения о происходящих деформациях объектов (зданий и сооружений, земной коры и кровли подземных выработок, информацию о смещении оползней и обрушении) [1].

Принцип работы лазерного сканера аналогичен принципу работы безотражательного электронного тахеометра и заключается в измерении времени прохождения лазерного луча от излучателя до отражающей поверхности и обратно до приёмника. Путём деления этого времени на скорость распространения лазерного луча определяется расстояние до объекта.

Технология наземного лазерного сканирования заключается в измерении расстояний до большого количества точек, расположенных на снимаемом объекте. Измерения происходят со скоростью в несколько

тысяч точек в секунду. Углы в данном случае не измеряются, а задаются поворотом зеркала, одновременно регистрируясь запоминающим устройством. Плотность сканирования зависит от дальности и может достигать десятых долей миллиметра.

Для производства работ не нужен непосредственный доступ к объекту, не нужны отражатели или другие приспособления, необходима лишь прямая видимость сканируемой поверхности. Чем сложнее сооружение или поверхность, тем больше нужно опорных точек, с которых будет производиться сканирование. Данные сканирования, полученные с различных точек установки прибора, в процессе камеральной обработки сводятся в единое трёхмерное «облако точек», которое в дальнейшем служит основой для построения объемных моделей (рисунок 1).

Время, затрачиваемое на полевые работы, зависит от расположения объекта, расстояния до него, требований к плотности измерений и детализации. Лазерное сканирование имеет преимущество перед традиционными технологиями по безопасности измерений, а также при получении данных об элементах, тахеометрическая съёмка которых вообще невозможна.

По результатам сканирования составляется трёх-

мерная модель, успешно конвертируемая в CAD и ГИС-приложения. Используя такую модель, можно составить топографический план, создать любое сечение, модель отдельно взятых элементов и получить любые геометрические параметры (рисунок 2).

Трёхмерная цифровая модель карьера позволяет решать комплекс маркшейдерских и технологических задач. Во-первых, возможно вычисление объёмов вскрыши и добычи полезного ископаемого, постоянное редактирование модели карьера после каждого взрыва очередного блока и выемки породы и руды. Объём взорванного блока может быть получен с высокой точностью через несколько часов после взрыва путём наложения друг на друга двух цифровых моделей (до и после взрыва). Методом проведения сечений через заданный интервал получаем погоризонтные и общий планы карьера [2].

Во-вторых, вычисление объёмов породы (руды, шлака и т. п.) на различных отвалах, складах и хранилищах. Зачастую такие объекты имеют сложную форму, что далеко не всегда учитывается и приводит к погрешностям определения объёмов. При полном соблюдении методики съёмки при сканировании, погрешность вычисления объёма будет находиться в

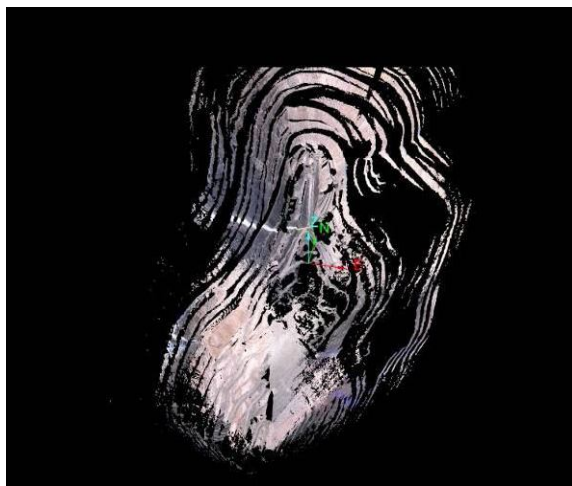
пределах 1 %.

В-третьих, съёмка недоступных объектов. Там, где невозможен доступ человека из соображений безопасности, применение технологии лазерного сканирования позволяет получить цифровую модель объекта.

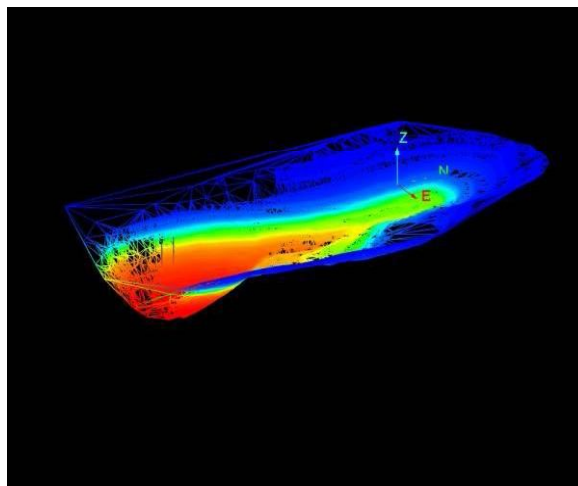
В-четвёртых, наблюдения за деформациями. Это могут быть здания и сооружения, земная поверхность на обрабатываемых территориях, оползни, отвалы, обрушения и другие области возможных смещений. И все измерения осуществляются не по контрольным точкам, а в режиме сплошных наблюдений за поверхностью. Величина и направление деформаций вычисляются путём наложения моделей объекта для каждого цикла измерений.

В-пятых, исследование структуры горного массива. Цифровая модель карьерных откосов позволяет выделить на ней структурные отдельности и определить элементы их залегания. Это очень важно для железорудных карьеров, так как горный компас здесь использовать нельзя (рисунок 3).

При помощи технологии лазерного сканирования решается широкий круг задач горного дела: составление пространственных моделей горных выработок в системе координат шахты; определение их геометри-

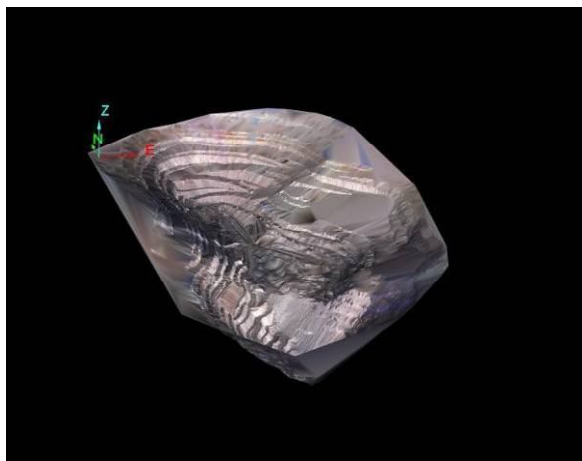


а) облако точек

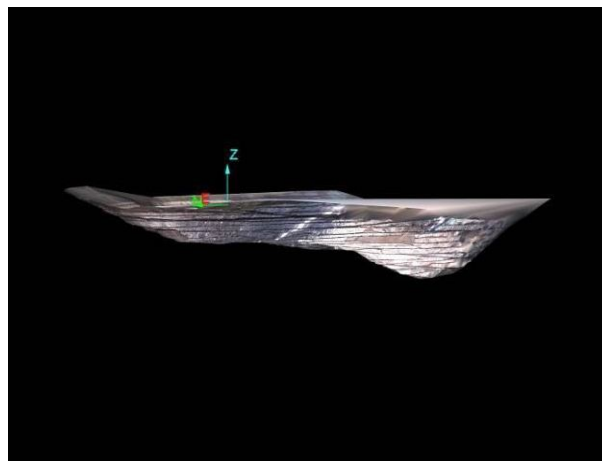


б) триангуляционная модель

Рисунок 1 – Результат лазерного сканирования скальной части карьера «Соколовский»



а) вид сверху

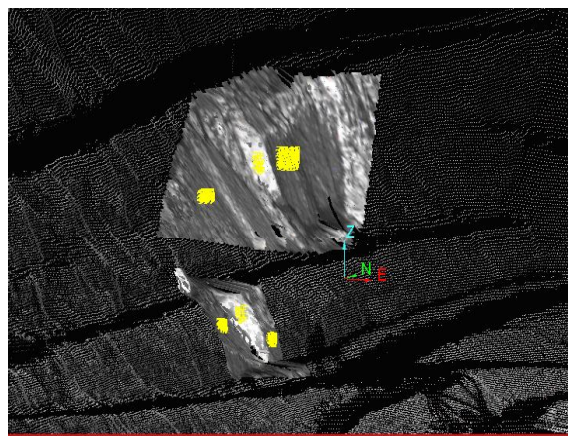


б) вид сбоку

Рисунок 2 – Трёхмерная цифровая модель скальной части карьера «Соколовский»

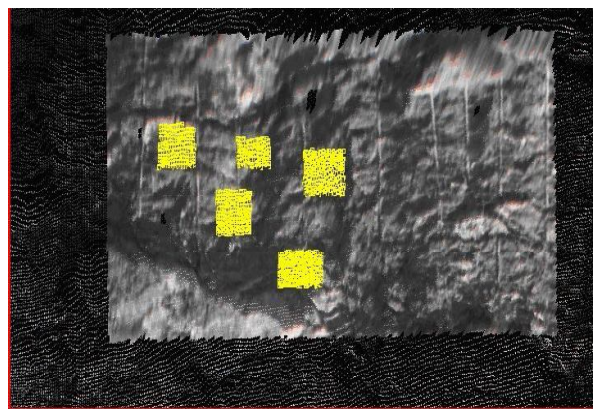
ческих параметров и объёмов; учёт на основе этих данных потерь, разубоживания, состояния и движения запасов полезного ископаемого; подготовка в электронном виде трёхмерных моделей для последующего их использования. Необходимо отметить, что все измерения, производимые при помощи лазерных сканеров, позволяют получить модели в той системе координат, в которой ведётся горно-графическая документация и проводятся все маркшейдерские работы.

Внедрение на карьерах АО «ССГПО» лазерного сканера, позволяет оперативно контролировать состояние горного массива и положение горно-транспортного оборудования, планировать горные работы и иметь цифровые объёмные модели карьера в течение всего периода отработки месторождения и является важным элементом системы мониторинга прибортовых массивов [3].



Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 51° 17' 35" and strike 4° 35' 18"
Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 73° 29' 52" and strike 0° 14' 46"
Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 38° 25' 21" and strike 358° 15' 49"

а) определение элементов залегания трещин



Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 66° 59' 07" and strike 20° 42' 16"
Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 65° 54' 47" and strike 1° 40' 18"
Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 53° 26' 43" and strike 7° 37' 52"
Query dip and strike	A plane fitted to the selection has dip 63° 25' 29" and strike 7° 25' 52"

б) определение элементов залегания заоткошенного уступа

Рисунок 3 – Определение элементов структуры горного массива и горных выработок по 3D-модели западного борта карьера «Соколовский»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Низаметдинов Ф.К., Урдубаев Р.А., Ожигина С.Б. Модель базы данных маркшейдерского мониторинга состояния прибортовых массивов // Тр. ун-та. Караганда: КарГТУ, 2010. № 3. С. 70-71.
2. Турдахунов М.М., Урдубаев Р.А. Современные технологии лазерного сканирования горного массива на карьерах АО «ССГПО» // Тр. Междун. науч. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030» (Сагиновские чтения № 2). Караганда: КарГТУ, 2010. Ч. I. С. 58-61.
3. Урдубаев Р.А. Разработка маркшейдерского мониторинга бортов глубоких карьеров АО «ССГПО». Караганда: Санатполиграфия, 2010. 42 с.
1. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на шахтах Карагандинского бассейна / К.К. Элиманов, С.К. Баймухаметов, В.В. Демин и др. Караганда: АрселорМиттал Темиртау, 2008. 88 с.
2. Интернет-сайт www.ixbt.com.
3. Интернет-сайт www.overclocker.ru

УДН 622.271

**Г.А. ПАК,
В.И. ДОЛГОСОВ,
Е.А. ПАНАСЕНКО,
Е.В. ДОЛГОСОВА**

Исследование процесса сдвижения горных пород и его взаимосвязь с интенсивностью газовыделения на шахтах Карагандинского бассейна

Исследования, выполненные на шахтах «Саранская» и «Сокурская» Карагандинского угольного бассейна, позволили установить общие закономерности процесса сдвижения массива горных пород при его подработке, при этом выявлена взаимосвязь с интенсивностью газовыделения. Установлено, что

как сдвижение подработанного массива, так и газодинамические процессы определяются величиной шагов обрушения основной кровли. Последние, в свою очередь, зависят от крепости и мощности пород основной кровли, глубины разработки и геометрических параметров выемочного пространства: длины