

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СКАНИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ CMS ДЛЯ МАРКШЕЙДЕРСКИХ РАБОТ

А.Г. Грунин («Йена Инструмент»)

В 1997 г. окончил Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК) по специальности «космическая геодезия и геодинамика». В 1997–1998 гг. работал в отделе комплексных систем НПП «Аэрогеофизика», затем в научно-производственном отделе Государственного университета по землеустройству. С 2001 г. — генеральный директор компании «Йена Инструмент».

В настоящее время практически во всех отраслях применяются новые технологии для выполнения топографо-геодезических работ. Маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых на подземных горных выработках не является исключением. С целью оптимизации времени выполнения съемок, а также автоматизации процесса планирования горных работ компания Ortech (Канада) в 1993 г. начала распространение специализированного съемочного оборудования, основанного на бесконтактном измерении расстояний до различных поверхностей с помощью отраженного лазерного луча. Данная система, Cavity Monitoring System (CMS), была разработана по заказу южноафриканской алмазодобывающей корпорации DeBeers. Лазерная сканирующая система (ЛСС) CMS предназначена для съемки подземных полостей (камер и очистных лент), недоступных или опасных для пребывания в них человека.

ЛСС CMS состоит из лазерной сканирующей головки, контроллера, управляющего системой, и кейса со встроенными источником питания и блоком памяти, который используется также как транспортировочный ящик. Кроме того, для ввода сканирующей головки в недоступную

полость можно воспользоваться специальным набором мачт и штанг (рис. 1), а для съемок рудоспусков и скважин — устройством VIP.

Лазерная сканирующая головка закрепляется на штативе или штанге и сканирует окружающее пространство. Головка вращается на 360° в горизонтальной плоскости и на 140° — в вертикальной (рис. 2). Предельный угол обзора можно устанавливать в вертикальной плоскости. Плотность сканирования определяется пользователем и варьируется в пределах от $0,5^\circ$ до 10° . Максимальная скорость сканирования составляет 21° в секунду. Дальность сканирования достигает 350 м на поверхности с отражением 20%, что соответствует темным горным породам. Точность каждой точки получаемой модели колеблется в пределах 2 см. Сканирование можно проводить при полном отсутствии света.

Съемка осуществляется как в полностью автоматическом режиме, так и в ручном. При использовании автоматического режима происходит сканирование всех поверхностей, находящихся в пределах дальности действия ЛСС. При применении ручного режима можно выделять наиболее интересные оператору области для сканирования. Полная съемка полости в автомати-

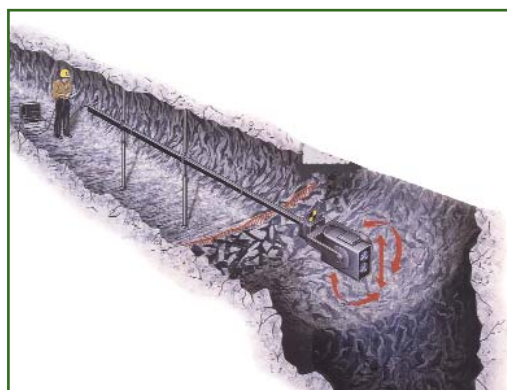


Рис. 1
Пример съемки недоступной полости

ческом режиме при максимальной плотности измерений (полный цикл наблюдений одной полости состоит из 53 000 точек) и предельных углах обзора составляет не более 20 мин.

ЛСС CMS оснащена двумя марками для привязки сканирующей головки к координатной сетке шахты. В случае использования штангового метода они

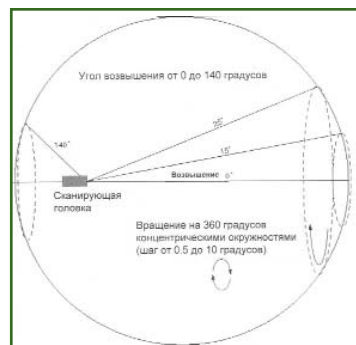
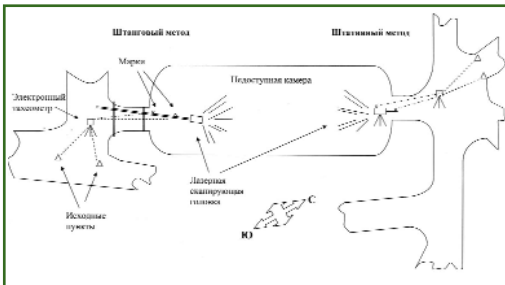


Рис. 2
Схема вариантов сканирования полости

**Рис. 3**

Методы привязки сканирующей головки к координатной сетке шахты

располагаются на штанге, а при измерениях со штатива — непосредственно на сканирующей головке (рис. 3). Привязку можно выполнять любыми традиционными геодезическими инструментами. Наибольший эффект достигается при применении для привязки безотражательных электронных тахеометров.

Емкости памяти CMS хватает на четыре полных цикла измерений полости (212 000 точек), т. е. на четыре независимых объекта. После выполнения съемок ЛСС с помощью кабеля подключается к компьютеру для передачи и обработки данных. При обработке данных в программу вводятся координаты марок, после чего координаты всех измеренных точек автоматически переводятся в пользо-

вательскую систему координат. Данные съемки можно сохранить в бинарный ASCII-файл, текстовый файл — в виде каталога координат всех измеренных точек (XYZ) или файл DXF, полностью совместимый с AutoCAD.

Программное обеспечение QvoI, входящее в комплект сканера, позволяет выполнить:

- перекачку данных из контроллера в компьютер;
- пересчет координат точек съемки в локальную координатную систему;
- построение 3D-модели полости;
- вычисление объема полости;
- создание сечений полости с заданным шагом в метрах;
- сохранение данных по 3D-модели полости и каждого сечения (если они делались) в формате DXF.

Дальнейшая обработка осуществляется либо в AutoCAD (построение пространственной модели полости и вычисление ее объема), либо в специализированной программе для планирования горных работ, например, Gemcom.

Рабочие температуры ЛСС CMS колеблются в пределах от

–10°C до +50°C. Вес лазерной сканирующей головки составляет 7 кг, а вес транспортного ящика со встроенными аккумуляторами, контроллером и блоком памяти — 18 кг.

В начале 2003 г. «Йена Инструмент» осуществила поставку трех комплектов ЛСС CMS на подземные выработки ГМК «Норильский Никель». В рамках данной поставки 18–23 февраля 2003 г. на руднике «Комсомольский» (г. Талнах) было проведено обучение участковых маркшейдеров работе с ЛСС CMS, которое включало съемки недоступной камеры и очистной ленты на горизонте 470 м. 20 февраля 2003 г. была проведена съемка камеры 66 (север участка 1 шахты «Запад») длиной 75 м, шириной до 10 м и высотой до 18 м, ориентированной с севера на юг. Съемка производилась с южной стороны с применением штангового метода. С северной части камера снималась с использованием стандартного штатива. После обработки данных измерений оказалось, что разница объемов камеры, вычисленных независимо с двух установок ЛСС CMS, составляет 0,7%.

По результатам испытаний была составлена программа по разработке методики съемок на подземных горных выработках и их внедрению. В качестве сертифицирующего органа выступает институт ВНИМИ (Санкт-Петербург). В настоящее время проводится сертификация лазерной сканирующей системы CMS в Госстандарте России на предмет утверждения типа средства измерений. Также параллельно разрабатывается методика метрологической поверки ЛСС CMS совместно с ЦНИИГАиК. Кроме того, полностью русифицировано руководство по использованию лазерной сканирующей системы CMS.

По вопросам, касающимся применения ЛСС CMS, а также ее приобретения, просьба обращаться в компанию «Йена Инструмент».

Компания «Йена Инструмент» основана в 2001 г. За этот период ее численность достигла 30 человек, а сферы интересов и деятельности значительно расширились.

В настоящее время компания занимается:

- разработкой технологий выполнения инженерно-геодезических и маркшейдерских работ;
- проведением крупномасштабных съемок, обследованием подземных коммуникаций и созданием ГИС промышленных предприятий, инженерно-геодезическими изысканиями линейных сооружений;
- поставкой геодезического оборудования и программных средств.

Предлагаемые компанией технологии предусматривают использование электронных оптических геодезических приборов, включая приемники GPS и лазерные сканирующие системы.

«Йена Инструмент» поставляет:

- геодезические приборы и системы компании Trimble Navigation (США);
- спутниковые геодезические приемники компании NovAtel (Канада);
- лазерные сканирующие системы компании Optech (Канада), являясь эксклюзивным представителем этой компании в России;
- программный комплекс CREDO компании СП «Кредо-Диалог» (Минск, Белоруссия);
- программы для обработки GPS-измерений GrafNav/GrafNet компании Optech.