

МАРКШЕЙДЕРСЬКІ ВИСОТНІ ЗЙОМКИ НА ГЛИБОКИХ ГОРИЗОНТАХ ШАХТ

Зниження якості залізних руд та підвищення вимог до їхнього раціонального видобування потребують використання нових технологій для зниження собівартості руди для можливості конкурування на зовнішньому та внутрішньому ринках. З поглибленням розробок виникає необхідність підвищення точності маркшейдерських висотних зйомок.

Передачу висотних позначок традиційно виконують методами з використанням довжиноміру ДА-2 та довгої шахтної стрічки. Ці методи ґрунтуються на виконанні повторних вимірів та встановленні середнього значення, що не завжди дає необхідну точність виконаних робіт. Вони не забезпечують виконання ефективного видобутку корисних копалин та використанню шахтного ствола у якості запасного виходу. Крім цього, виникає необхідність внесення великої кількості поправок у виміри, щоб не накопичувалися помилки.

Сучасні способи ґрунтуються на використанні в шахтних стволах довжиномірів [1] та лазерних скануючих систем [2], які значно спрощують виконання вертикальних зйомок в підземних умовах.

Однак перелічені приклади мають низку недоліків: довжиноміри обмежені по ефективній глибині застосування, що для різних типів обладнання коливається в межах від 500 до 1000 метрів; лазерні сканери створюють надмірні хмари точок при дослідженні великих за розміром об'єктів, таких як шахтні стволи, які часто не містять характеристик про його забарвлення, що ускладнює процес їхньої обробки. Крім того, до кінця не вивчено вплив зволоженого та запиленого середовища на проходження лазерних променів, що може призводити до отримання хибних даних про просторові координати точок.

Альтернативою для традиційних методів може бути цифрова фотограмметрія. Вона значно скорочує час на виконання робіт та забезпечує необхідну точність. Розвиток цифрових технологій та збільшення обчислювальної потужності персональних комп'ютерів зробила можливим застосування фотограмметрії в підземних умовах.

Програмні комплекси для обробки знімків, такі як Agisoft Metashape Professional, Autodesk ReCap тощо, завдяки вбудованим алгоритмам дозволяють створювати точні об'ємні поверхні та хмари точок обчислюючи тисячі просторових координат на основі стереографічних знімків. Отримані моделі можна перенести в доповнену чи віртуальну реальність та досліджувати на різні дати зйомки без необхідності фізичної присутності в шахтному стволі, збільшити можливості створеної маркшейдерської документації.

Аналіз закордонного досвіду показав, що застосування цифрових камер в шахті «Lucky Friday» (США), має практичну перевагу використання цієї технології для інтерпретації вимірювань порівняно зі звичайними методами [3]. Дослідження показали, що збільшення розподільчої здатності дозволяє зробити більш точний вибір цілі, а також отримати щільніше покриття сфотографованих сцен. Точність отриманих результатів становила $\pm 1,0$ мм, що вказує на те, що фотограмметричні методи можна використовувати для відтворення вимірювань відстані вздовж поверхні підземних виробок, які за точністю еквівалентні вимірюванням відстаней звичайними приладами.

На основі фотограмметричної зйомки можна створювати 3-D моделі з хмар точок, отриманих зі знімків з міліметровою точністю. Метод цифрової зйомки має нижчу вартість та компактність обладнання і не потребує спеціальної підготовки маркшейдера для роботи з устаткуванням, що необхідно при виконанні лазерного сканування.

Список літератури

1. **Снетков В.И.** Теоретические основы и практические способы передачи высотной отметки с поверхности в шахту с помощью светодальномеров. *Маркшейдерский вестник*. 2004. №3. С. 42–45.
2. **Люфт С.К., Бесимбаева О.Г., Бесимбаев Н.Г., Капасова А. З.** Использование метода лазерного сканирования для выполнения маркшейдерских работ в шахтном стволе. *Интерэкспо Гео-Сибирь*. 2015. №2. С. 204–209.
3. **Benton D.J., Seymour J.B., Boltz M.S., Raffaldi M.J., Finley, S.A.** Photogrammetry in underground mining ground control – Lucky Friday. *Deep and High Stress Mining*. 2017. P. 587–598.