

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р. техн. наук, проф., М.В. ШОЛОХ, канд. техн. наук, доц.,  
 К.С. ЄЛЕЗОВ, аспірант, ДВНЗ «Криворізький національний університет»  
 В.М. ПІЛЬТЕК, начальник проектного відділу ПАТ «ЄВРАЗ Суха Балка»

### ДИСТАНЦІЙНЕ СКАНУВАННЯ ВИРОБЛЕНОГО ПРОСТОРУ З ВИКОРИСТАННЯМ СВЕРДЛОВИН ГЛИБОКОГО БУРІННЯ

Розроблена і запропонована система оперативного сканування виробленого простору з використанням свердловин глибокого буріння на рудниках Кривбасу, які ведуть видобування корисної копалини підповерхово-камерною системою з відбійкою вертикальних віял свердловин на горизонтальний компенсаційний простір.

**Проблема та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** У зв'язку з використанням на практиці високопродуктивних систем розробки у загальному об'ємі комплексу маркшейдерського забезпечення усе більше місця займають маркшейдерські зйомки гірничих виробок великих розмірів, визначення яких звичайними методами не завжди є можливим. При цьому результати маркшейдерських зйомок цих виробок тісно зв'язані з потребами експлуатації, вирішується багатобічна гірничотехнічна задача. У процесі підземної розробки залізрудних родовищ Кривбасу основною технологічною схемою є схема видобування балансів запасів системою обвалення з відбійкою вертикальними віями свердловин на горизонтальний компенсаційний простір. При цьому виникає задача у необхідності забезпечення безпеки виконання підземних гірничих робіт при мінімальних матеріальних затратах при очисному видобуванні корисної копалини. Рішення цієї задачі можливе за рахунок відповідності фактичного стану виробленого простору її розрахунковим значенням. Складність здійснення такого контролю полягає у тому, що правилами техніки безпеки і охорони праці небажаний доступ людей у видобувну камеру, тому необхідно запропонувати новий спосіб контролю без знаходження людей у небезпечній зоні.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Сучасний стан питання визначення фактичних геометричних параметрів виробленого простору показав, що в теперішній час досить мало технічних засобів для реалізації такого контролю. Серед основних засобів використовують тахеометричну зйомку [1], відео- та фотозонди [2], прилад Геоскан-1 [3], які дозволяють визначити необхідні параметри камер. Але використання цих засобів має певні складності, враховуючи те, що не завжди є можливість доступу до виробленого простору через горизонтальні та вертикальні виробки. Також існує проблема з оперативною невизначеністю параметрів виробленого простору у ході безпосередньої відбійки руди віями глибоких свердловин.

**Постановка завдання.** Для вирішення поставленої задачі на кафедрі маркшейдерії ДВНЗ КНУ, запропоновано систему оперативного сканування очисних камер. Розроблена система дозволяє визначити геометричні параметри виробленого простору, який утворився у результаті відбійки руди віями глибоких свердловин, за рахунок дистанційного контролю її параметрів з використанням лазерного віддалеміра, що встановлений на спеціальну модульну штангу. Функціональна схема системи приведена на рис. 1.

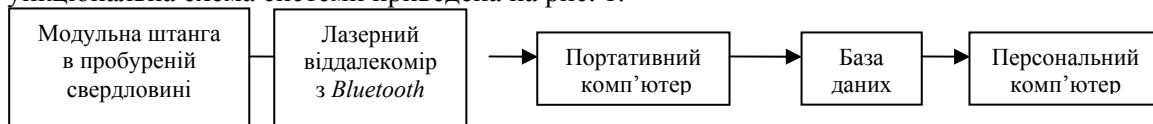


Рис. 1. Функціональна схема системи оперативного сканування виробленого простору

Механічна частина системи складається із лазерного віддалеміра та модульної штанги. Віддалемір має протиударну і водонепроникну оболонку, що дозволяє використовувати його для умов свердловинного середовища. Модульна штанга забезпечує позиціонування віддалеміра у свердловині, за умовою наявності виходу горловини свердловини безпосередньо у вироблений простір. Вона складається із секцій зі спеціальним кріпленням, за допомогою якого можливе збільшення довжини модульної штанги. Сама штанга  $\varnothing$  46 мм виготовлена з алюмінію і має у зборі вагу до 4 кг, перша секція має кріплення для віддалеміра. У цій системі портативний

комп'ютер приймає дані про виміряну довжину від лазерного віддалеміра до стінки камери по інтерфейсу *Bluetooth*.

Система дозволяє формувати трьохмірні комп'ютерні растрові графічні моделі виробленого простору та забезпечує оперативне поповнення даних у гірничо-маркшейдерській документації на основі вимірних відстаней від точки встановлення віддалеміра до стінки камери, враховуючи дані про азимут та кут буріння свердловини, у якій був встановлений віддалекомір.

**Викладення матеріалу та результати.** Дослідження проводились при відпрацюванні блока 7-11 покладу «Гнездо» п'ятого підповерху горизонту мінус 1180м шахти «Ювілейна» ПАТ «Суха Балка». З бурового орта №3 сьомого підповерху горизонту мінус 1180м проведено сканування виробленого простору цього блока через свердловини глибокого буріння, які після відбійки руди мають «вихід» у зону визначення виробленого простору.

Перед заміром всі свердловини даної бурової виробки прочищаються від гірничої маси, і обстежуються дільничним маркшейдером, який встановлює «вихід» свердловин у зону виробленого простору, параметри свердловин (довжина ( $L_{cb}$ ), кут нахилу відносно горизонтальної площини ( $\beta_n$ ), дирекційний кут), та відстань між віялами свердловин (рис. 2,3).

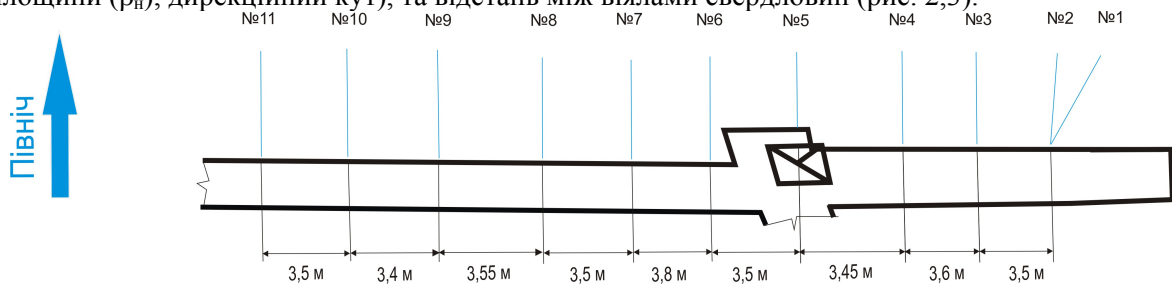


Рис. 2. Горизонтальний план бурового орта та відстань між віялами свердловин

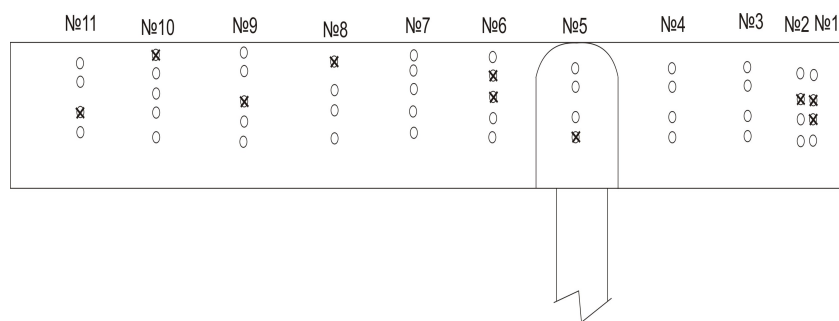
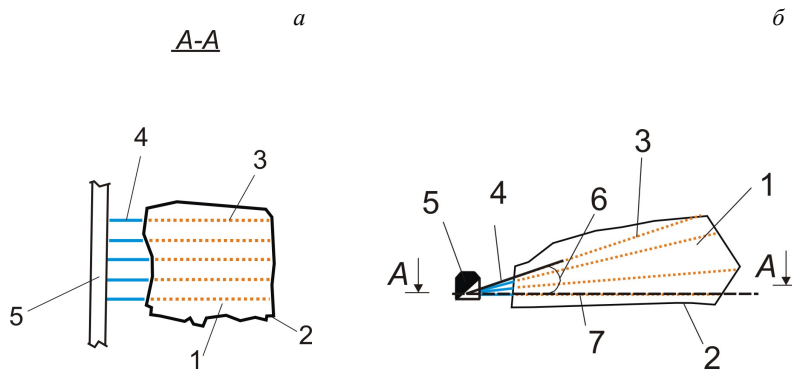


Рис. 3 Схема свердловин на стінці бурового орта:  
 ⊗ - свердловина у якій відсутній «вихід» до сканованої зони;  
 ○ - свердловина яка має «вихід» до сканованої зони

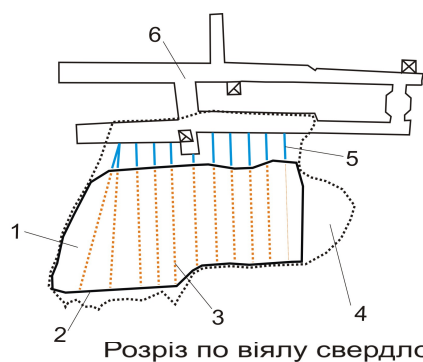
Визначення параметрів камери у процесі послідовної відбійки руди дає можливість забезпечення якісного відпрацювання рудного масиву через отримання даних про параметри виробленого простору [3].

Технологія сканування параметрів камери полягає у наступному. Після чергової відбійки руди віялом свердловин, які пробурені з виробки буровою установкою НКР-100, буровою коронкою  $\varnothing 105$  мм, у кожен свердловину встановлюють по чергово модульну штангу на яку спеціальним кріпленням встановлений лазерний віддалемір. Модульна штанга при цьому збирається проходячи по свердловині у довжину, яка дорівнює довжині свердловини, як показано на рис. 4, де 1-сканований вироблений простір; 2-контури знімальної камери; 3-лазерний промінь вимірювання; 4-свердловина; 5-бурова гірнична виробка; 6-кут нахилу свердловини до горизонтальної площини; 7-лінія горизонтальної площини. Після чого розпочинається вимірювання параметрів камери через портативний комп'ютер, який підключений до далекоміра через *Bluetooth*, за допомогою встановленого на портативний комп'ютер програмного забезпечення. Так послідовно виконується зйомка кожної свердловини пробуреної з даної бурової виробки.



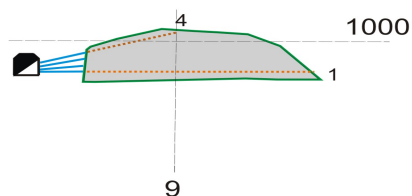
**Рис. 4.** Схема сканування виробленого простору, де: *a* - горизонтальний план; *б* - розріз по віялу

Отриманні дані фіксують у пам'яті комп'ютера. База цих даних дозволяє побудувати контури виробленого простору у вигляді трьохмірної мережі у полярній системі координат, використовуючи програмні засоби спеціалізованих комп'ютерних графічних систем, встановлених на комп'ютері (AutoCad). За необхідності можливих виносу даних параметрів на горизонтальну, вертикальну проекцію, та розріз по осях на гірничій-маркшейдерській документації (рис. 5,6).

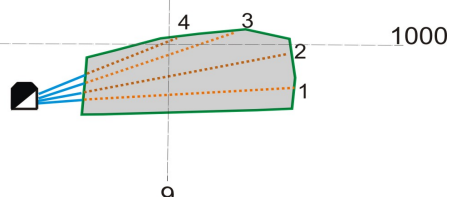


**Рис. 5.** Горизонтальний план бурового орта №3 сьомого підповерху блока 7-11 покладу «Гнездо» п'ятого підповерху горизонту мінус 1180 м; де 1-сканований вироблений простір; 2-отримані в результаті сканування контури камери; 3-виміряна довжина; 4-проектний контур камери після закінчення виїмки руди; 5-виміряна довжина свердловини; 6-буровий орт №3

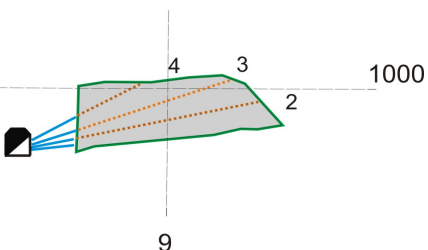
Розріз по віялу свердловин №1



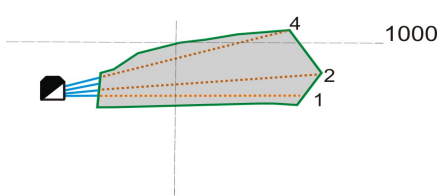
Розріз по віялу свердловин №3



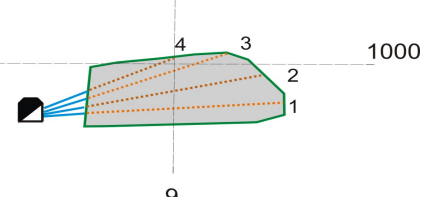
Розріз по віялу свердловин №5



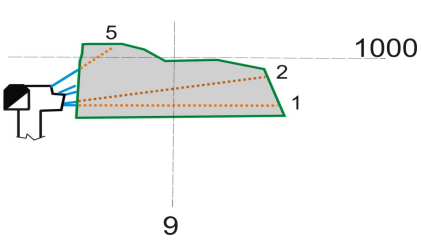
Розріз по віялу свердловин №2



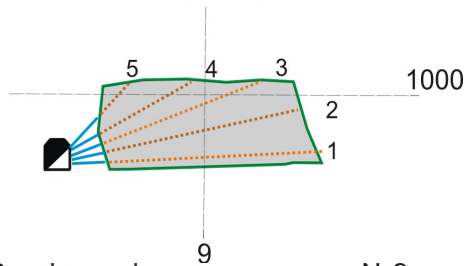
Розріз по віялу свердловин №4



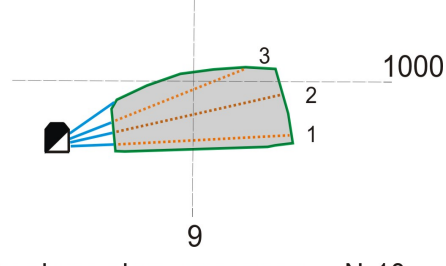
Розріз по віялу свердловин №6



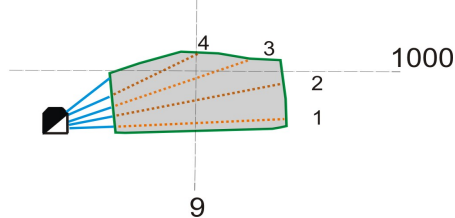
Розріз по віялу свердловин №7



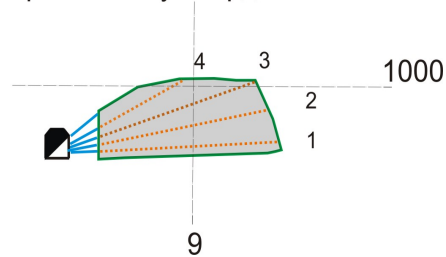
Розріз по віялу свердловин №8



Розріз по віялу свердловин №9



Розріз по віялу свердловин №10



Розріз по віялу свердловин №11

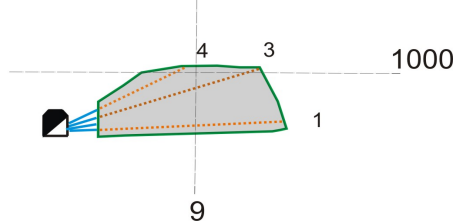


Рис. 6 Розріз по віялам, отриманий в буровому орту №3 блока 7-11 покладу «Гнездо» п'ятого підповерху горизонту мінус 1180м

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** Дослідження системи оперативного сканування виробленого простору показали її високу надійність, точність отриманих результатів, зручність використання в умовах підземної розробки залізних руд. Система оперативного сканування може бути рекомендована для визначення параметрів виробленого простору, як в процесі розробки так і після її закінчення.

#### Список літератури

1. Єлезов К.С. Дослідження можливості тахеометричного методу зйомки очисних камер з використанням електронного тахеометру/ Гірничий вісник-2012 р.-вип. №95(1) - с. 59-62
2. MEIER G. Die bisherige Tätigkeit des Arbeitskreises 4.6 „Altbergbau - geotechnische Erkundung und Bewertung“ und dessen zukünftige Aufgaben. - Tagungsband 4. Altbergbaukolloquium, 4. bis 6. Nov. 2004 in Leoben, S. 7 - 12, Essen (Glückauf)
3. Азарян А.А., Попов С.О. Система сканування очисних камер «Геоскан-1»/Збірник НДГРІ - 2010 р.- вип. №52 – С. 180-186.
4. Капланець М.Е., Чередниченко О.Є, Коцюрба Ю.Г., Кучерявенко І.А. Методичні рекомендації з підготовки проектів нарізних і очисних робіт у виїмкових одиницях при підземному видобутку залізних руд та визначення його економічних характеристик /Кривий Ріг: КТУ, 2007. – 38 с.

Рукопис подано до редакції 23.02.13

УДК 556.332.634

О.В. ІНКІН, Д.В. РУДАКОВ

### ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ПЕРЕВЕДЕННЯ ПІДТОПЛЕНИХ ДІЛЯНОК В РЕЖИМ САМОДРЕНУВАННЯ

Обґрунтовано спосіб дренажного захисту підтоплених територій правобережжя міста Дніпропетровська, оснований на штучному збільшенні проникності водотриву під верхнім водоносним шаром та відведенні надлишкової води до нижніх горизонтів. За допомогою програми ModFlow 2009 (Schlumberger W.S.) створено гідродинамічну модель роботи системи поглинаючих свердловин в умовах природного і техногенного інфільтраційного живлення. Визначено схему оптимального розташування «фільтраційних вікон» з урахуванням рельєфу і забудови дослідженої території, що забезпечує максимальне зниження рівня ґрунтових вод. Визначено розподіл змін рівня та складові балансу підземних вод після переведення підтоплених ділянок у режим самодренування.