

УДК 622.013.36:553.048

Сидоренко В. Д. /д. т. н./, Шолох М. В. /к. т. н./,
Сергеева М. П.
ДВНЗ «Криворізький національний університет»

Точність визначення об'єму блоків при підрахунку запасів руди при відкритій розробці родовищ

Наведені головні етапи дослідження визначення об'єму блоку балансових чи промислових запасів різних за конфігурацією виймальних блоків від кута нахилу планового положення перерізів та відстані між ними. Лл. 6. Табл. 1. Бібліогр.: 3 найм.

Ключові слова: запаси, конфігурація, об'єм блоку

There given main stages of research for determination of block volume of balance or commercial reserves, which are different in configuration of mine sections from the tilt angle of horizontal positions of cross sections and distance between them.

Keywords: reserves, configuration, block volume

Успішне нарощування темпів видобування корисної копалини з родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки відкритим, підземним чи комбінованим способами, використання новітніх вимірювальних приладів, високопродуктивного обладнання та комп'ютерного забезпечення на гірничодобувних підприємствах України починає диктувати певні вимоги і змінювати застарілі методики, що використовувались. Доступність та розвиток до належного рівня комп'ютерного забезпечення дозволяють використовувати їх у достатній кількості кожним працівником у маркшейдерському відділі (бюро), а не, як раніше, лише одним або декількома окремими працівниками, при тому в останньому випадку розповсюдженою була практика використання одного комп'ютера по черзі. Це надало можливість автоматизувати буденні задачі, що виконуються працівниками маркшейдерського відділу (бюро) при камеральній обробці польових вимірювань. Серед головних проблем, що необхідно вирішити, є питання підрахунку та обліку об'ємів гірничих робіт, балансових та промислових запасів при умові використання геоінформаційних систем, а саме, які способи підрахунку використовувати для забезпечення необхідної точності, зручності використання і зменшення часу на виконання цих робіт.

Після аналізу класичних методів підрахунку [1], що використовуються у маркшейдерській практиці приходимо до висновку, що більшість з них орієнтована на спрощення розрахунків, з метою використання їх при ручному способі обчислень об'ємів гірничих робіт. Отже постає питання створення або модернізації існуючих ме-

тодів для використання їх в програмних продуктах комп'ютерного забезпечення маркшейдерських вимірювань та обчислень.

В методі паралельних вертикальних перерізів, що був вибраний в якості базового для модернізації як найбільш придатний для цієї мети і до того ж доволі розповсюджений на виробництві, є декілька проблемних питань. Серед яких необхідно звернути увагу на неможливість підраховувати об'єми в складних за конфігурацією виймальних блоків. Неможливо оптимально розташувати лінію перпендикулярно до якої будують перерізи, не порушуючи при цьому умову їх паралельності, оскільки оптимальне розташування фрагментів лінії до окремих частин не лежать на одній прямій. З другого боку використання однієї лінії, при умові нині дійсних відстаней між перерізами, приводить до збільшення похибок при підрахунку. Відомою є ситуація, коли в деяких випадках планове положення лінії для перерізів чітко встановлені. За таким розташуванням перерізів зручно підраховувати декілька фігур із можливістю їх постійного накопичення або виконання різних варіантів підрахунку балансових чи промислових запасів, наприклад за різні проміжки часу. Проте завдяки цьому можливе виникнення варіантів із значною втратою точності. Головним чином похибка виникає у випадках, коли блоки або їх частини розташовані не перпендикулярно до перерізів, а повздовж або під кутом близьким до цього. Оскільки при цьому між перерізами можливі вагомні мінливості конфігурації контурів блоку, що підраховуються, а загальний об'єм частини блоку між сусідніми перерізами обчислено із недопустимою похибкою. Одним із рішень в

ГОРНОРУДНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

цій ситуації є збільшення кількості проміжних перерізів, тим самим зменшуючи відстань між перерізами. Завдяки цьому похибка підрахунку балансових чи промислових запасів зменшується [2].

Грунтуючись на ці випадки висунемо припущення про використання одного довільного напрямку розташування перерізів у методі паралельних вертикальних перерізів при зменшенні до необхідного рівня відстані між сусідніми перерізами. Якщо визначити оптимальну відстань між перерізами, при використанні якої коливання об'ємів балансових чи промислових запасів буде незначним при будь-якому напрямку розташування перерізів, то етап знаходження оптимального розташування напрямку перерізів можна буде опустити. Це можливо для будь якого підрахунку в межах видобування корисної копалини з родовища, покладу, рудного тіла або його ділянки. При цьому відбудеться спрощення процесу підрахунку та обліку об'ємів гірничих робіт. До недоліків цього можна віднести необхідність великої кількості перерізів. При ручному підрахунку цей метод майже неможливий при використанні на практиці. У геоінформаційних системах та сучасних комп'ютерних технологіях цей недолік зникає.

Для дослідження зміни об'єму блоку балансових чи промислових запасів від двох факторів кута нахилу планового положення перерізів та величини відстані між ними був змодельований

експериментальний виймальний блок [3]. Через центр ваги блоку в площині X, Y і паралельно вісі Y була проведена лінія перпендикулярно до якої окремо будувались перерізи через 20 м. По ним проводився розрахунок об'єму блоку балансових чи промислових запасів, який складався з формування звіту, з таблиці з розрахунками (таблиця) та побудованих перерізів у відповідному масштабі (рис. 1), для можливості ручної перевірки отриманих результатів.

Наступним кроком обчислюємо той самий блок балансових чи промислових запасів із відстанями між перерізами 20 м, але лінію перпендикулярно до якої почнемо будувати перерізи розташуємо паралельно вісі X . Отримані зі звіту за описаним раніше шаблоном результати порівняємо із попередніми. Тепер обчислюємо об'єм блоку де кут планового положення перерізів буде дорівнювати середньому із двох попередніх. Аналізуючи результати попередніх розрахунків продовжимо повертати лінії перерізів в плані, але виконаємо це таким чином, щоб лінія відносно центру ваги поверталась за рухом годинникової стрілки на один градус і розрахунки повторювались. Так, доки лінія не була повернута на 180° , тим самим враховувались усі можливі варіанти підрахунку об'ємів блоку балансових чи промислових запасів (рис. 2). Спочатку обчислювались величини об'ємів блоку балансових чи промислових запасів при відстані між перерізами 20 м. Далі для перевірки вище

Таблиця

Розрахунок об'ємів методом паралельних вертикальних перерізів з відстанню між ними 20 м

Номер першого перерізу	Площа першого перерізу, м ²	Номер другого перерізу	Площа другого перерізу, м ²	Відстань між перерізами, м	Об'єм, м ³
1	0,00	2	201,77	16,87	1134,39
2	201,77	3	247,67	20,00	4486,61
3	247,67	4	223,37	20,00	4708,27
4	223,37	5	237,70	20,00	4609,96
5	237,70	6	256,99	20,00	4945,66
6	256,99	7	279,48	20,00	5363,07
7	279,48	8	256,65	20,00	5359,62
8	256,65	9	266,57	20,00	5231,91
9	266,57	10	236,68	20,00	5029,62
10	236,68	11	40,71	20,00	2503,68
11	40,71	12	0,00	6,82	92,51
Загальний об'єм					43465,31

Коефіцієнт розпушення 1,00; об'єм фігури 43465,31 м³.



Рис. 1. Перерізи для розрахунку об'єму балансових запасів методом паралельних вертикальних перерізів з відстанню між ними 20 м

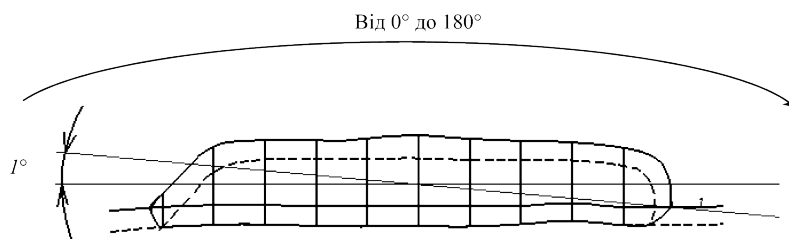


Рис. 2. Модель експериментального виймального блока

описаного припущення почнемо зменшувати відстані між перерізами. Тим самим виконаємо попередні розрахунки для відстаней між перерізами 10, 5, 2 та 1 м. Подальше зменшення відстаней не дало суттєвої різниці при цих величинах об'ємів блоку балансових чи промислових запасів, тому далі не розглядається.

Для кожного підрахунку об'єму блоку формувався звіт, що містить в собі таблицю з даними номерів перерізів їх площ та об'єму блоку балансових запасів ділянок між двома перерізами.

За цими даними встановлено, що кут нахилу перерізів при зменшенні відстаней між ними до оптимального значення суттєво не впливає. Наприклад, для вибраного блоку балансових чи промислових запасів доцільно використовувати відстань між перерізами, що дорівнює 1 м. Переконались в цьому можна навіть візуально розглянувши сумісний графік залежності величини об'єму виймального блоку балансових чи промислових запасів, що підраховується від кута лінії простягання перерізів при різних значеннях відстані між перерізами (рис. 3). Лінія 20, що відповідає залежності при відстанях між перерізами, що дорівнює 20 м, має найбільшу похибку величини об'єму блоку і неприпустима для використання довільного кута. Також неприпустимі і наступні лінії, що відповідають відстаням 10, 5 та 2 м. Проте розглядаючи їх із попередньою спостерігається тенденція до спрямлення лінії на відмітці вірного об'єму балансових чи промислових запасів. Лінії 1 та 2 майже не відрізняються одна від одної, та мають майже однакове значення об'єму блоку при всіх

варіантах кута нахилу. Проте саме лінія 1 має найменше відхилення від реального об'єму блоку балансових запасів і тому відстань між перерізами, яка дорівнює 1 м, може бути використана для довільного планового кута розташування перерізів.

Для з'ясування впливу різних конфігурацій фігур на точність підрахунку об'ємів блоків для умов кар'єру ПАТ «Інгулецький ГЗК» були вибрані на різних горизонтах такі: рівний витягнутий блок, блок з різко закругленою конфігурацією і проміжний варіант (рис. 4). Для кожного із блоків знаходили об'єм запасів при різних значеннях відстані між перерізами та різного кута лінії простягання перерізів [3].

Оскільки об'єми блоку прямої конфігурації суттєво не відрізнялися від результатів попереднього, то детальніше зупинимося на розгляді круглої та випуклої конфігурації блоків.

Для круглої конфігурації блоку за раніше описаною методикою результати були зведені в таблицю з метою наступного порівняння даних та їх статистичного аналізу. Аналогічні дії виконано і для блоку з випуклою конфігурацією. Результати підрахунку приведені на рис. 5, 6.

З аналізу побудованих графіків приходимо до висновку про використання довільного напрямку розташування перерізів в плані. Підтверджуємо припущення стосовно можливості використання методу підрахунку об'ємів для різних конфігурацій блоків з довільним напрямком перерізу. Такі дослідження були виконані і для умов інших кар'єрів України, які підтвердили попередні результати.

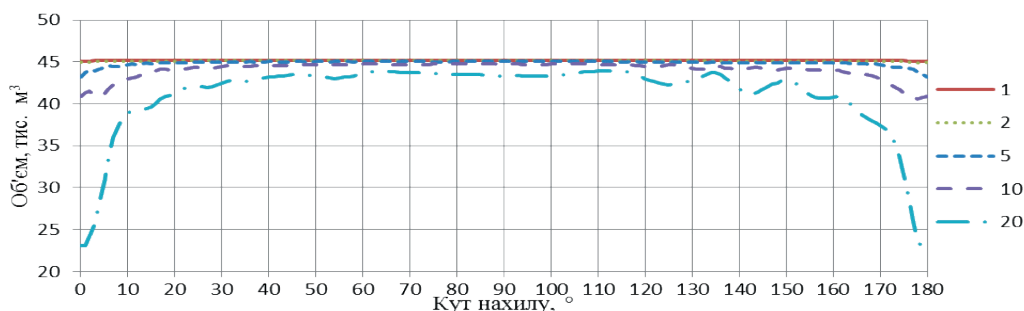


Рис. 3. Графік залежності величини об'єму виймального блоку балансових запасів, що підраховується від кута лінії простягання перерізів при різних значеннях відстані між перерізами:

1 – залежність при відстані в 1 м; 2 – залежність при відстані у 2 м; 5 – залежність при відстані в 5 м; 10 – залежність при відстані у 10 м; 20 – залежність при відстані в 20 м



Рис. 4. Конфігурації виймальних блоків балансових запасів з перетинами для підрахунку об'ємів

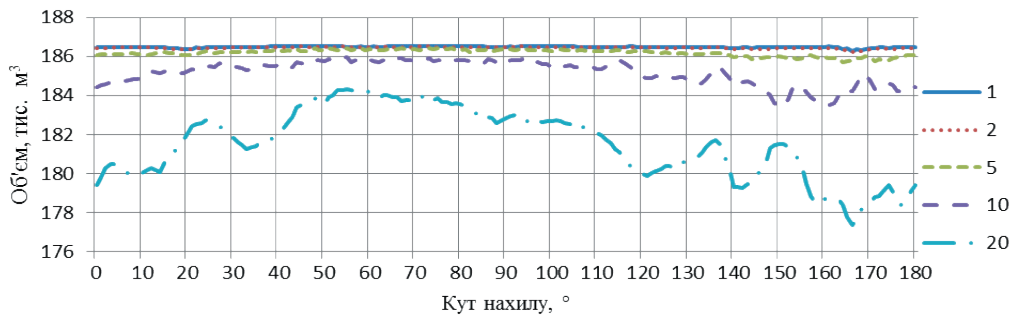


Рис. 5. Графік залежності величини об'єму виймального блоку балансових запасів круглої конфігурації від кута лінії простягання перерізів при різних значеннях відстані між ними

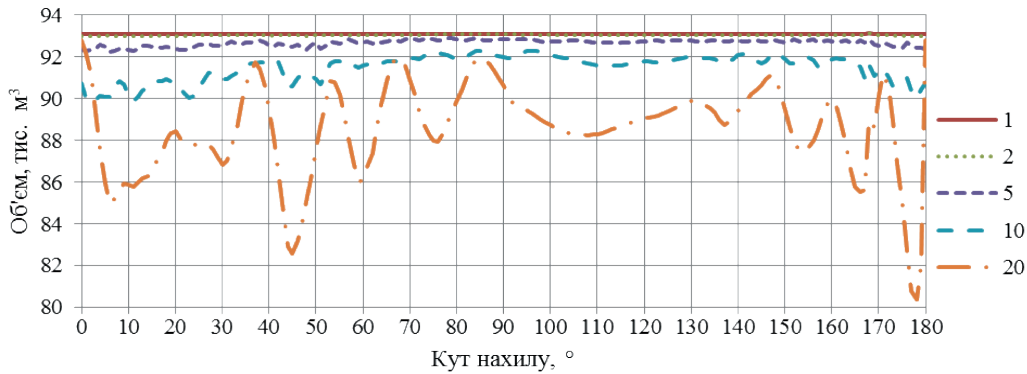


Рис. 6. Залежність величини балансових запасів витягнутої конфігурації від кута лінії простягання перерізів при різних значеннях відстані між ними

Висновки

1. При зменшенні відстані між перерізами до оптимального значення можна використовувати довільний напрям планового розташування перерізів при застосуванні комп'ютерних геоінформаційних систем.

2. Для зручності використання і вибору єдиного напрямку, а також для усунення непорозумінь при виборі різних напрямів рекомендується використовувати північний напрям.

Бібліографічний список

1. Инструкция по производству маркшейдерских работ / Министерство угольной промышленности СССР, Всесоюзный научно-

исследовательский институт горной геомеханики и маркшейдерского дела. – М.: Недра, 1987. – 240 с.

2. Шолох М. В., Серкін В. М. Оптимальне розміщення перерізів для автоматизованого методу підрахунку балансових запасів // Вісник КТУ. – Кривий Ріг. – 2006. – Вип. 13. – С. 46-48.

3. Шолох М. В., Серкін В. М. Эффективный метод подсчета объемов горных работ в цифровой модели карьера на примере Полтавского ГОКа // Вісник КТУ. – Кривий Ріг. – 2007. – Вип. 17.

Поступила 28.12.2014