

І.П. КУШНЕРЬОВ, Ю.Ю. КРИВЕНКО, кандидати техн. наук, доц.
ДВНЗ "Криворізький національний університет"

РОЗРОБКА ПОХИЛИХ ТА КРУТОСПАДНИХ РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН КАМЕРНИМИ СИСТЕМАМИ

Виконано аналіз застосування камерних систем розробки рудних покладів, запропонована нова технологічна схема виймання стелин. Приведена методика визначення співвідношення параметрів стелини і підсичного простору для її відпрацювання та місця закладання вироблення доставки.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Відпрацювання рудних покладів на досягнутих глибинах пов'язане зі значним погіршенням показників добування. Особливо це актуально при очисному вийманні руд камерними системами розробки. Внаслідок погіршення гірничо-геологічних умов стрімко зменшуються параметри камер і, навпаки, зростають розміри ціликів. Таким чином запаси руди перерозподіляються із камерних запасів в цілики, тим самим погіршуючи показники виймання по системі. Останнім часом спостерігається тенденція відмови від камерних систем розробки та перехід до систем підповерхового обвалення, в результаті чого зростає собівартість видобутку руди, також погіршуються показники добування і в цілому ефективність очисного виймання руди.

Для вирішення даної проблеми необхідно удосконалювати камерні системи розробки з метою застосування їх на глибоких горизонтах. Це можливо шляхом активного впливу по забезпеченню стійкості оголень порід, що дає можливість збільшувати розміри камер та за рахунок нової технології відпрацювання ціликів, яка за традиційними способами була зв'язана зі значними витратами та разубоженням руди.

Аналіз досліджень та публікацій. Досвід відпрацювання рудних покладів шахт Криворізького басейну та аналіз літературних джерел [1-4] вказує, що для відпрацювання шахтних полів застосовуються наступні системи розробки: поверхово - камерна система розробки; підповерхово - камерна система розробки; система підповерхового обвалення.

Для відпрацювання частини шахтового поля, яка допускає значне оголення порід висячого боку застосовується (але дуже рідко) поверхово-камерна система розробки з відбійкою похилих шарів руди глибокими свердловинами. Сутність системи полягає в пошаровій відбійці похилих шарів руди глибокими свердловинами на горизонтальну підсичку. Стелина руйнується глибокими свердловинами відразу ж після відпрацювання камерних запасів. Для зниження втрат і засмічення між камерний цілик відпрацьовується підповерховим обваленням.

Параметри поверхово-камерної системи розробки в основному складає: висота поверху 80 м; висота дучок 7 м; висота підсички 15-25 м; довжина блоку 20-30 м; ширина блоку 20-25 м; потужність МКЦ-30 м.

Для відпрацювання ділянок шахтного поля з середньою стійкістю висячого боку застосовується підповерхово - камерна система розробки. Сутність даного варіанта полягає в відбійці руди на компенсаційний простір обсягом більше 30%. У першу чергу утворюється відрізна цілину, потім формується компенсаційний простір і проводиться загальне руйнування залишених запасів панелі.

Параметри підповерхово-камерної системи розробки: висота підповерху 40 м; висота дучок 7 м; висота підсички 15-25м; довжина панелі 10-40 м; потужність МКЦ-10 м.

Відстань між прийомними виробками складає 12,5 м, відстань між дучками -5,5 м. Для відпрацювання ділянок шахтного поля з нестійким висячим боком застосовується система підповерхового обвалення з відбійкою глибокими свердловинами похилих шарів руди. Сутність даного варіанта полягає в відбійці руди на компенсаційний простір об'ємом 15-30%. Технологія ведення очисних робіт і параметри системи аналогічні поверхово-камерної системи розробки.

Від параметрів системи розробки залежать показники добування руди. Встановлено, що розміри камер з глибиною гірничих робіт постійно зменшуються, а розміри різного роду ціликів навпаки - зростають. Відомо, що відпрацювання ціликів виконується зі значно гіршими показниками за ефективністю. Це пов'язано з різким підвищенням негативної дії гірського тиску на конструктивні елементи системи розробки. Встановлено, що гірський тиск зростає прямо пропорційно пониженню гірничих робіт. Тобто, із збільшенням глибини розробки напружений

стан оточуючих порід зростає і це негативно позначається на стійкості оголень порід.

Крім цього, на розміри камер і ціликів значно впливають їх термін існування (експлуатації). Спостерігається зворотно пропорційна залежність між тривалістю (існуванням) конструктивних елементів системи розробки і гірським тиском. Отже, стан гірських порід безпосередньо впливає на параметри камер і ціликів.

З цього можливо зробити висновки, що у зв'язку зі зменшенням камерних запасів (розмірів камер) з глибиною ефективність камерних систем постійно погіршується. На деяких шахтах доводиться переходити на менш ефективні системи підповерхового обвалення. Наприклад, якщо зробити аналіз застосування систем розробки на ш. «Гвардійська» ПАТ «КЗРК», то маємо наступне (табл. 1).

Таблиця 1

Система розробки	2000р., %	2012р., %
Поверхово-камерна	52	26
Підповерхово- камерна	26	18,6
Підповерхове обвалення	22	78,8

Це вказує на те, що питома вага систем підповерхового обвалення стрімко зростає у зв'язку з вищевказаними обставинами. При цьому їх ефективність постійно зменшується.

Якщо, взяти окремо підповерхово-камерну систему розробки та проаналізувати її ефективність з глибиною гірничих робіт, та маємо таку картину(табл. 2).

Аналіз застосування з глибиною систем розробки рудних родовищ викликає необхідність терміново розробляти вагомні заходи по активному керуванню забезпеченням стійкості оголень гірських порід з метою збільшення камерного запасу, або ж, у крайньому разі, його стабілізації з пониженням гірничих робіт.

Крім цього, значним недоліком систем розробки, що розглядалися є відпрацювання міжповерхових ціликів, де втрати рудної маси досягають 50 %. Це потребує розробки нової технології їх відпрацювання.

Таблиця 2

Блок, поклад	Розміри основних елементів системи, м					Запаси руди, т				Втрати, %	Засмічення, %
	камера			ширина МКЦ	товщина покрівлі	запаси в камері	запаси в цілику	загальні запаси в блоці	% камерного запасу		
	за простяганням	нахрест простягання	висота камери								
Блок у вісях 200-205 у поверсі 870-790 м поклад «Північний»	34	23	40	10	11	115736	65867,4	181603,4	63,730084	7,4	8,2
Блок у вісях 199-204 у поверсі 1110-1030 м поклад «Північний»	28	24	40	11	12	99456	68908,8	168364,8	59,07173	8,3	8,7
Блок у вісях 202-205 у поверсі 1190-1110 м поклад «Північний»	21	23	40	12	15	71484	67654,5	139138,5	51,376147	9,2	10,2
Блок у вісях 212-215 у поверсі 1270-1190 м поклад «Північний»	15	25	40	13	17	55500	71687,5	127187,5	43,636364	12,4	13,8

Постановка завдання. Відпрацювання похилих та круто похилих покладів корисних копалин на значних глибинах може здійснюватися камерними системами розробки. При цьому очисний блок ділиться на камеру, між камерні цілики і стелину. Традиційно в першу чергу і з найкращими показниками вилучення корисних копалин відпрацьовується камерний запас, після чого масово або в дві стадії обрушаються між камерні цілики і стеліна на вироблений простір. При відпрацюванні останньої значна частина (до 50% в залежності від кута падіння, поту-

жності покладу та інших факторів) завалених запасів втрачається на лежачому боці покладу. Причому з глибиною розробки пайове значення запасів стелини по відношенню до камерного запасу постійно зростає у зв'язку зі збільшенням її розмірів. Виходячи з цього виникає завдання удосконалення технології розробки похилих та крутоспадних рудних покладів, що дозволяють мінімізувати витрати та разубоження рудної маси при відпрацюванні стелини і відповідно підвищити техніко-економічні показники камерних систем розробки.

Викладення матеріалу та результати. Запропоновано нову технологію відпрацювання очисних блоків камерними системами, яка полягає в наступному. Традиційно очисний блок ділиться на камеру, міжкамерні цілики і похилу стелину (рис. 1).

Кут похилу нижньої площини стелини над камерою, яка відпрацьовується, може прийматися в першому варіанті рівним куту природного укосу - φ_0 , а в другому - φ'_0 , який визначається висотою підсічного простору. Це регламентується способом відпрацювання стелини. У першому випадку (форма стелини у вигляді паралелограма) необхідно створювати підсічний простір АХД. У другому - стелині надають трапецієподібну форму, причому нижня грань стелини визначається координатою x . Підсічний простір в другому випадку утворюється площиною завалення порід у відпрацьованій камері під кутом φ_0 , нижньою гранню трапецієподібної стелини і контактом з порожніми породами на контакті лежачого боку покладу.

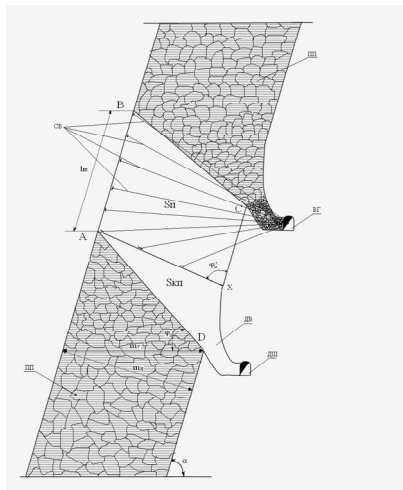


Рис. 1. Розрахункова схема

Звичайним способом здійснюється підготовка блоку, очисна виїмка камерних запасів. У відпрацьовану камеру перепускають породи вищого поверху ПП або ж вироблений простір заповнюється закладними матеріалами з кутом природного укосу φ_0 . У породах лежачого боку проходиться доставний штрек ДШ з наступним розворотом з нього дучок і воронки ДВ. Далі при формі стелини у вигляді паралелограма утворюється компенсаційне простір S_{kn} на висоту X по лінії контакту лежачого боку. Надалі виконується обвалення стелини S_n глибокими вибуховими свердловинами СВ з виробки вище розміщеного горизонту ВГ. Здійснюється випуск відбитої руди через воронки і дучки на доставний горизонт ДШ.

При формі стелини у вигляді трапеції компенсаційне простір КП заздалегідь утворено природним укосом обвалених порід в камеру, нижньою гранню стелини і контактом з порожніми породами лежачого боку покладу. Аналогічно здійснюється масове обвалення руди на вироблений простір і подальший випуск рудної маси.

Цілик у вигляді паралелограма утворюється похилим з кутом природного укосу φ_0 . Відпрацювання ведеться у два етапи. Частина стелини у вигляді трикутника з висотою X зі сторонами лежачого боку відбивається на камеру і випускається на горизонті доставки поверху (підповерху). На відстані h_n від горизонту доставки розташованого вище поверху в породах лежачого боку покладу проходиться доставний штрек, який виконує і функцію бурового для створення підсічний траншеї в стелини у вигляді трикутника у вертикальній проекції. Останній визначається кутом природного укосу і розміром X з лежачого боку.

Для визначення розміру підсічки, яка залежить від коефіцієнта розпушення k_p приймемо умови (див. розрахункову схему)

$$V_{zn} k_p = V_{mn}, \quad (1)$$

де V_{zn} и V_{mn} - відповідно об'єм запропонованої стелини і традиційної, m^3 ; k_p - коефіцієнт розпушення руди.

Приймаємо що розміри покладу по потужності в межах з очисного блоку істотно не змінюються. Тоді з розрахункової схеми маємо

$$ABCD = ABCXk_p. \quad (2)$$

Вертикальна площа початкової стелини S_n ABCD визначається

$$S_n + S_{kn} = h_n m_n, \quad (3)$$

де h_n - потужність стелини, м; m_n - нормальна потужність покладу, м.

$$m_n = m_r \sin \alpha, \quad (4)$$

де m_r - горизонтальна потужність, м; α - кут падіння покладу.

Площа пропонованої стеліни у вертикальній проекції становить

$$S_{II} = \frac{1}{2} h_{II} (h_{II} - x) m_{II} \sin \alpha, \quad (5)$$

де x - висота компенсаційного простору на контакті порід лежачого боку покладу, м.

Визначувана координата x , яка визначається залежить від кута природного укусу порід, які заповнюють відпрацьовану камеру і параметрів залишеної стеліни.

При виконанні умови (1,2) має рівність

$$h_{II} m_{II} \sin \alpha = \frac{1}{2} h_{II} (h_{II} - x) m_{II} \sin \alpha k_p. \quad (6)$$

Тоді, виконавши перетворення з рівності (6) отримаємо

$$x = 2h_{II} (k_p - 1) k_p^{-1}, \quad (7)$$

Отриманий вираз дозволяє встановлювати висоту підсічки (компенсаційного простору) на контакті порід лежачого боку покладу. Таким чином, знаючи параметри стеліни і коефіцієнта розпушення руд, що її складають, можна визначити місце закладення доставних виробок при випуску запасів стеліни після заповнення відпрацьованої камери обваленими породами або закладкою.

Висновки та напрямки подальших досліджень. Дослідження показують, що запропонована технологія відпрацювання стеліни дозволяє значно знизити втрати руди при її виїмці в порівнянні з традиційним масовим обваленням стеліни в відпрацьовану камеру. Крім цього забезпечується управління процесом обвалення запасів стеліни в залежності від її параметрів, коефіцієнта розпушення і обсягу компенсаційного простору. Відповідно до розробленої технології потрібно виконати дослідження з ефективного відпрацювання між камерних ціликів та встановлення раціонального співвідношення розмірів конструктивних елементів блоку.

Список літератури

1. Цариковський В.В., Григорьев А.П., Цариковський В.В. Перспективы применения различных систем разработки при подземной добыче руд в Кривбассе / Разраб. рудн. месторожд. Кривой Рог, 2004. - Вып. 85. - С. 164-167.
2. Цариковський В.В., Цариковський В.В., Ляшенко В.І. Підвищення ефективності камерних систем розробки родовищ на шахтах Кривбасу / Металлургическая и горнорудная промышленность, 2011. - Вып. 1. - С. 82-88.
3. Кушнерьов І.П., Кривенко Ю.Ю. Удосконалення технології відпрацювання рудних покладів камерними системами на глибоких горизонтах / Вісник КНУ, вип. 32, С. 23-26.
4. Пирха О.Ю., Кушнерьов І.П. Розробка ефективної технології відпрацювання рудних покладів на глибоких горизонтах Криворізького басейну / Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Гірничо-металургійний комплекс: досягнення, проблеми та перспективи розвитку". Кривий Ріг, 2010. - С. 11-13.

Рукопис подано до редакції 22.03.12

УДК 624.153.525: 624.131.54

Р.А. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., А.В. БОГАТЫНСКИЙ, магистр
ГВУЗ «Криворожский национальный университет»

КРУГЛЫЕ ФУНДАМЕНТЫ НА ПОДРАБАТЫВАЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Рассматриваются виды, применение, особенности проектирования круглых фундаментов на подрабатываемых территориях.

Постановка вопроса. Настоящее время характеризуется строительством высотных жилых зданий, сооружений башенного типа для решения социальных и хозяйственных задач. Эти здания и сооружения получили большое распространение не только на территориях с прочными надежными грунтами, но и на территориях со сложными инженерно-геологическими условиями, когда основания под эксплуатируемыми фундаментами могут подвергаться дополнительным, независящим от внешней нагрузки неравномерным деформациям. В этом случае очень важно надежно проектировать фундамент как часть сооружения, испытывающую наиболее неблагоприятные воздействия со стороны основания. Для таких сооружений фундаменты выполняют в виде железобетонных плит, от надежности которых зависит состояние всего сооружения.

Круглые симметричные в плане фундаментные плиты обычно применяются для опирания сооружений башенного типа (высоких сооружений малой площади в плане - радио- и телеба-