

состоянием подрабатываемого массива, а также обозначить объем необходимой геолого-маркшейдерской информации для их проработки.

При обосновании технологических схем параметры рассматриваются в широком смысле как количественные или качественные горнотехнические или технико-экономические характеристики технологии, принципиально отличающие ее от других.

Комбинация способов управления состоянием массивов в переходных зонах глубоких карьеров обеспечивает высокую полноту извлечения, интенсивность отработки запасов и требуемая безопасность горных работ.

Выводы и направление дальнейших исследований. Анализ технологической схемы освоения запасов переходных зон позволяет определить объекты обоснований и геомеханических расчетов параметров комбинированных геотехнологий: порядок и направление развития работ, размеры обнажений горного и искусственного массивов (пролеты камер, высота целиков), ширина подпорных целиков, обеспечивающих устойчивость борта карьера, толщина барьерного целика в основании карьера, нормативная прочность закладочного массива, объемы скальной пригрузки бортов, параметры анкерного крепления массива, устойчивость подработанного борта карьера.

Список литературы

1. Агошков М.И., Козаков Е.М. Учёт фактора времени в горно-экономических расчётах // Вопр. экономики. - 1985. - №11. - С. 72-76.
2. Каплунов Д. Р. О принципах проектирования комбинированной разработки месторождений при комплексном освоении недр // Актуальные проблемы освоения месторождений и использования минерального сырья. - М.: МГТУ, 1993. - С. 59-68.
3. Трубецкой К.Н., Пешков А.А., Мацков Н.А. Методы оценки инвестиций горных предприятий // Известия ВУЗов. Горный журнал. - 1993. - №2.
4. Доработка Молодёжного месторождения подземным способом. Техничко-экономическое обоснование. - Екатеринбург: Унипромедь, 1997.
5. Рыльникова М.В. Комплексное освоение рудных месторождений комбинированным способом: Монография. - Магнитогорск: МГТУ, 1998. - 135с.
6. Боголюбов А.А., Ермолаева Л.А. Опыт применения комбинированной системы разработки и показатели работы крупнейших подземных рудников за рубежом / ЦНИИЧерметинформация. - М., 1991. - 64 с.
7. Рекомендации по открыто-подземной отработке прибортовых запасов руд на карьерах Кривбасса/ В.И. Терентьев, В.Д. Юхименко, В.А. Щелканов и др. - Кривой Рог: НИГРИ, 1988. - 29 с.
8. Агошков М.И., Каплунов Д.Р., Шубодеров В.И. и др. Открыто - подземный способ освоения месторождений крепких руд. - М.: ИПКОН РАН, 1992. - 188с.
Рукопись подано в редакцию 10.04.12

УДК 622.271: 622.013

Є.К. БАБЕЦЬ, канд. техн. наук, проф., ДП «НДГРІ»

УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ НА ГІРНИЧИХ ПІДПРИЄМСТВАХ ПРИ КОМПЛЕКСНІЙ РОЗРОБЦІ ЗАЛІЗОРУДНИХ РОДОВИЩ

Визначено основні напрями удосконалення процесів ресурсозбереження на гірничих підприємствах. Розроблено методика проведення досліджень з оцінки стану управління виробничими ресурсами і виявлення наявних та прихованих резервів. Запропоновані конкретні заходи з удосконалення процесів ресурсозбереження за рахунок зниження собівартості виробництва залізородної продукції та підвищення її якості.

Актуальність проблеми. В останні роки в Україні приділяється значна увага ресурсозбереженню в усіх галузях народного господарства. Це один з основних еволюційних шляхів підвищення конкурентоспроможності продукції промислового виробництва. Особливо це питання є актуальним для гірничо-металургійного комплексу (ГМК), оскільки він є найбільш капітало-, матеріало-, праце- та енергоємним.

Стан теорії та практики. Дослідження показують [1,2], що для підвищення конкурентоспроможності підприємств ГМК є значні резерви. Вони приховані в управлінні складовими собівартості виробництва та формуванні якості продукції. Для гірничих підприємств важливим фактором є також комплексне використання природних ресурсів.

Вирішенню цього складного питання присвячено багато досліджень вітчизняних та зарубіжних науковців [3,4,5]. Однак аналіз літературних джерел показує, що до теперішнього часу відсутній загальний підхід для удосконалення процесів ресурсозбереження. Тому у статті викладено авторське бачення вирішення даної проблеми та методику, яка на основі системного підходу дозволяє визначати проблемні питання в управлінні виробничо-господарською діяльністю підприємства та оцінювати напрями, шляхи і можливі варіанти економії усіх видів ресурсів з ціллю створення ресурсозберігаючих технологій відпрацювання родовищ корисних копалин.

Результати досліджень. Алгоритм методики проведення досліджень процесів ресурсозбереження на прикладі гірничо-збагачувального комбінату приведено на рис. 1.

Головним і найбільш відповідальним етапом методики є етап проведення ретельного техніко-економічного аналізу, за результатами якого встановлюються проблемні питання в процесах ресурсозбереження і визначаються резерви для їх ліквідації. При цьому пропонується використовувати прийоми порівняння, групування, деталізації, АВС-аналіз, елімінування тощо (блок 1, 5, 12) [6]. За допомогою перших трьох прийомів визначаються відхилення, а АВС-аналіз і елімінування дозволяють встановити найбільш вагомні фактори підвищення ефективності процесів ресурсозбереження.

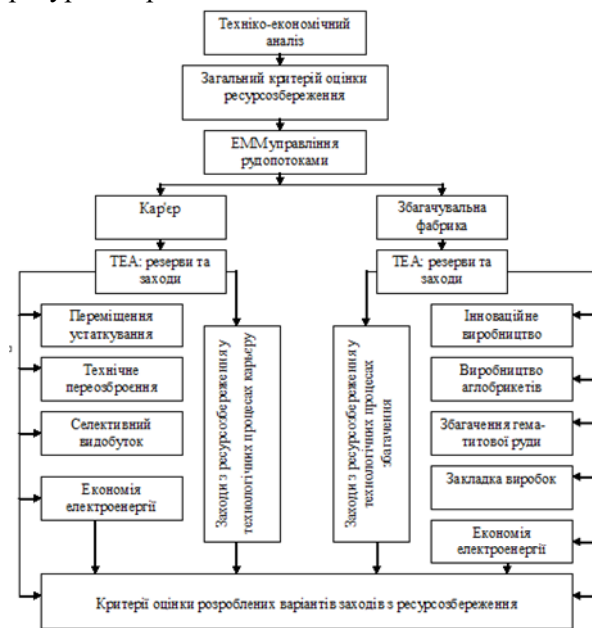


Рис.1. Алгоритм методики проведення досліджень процесів ресурсозбереження на гірничих підприємствах

У якості загального критерію оцінки стану процесів ресурсозбереження (блок 2) запропоновано показник ресурсомісткості (КР), який визначається з виразу

$$KR = \frac{P}{ТП} \rightarrow \min,$$

де P – вид ресурсу; $ТП$ – обсяг товарної продукції.

На третьому етапі (блок 3) розробляється економіко-математична модель управління кількісними і якісними параметрами рудопотоків з урахуванням особливостей підприємства. Модель складається з критерію та обмежень. У якості критерію можуть бути використано:

мінімум відхилень сформованої якості залізородної сировини у рудопотоці $ПЯ_{\phi}$ від заданого значення $ПЯ_{пл}$

$$|ПЯ_{\phi} - ПЯ_{пл}| \rightarrow \min$$

мінімум відхилень обсягів залізородної сировини у рудопотоці ($ЗРС_{\phi}$) від заданого значення $ЗРС_{пл}$

$$|ЗРС_{\phi} - ЗРС_{пл}| \rightarrow \min$$

Обмеження враховують вимоги збагачувальної фабрики за обсягами та якістю ЗРС, яка добувається у кар'єрі, у тому числі і за технологічними показниками її збагачення. Для визначення технологічних показників збагачення пропонується проведення геолого-технологічного картування родовища.

Аналіз стану використання ресурсів та розроблення заходів з удосконалення процесів ресурсозбереження у кар'єрі (блоки 4-10) і на збагачувальній фабриці (блоки 11-18) проводиться окремо. Він може проводитись послідовно або паралельно.

Кар'єр. У блоці 5 проводиться техніко-економічний аналіз основних та допоміжних процесів видобутку ЗРС у кар'єрі [6,7]. Особлива увага приділяється формуванню рудо потоків[7], які виникають вже при проведенні буро-вибухових робіт.

Спочатку вирішуються найбільш загальні проблемні питання, які впливають на ефективність управління якісними і кількісними параметрами рудопотоків:

необхідність проведення технічного переозброєння [2,7] (блок 6). Для вирішення цього питання запропонована економіко-математична модель, яка реалізується за допомогою комп'ютерної техніки і спеціального програмного забезпечення. У якості критерію оцінки мо-

жливих варіантів заміни гірничо-транспортного устаткування запропоновано вираз чистої приведеної вартості [6] $NPV \rightarrow \max$;

можливість переміщення гірничо-транспортного устаткування з допоміжних процесів на основні (блок 7). Для вирішення цього питання запропоновано використання апарату теорії масового обслуговування [6].

Як приклад, вибір раціональної кількості відвальних тупиків здійснювали на підставі розрахунків за виразом мінімуму витрат на транспортно-відвальні роботи

$$\Gamma(S)/T = T(3_1V+3_2\rho), \text{ грн/година,}$$

де Γ - повна вартість системи «транспортно-відвальні тупики», грн.; S - кількість відвальних тупиків, шт.; T - інтервал часу, що дорівнює 1 годині; 3_1 - вартість 1 години простою локомотивопотягу, грн./година; V - число локомотивопотягів, що перебувають у системі, од.; 3_2 - вартість простою 1 години відвального тупика (екскаватора), грн./година; ρ - кількість екскаваторів, зайнятих у системі, од.;

доцільність у здійсненні селективного видобутку ЗРС у кар'єрі (блок 8). Умови формування 2-х рудопотоків: від середнього значення вмісту заліза на родовищі $\alpha_{\text{ср.}}$ формується два рудопотока $P1$ і $P2$; у $P1$ попадає руда зі змістом заліза від мінімального значення $\alpha_{\text{мін}}$ до $\alpha_{\text{ср.}}$, у $P2$ - від $\alpha_{\text{ср.}}$ до максимального значення $\alpha_{\text{макс.}}$.

За умови рівності обсягів:

$$\text{для } P1 \alpha_1 = (3 \alpha_{\text{мін}} + \alpha_{\text{макс.}}) / 4, \%$$

$$\text{для } P2 \alpha_2 = (3 \alpha_{\text{макс.}} + \alpha_{\text{мін}}) / 4, \%$$

$$\text{для загального потоку } \alpha_{\text{ср.}} = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2, \%$$

Для кожного з рудопотоків вихід концентрату (γ) розраховується за формулою

$$\gamma = (\alpha - \beta) / (\beta - \Theta),$$

де Θ - втрати заліза у хвостах, %; α , β - відповідно, вміст заліза у руді і концентраті, %.

Витяг корисного компонента (ε) з рудної сировини в концентрат визначається з виразу

$$\varepsilon = (\gamma \beta) / \alpha.$$

Для наведеного прикладу приріст вилучення складе 0,12%, приріст виходу концентрату 0,072%. Це дозволить одержати додатково з кожного 1 млн т сирової руди додатково $\Delta K = 7200$ тон концентрату.

заходи з економії енергетичних ресурсів (блок 9). У якості основних заходів пропонується зонна оплата за електроенергію та підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів шляхом вирівнювання графіків навантажень енергосистеми енергоємними споживачами [8,9].

Удосконалення ресурсозбереження в технологічних процесах кар'єру при формуванні рудопотоків (блок 10) пропонується здійснювати за рахунок раціонального використання матеріальних та енергетичних ресурсів, поступового але наполегливого збільшення вантажопідйомності транспортних засобів та ємкості ковшів екскаваторів.

У якості технологічного заходу пропонується використання перевантажувальної площадки (усереднювального складу). Відмінною особливістю складу є врахування необхідності та проектування можливості керування процесом розвантаження рудної маси автосамоскидами у визначених місцях. Це дозволить управляти якісними і кількісними параметрами рудопотоків та стабілізувати їх у часі і просторі. Використання керованих перевантажувальних пунктів буде спонукати збільшенню виходу концентрату на збагачувальної фабриці та підвищенню у ньому корисного компоненту.

Збагачувальна фабрика. У блоці 12 проводиться техніко-економічний аналіз переробки ЗРС на збагачувальної фабриці. При цьому також пропонується використовувати прийоми порівняння, групування, деталізації, АВС-аналіз, елімінування тощо.

Для підвищення ефективності процесів ресурсозбереження на ЗФ пропонується :

на тих підприємствах де виробляється тільки концентрат розглянути проекти зі створення нової продукції (агломерату, обкотишів) (блок 13);

виробництво агломераційного брикету (блок 14).

ДП „НДГРІ” з залученням працівників інших криворізьких наукових і навчальних інститутів розроблені [7]:

інноваційна технологія виробництв з металургійних шламів нового виду металургійної сировини – агломераційного брикету. За якісними показниками він перевищує агломерат, який в поточний час виготовляють агломераційні фабрики металургійних і гірничо-збагачувальних комбінатів. Вміст заліза в його складі близько 65%. Технологічний процес забезпечує видалення при переробці шламів всіх шкідливих домішок (сірка, фосфор, миш'як, цинк, натрій, калій та інші луги), що значно підвищує конкурентоспроможність цієї продукції з агломератом та іншими видами металургійної сировини.

технологія виробництва гематитового концентрату з гематитових кварцитів, які закладовано в скельних відвалах Кривбасу (блок 15).

У поточний час у відвалах шахт і кар'єрів Кривбасу нагромаджено близько 5 млрд т розкритих порід. З них понад 2 млрд т можуть використовуватись як кондиційна залізородна сировина, яка за допомогою сучасної техніки і технології може бути перероблена на висококондиційний металургійний продукт – аглоруду, аглоконцентрат, концентрат [7].

Попередні мінералогічні дослідження та технологічні випробування гематитових руд Кривбасу, розроблена технологія збагачення гематитових кварцитів [7], показали, що з використанням цієї технології можливо виробництво з гематитових кварцитів декількох залізородних продуктів різної якості: агломераційної руди з вмістом заліза 57-58%, агломераційного концентрату (60-62%), рядового залізородного концентрату (65-66%) та високоякісного концентрату (68-68,5%).

Запропонована технологія дозволяє переробляти залізородну сировину, яка до цього часу не використовувалась. Вона є енергозберігаючою, низькоресурсовитратною та не потребує великих капітальних вкладень.

Витрати на дослідження, проектування, будівництво, експлуатацію дослідно-промислової установки, потужністю 1 млн м³/рік, становлять близько 65 млн грн.

У блоці 16 пропонується провести дослідження та розробити технологію закладення виробленого простору шахтами Кривбасу на основі шламів, шлаків, хвостів збагачення [10,11]. З метою зменшення негативного впливу діяльності гірничо-металургійного комплексу на природне середовище в Кривбасі пропонується виконати низку наступних першочергових невідкладних заходів. До них належать [12]:

інвентаризація і складання схеми розміщення відпрацьованого гірського простору (відкритих і підземних вироблень) у Кривбасі та картування відпрацьованого простору;

розробка систем видобутку руди з використанням способів закладання виробленого простору;

дослідження стану відпрацьованого гірськими роботами масиву порід у полях діючих і відпрацьованих шахт Криворізького залізородного басейну і прогноз параметрів зрушення поверхні;

розробка природозберегаючих технологій підземного видобутку залізної руди з застосуванням технологій закладення виробленого простору;

розробка та втілення технології закладення виробленого простору в Кривбасі, з залученням до шихти шламів, шлаків, хвостів збагачення, накопичених в техногенних родовищах.

Заходи з економії енергетичних ресурсів (блок 17). У якості основних заходів пропонується [8,9] зональна оплата за електроенергію та підвищення ефективності використання енергетичних ресурсів шляхом вирівнювання графіків навантажень енергосистеми енергоємними споживачами.

Удосконалення ресурсозбереження в технологічних процесах збагачувальної фабрики при формуванні рудопотоків (блок 18) пропонується здійснювати [8,12-13] за рахунок раціонального використання матеріальних та енергетичних ресурсів, поступової але наполегливої заміни технічних засобів, впровадження прогресивних технологічних схем, управління технологічними режимами збагачення, усередненням у прийомних бункерах тощо .

У якості оцінки варіантів удосконалення процесів ресурсозбереження (блок 19) запропоновані наступні критерії:

чиста приведена вартість

$$NPV = \sum \frac{(D_t - C_t)}{(1+E)^t} \rightarrow \max ;$$

сумарні приведені капітальні (К) та експлуатаційні (С) витрати

$$|C+EK| \rightarrow \min.$$

Розрахунок річного економічного ефекту необхідно здійснювати за допомогою порівняння собівартості видобутку та переробки залізородної сировини до c_1 і після c_2 впровадження розроблених заходів, грн.

$$E_p = (c_1 - c_2) A.$$

Висновки та рекомендації. За результатами проведеного аналізу процесів ресурсозбереження на гірничо-видобувних підприємствах України встановлено, що їх зміст на кожному окремому підприємстві значно відрізняється. Однак є як схожі проблеми, так і схожі заходи з їх вирішення. Запропонована методика може бути використана з відповідною адаптацією на будь-якому підприємстві ГМК.

Список літератури

1. Сборник технико-экономических показателей горно-добывающих предприятий Украины в 2009-2010 гг. / **Е.К.Бабец, Л.А.Штанько, В.А.Салганик** и др. Кривой Рог, ГП «НИГРИ», 2011. – 307 с.
2. **Бабец Е.К.** Современное состояние горного производства на глубоких карьерах, основные проблемы и пути их решения. Сб. наук праць ДП НДГРІ. – Кривий Ріг: ДП «НДГРІ», 2010. - №52 – с.10-15.
3. Ресурсозберігаючі технології видобутку корисних копалин на кар'єрах України / **Шапар А.Г., Дриженко А.Ю., Бизов В.Ф.** та ін. – К. : Наукова думка, 1989. – 92 с.
4. Ресурсосберегающая технология разработки недр. – Апатиты : б.и. 1987. – 89 с.
5. Ресурсосберегающие технологии в горном деле: Сб. науч. тр. / ИГД. – Владивосток, 1991. – 141 с.
6. **Бабец Е.К., Горлов Н.И., Жуков С.А.** Теория экономического анализа: Уч. пособие.-Днепропетровск: Наука и образование, 2002. – 424 с.
7. Удосконалення процесів ресурсозбереження при вилученні, переробці та комплексному використанні залізних руд за рахунок управління їх якісними та кількісними параметрами. Звіт про НДДТР. №д.р.011U007041.-ДП «НДГРІ».-2011, Книга 2.162с.-ДП «НДГРІ», Кривий Ріг, 2011.
8. **Бабец Е.К., Сокур Н.И.** Управление энергосбережением в процессах рудоподготовки.-Кривой Рог: Минерал, 2001. - 410 с.
9. **Бабец Е.К., Сокур Н.И., Хорольский В.П.** Пути снижения расхода энергии на ГОКах. Горный журнал. - Недра. –М.: 1989, №2. - С.51-54.
10. **Дядечкин Н.И., Бабец Е.К.** Перспективы развития горных работ в Криворожском железорудном бассейне. Сб. наук праць ДП НДГРІ. – Кривий Ріг: ДП «НДГРІ», 2010. - №52 – С.3-9.
11. **Дядечкин Н.И., Бабец Е.К., Штанько Л.А., Касьяненко Н.А.** Подземная выемка руды с закладкой выработанного пространства неконсистентным материалом.«Металлургическая и горнорудная промышленность», г.Днепропетровск- 2010. -5. - С.90-92
12. Концепція розробки державної програми комплексного вирішення проблем Кривбасу / Разраб. рудн. местород. - Вып.94. - Кривий Ріг: КТУ, 2011. - С.24-30.
- 13 **Бабец Е.К., Горлов Н.И., Жуков С.А.** Ситуационное управление технологическими процессами добычи и переработки руд. Наука и образование, Днепропетровск, 2001. - 28 9с.
Рукопис подано до редакції 10.04.12
УДК 622.1:622.834

А.С. КУЧИН, канд. техн. наук., доц., ГВУЗ "Национальный горный университет"

СДВИЖЕНИЕ МАССИВА ГОРНЫХ ПОРОД В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОГО ДОНБАССА

Представлены результаты маркшейдерских инструментальных наблюдений за сдвижением горных пород при подработке магистрального штрека в условиях разработки пологих угольных пластов в Западном Донбассе.

Проблема и ее связь с практическими задачами. В результате разработки пластовых месторождений полезного ископаемого в процесс сдвижения вовлекаются значительные площади на земной поверхности и объемы горных пород. Сдвигения и деформации, сопровождающие этот процесс, негативно влияют на подрабатываемые объекты в зоне влияния горных работ. Это относится не только к наземным сооружениям, но и к подземным коммуникациям и особенно к подрабатываемым капитальным и подготовительным выработкам вышележащих пластов.

Анализ исследований и публикаций. Процесс сдвижения земной поверхности в условиях Западного Донбасса в настоящее время достаточно изучен с качественной и количественной стороны. Поведение массива горных пород при подработке может быть изучено с помощью лабораторных исследований, теоретических методов и инструментальных наблюдений. Первый способ дает лишь качественную картину происходящих процессов и общее представление о сдвижении массива. Теоретические методы очень разнообразны, но зависят от используемой