

УДК 622.271.3

В.Д. СИДОРЕНКО, д-р техн.наук, проф., М.В. ШОЛОХ, канд.техн.наук, доц.,
В.А. ДВОРНІКОВ, канд.техн.наук, доц., О.Л. ТОПЧІЙ, магістр (Криворізький
технічний університет)

ВПЛИВ ГІРНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ І ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ФОРМУВАННЯ ЯКОСТІ РУД І РУДНОЇ СИРОВИНИ

Розглянуті особливості впливу основних гірничо-технологічних і організаційно-технічних параметрів на різні аспекти проблеми якості. Названа форма і фази управління якістю на яких проявляється дія тих або інших параметрів, які характеризують загальну організацію гірничого виробництва, впливають на формування відбитої, видобутої, складованої, товарної рудної сировини, яка переробляється на різних фазах управління якістю.

Якість руд і рудної сировини, що видобувають, є функцією природної якості і ефективності технологічного процесу її трансформації при видобуванні. Якщо природна якість визначена сукупністю якісних, структурно-морфологічних і фізико-технічних параметрів, то результати процесу формування якості обумовлені складною взаємодією великої кількості факторів і параметрів, найважливішими з яких є гірничо-технологічні і організаційно-технічні. Розглянуті області впливу основних гірничо-технологічних і організаційно-технічних параметрів на різні аспекти проблеми якості. Крім того, названа форма якості і фази управління якістю, на яких проявляється дія тих або інших параметрів.

Вплив гірничо-технологічних параметрів

Порядок відпрацювання родовища або горизонту (поверху) визначає послідовність залучення в експлуатацію окремих ділянок і рудних тіл, а відповідно частку участі кожного покладу, типу (сорту) у загальному видобуванні [3]. Співвідношення об'ємів видобування з різних рудних тіл і ділянок родовища виражається в якості сумарного рудопотоку, а також обумовлює величину можливого коливання якісних показників рудної сировини стосовно середнього рівня. Порядок відпрацювання родовища або горизонту впливає на формування якості рудної сировини в надрах при проектуванні. Він впливає також на рівень технологічних процесів, їх якість, що виражається у величині втрат і засмічення, що обумовлені послідовністю відпрацювання ділянок з різними геологічними умовами. Найбільш простим з погляду можливості управління є послідовний порядок відпрацювання родовища (горизонту, поверху), у горизонтальному напрямку.

Складність об'єктів у відношенні управління якістю руд і рудної сировини зростає від послідовної до послідовно-паралельної схеми. При цьому можливості управління збільшуються, а число ступенів свободи при виборі варіантів напрямку розвитку гірничих робіт зростає. Це майже повністю відноситься і до порядку відпрацювання родовища (горизонту) у вертикальному напрямку. Прості об'єкти характеризуються напрямом відпрацювання зверху вниз, більш складні – знизу вгору, складні – назустріч. Для забезпечення якості в останньому варіанті можливостей більше, хоча зростають значною мірою труднощі в управлінні гірничими роботами, непропорційно збільшується і складність технічної реалізації подібної схеми. Очевидно, тому на переважній більшості шахт і рудників прийнятий порядок відпрацювання знизу вгору.

Кількість горизонтів (поверхів), які задіяно на видобуванні на шахті або руднику одночасно, впливає на рівень, стабільність і схему формування якості руд і рудної сировини, яку видобувають, на якість технологічних процесів, об'ємі інформації в системі управління якістю. При великій кількості горизонтів (поверхів), які часто застосовуються при вибірковому відпрацюванні балансових запасів (спочатку багаті, а потім бідної руди) істотно збільшується розмах коливань вмісту контрольованих корисних компонентів у поточному видобуванні. Це викликано видобуванням на кожному діючому горизонті промислових запасів руди з різко мінливою якістю, тобто як би штучним збільшенням неоднорідності рудного масиву, який розробляється [3]. Разом з тим кількість поверхів (горизонтів) збільшує можливості одержання рудної сировини заданої якості, що може бути недосяжним при малій кількості технологічних одиниць цього рівня.

Способи відпрацювання безпосередньо впливають на якість рудної сировини, яку видобувають, обумовлюючи мінливість кусковатості і засмічення рудної сировини, вмісту в ній корисних компонентів. При застосуванні класу систем з відкритим очисним простором, що характеризуються незначним засміченням рудної сировини, коливання якісних показників видобутої з забоїв рудної сировини значною мірою визначається неоднорідністю рудного масиву в контурах виймальних одиниць різних рівнів.

При використанні систем з масовим обваленням руди і вміщуючих порід, рівень і коливання якості рудної сировини, яку видобувають, обумовлені не тільки неоднорідністю рудного масиву, але і значним засміченням (10-20%). Застосування комбінованих систем розробки викликає коливання якості рудної сировини, що обумовлена кількісним співвідношенням у поточному видобуванні рудної сировини, яка надходить з камер і ціликів, оскільки з ціликів надходить значно засмічена, а з камер майже чиста руда.

Кількість систем розробки впливає на схеми формування якості, визначаючи число типів одиничних рудопотоків, склад і методи вирішення завдань, інформаційну структуру системи обробки даних для управління якістю. Майже на половині з усіх шахт і рудників (45%) застосовується одна система розробки, близько 17% шахт і рудників використовують дві-три системи розробки.

Важливими параметрами є розміри експлуатаційних блоків, їхні конструктивні елементи (окремих виробок) і об'єми рудної сировини, яка відбита одним вибухом. Залежно від параметрів систем розробки об'єми експлуатаційних блоків змінюються в межах від 1500 до 25000м³. У такому ж зв'язку з системами розробки перебувають і об'єми рудної сировини, яка відбита одним вибухом, які варіюють у дуже широких межах від 5–10м³ до 1000 і навіть –15000м³.

Об'єми експлуатаційних блоків і рудної сировини, що відбита одним вибухом, можуть бути порівнянні між собою, або різко відрізнитися – навіть на кілька порядків. Важливі при цьому не тільки абсолютні величини цих об'ємів, а саме їхнє співвідношення між собою, які визначають стабільність якісних характеристик рудної сировини, складові функціональних завдань і методи їхнього вирішення.

Порядок відпрацювання експлуатаційного блоку залежно від виду системи розробки і її варіанта може бути послідовним (одним очисним забоєм), паралельним (одночасно декількома забоями) або послідовно-паралельним (уступами). При цьому в кожному варіанті відбійка може здійснюватися стрічками (прошарками) або секціями, нарізаними по простяганню, по потужності або по підняттю (падінню). Цей параметр впливає на рівень, стабільність і схему формування якості, об'єм інформації, яка обробляється і особливе значення має при високій якісній неоднорідності масиву, який

розробляється. На більшості шахт і рудників (75%) прийняте послідовне відпрацьовування блоків, інший порядок відпрацьовування зустрічається рідко.

Спосіб розпушування рудного масиву (мінними зарядами, глибокими свердловинами, штанговими або дрібними шпурами, самообваленням) і конструкція заряду в значній мірі обумовлюють гранулометричні складові відбитої рудної сировини, а це, в свою чергу, впливає на інтенсивність перемішування рудної сировини і ступінь усереднення її якості [3].

Наступні параметри – спосіб (режим) випускання рудної сировини з очисного простору і кількість призначених для цього виробок – впливають на рівень, стабільність і схему формування якості рудної сировини при системах з обваленням. Вони визначають кількісне співвідношення у виданій масі чистої і засміченої рудної сировини.

Параметри, які характеризують внутрішньоблокову доставку, відіграють важливу роль у формуванні якості, стабільності характеристик, якості процесів, а також впливають на об'єм інформації і складові функціональних завдань. Доставка рудної сировини до внутрішньоблокової приймальної ємності може здійснюватися скреперною лебідкою (об'єм 0,15–0,5м³), власною вагою, вагонеткою (об'єм 0,5–2,2м³), віброконвейером, силою вибуху, навантажувально-доставочними машинами (2–4м³), автотранспортом та ін. Приймальна внутрішнь-блокова ємність може бути представлена штреком скреперування, гезенком, рудоспуском, блоковим магазином, компенсаційними камерами, дучками та ін., об'єм яких змінюється від 2–3м³ до декількох сотень і тисяч кубометрів. Доставка від блокового рудоспуску може здійснюватися тими ж видами транспорту, що і доставка до рудоспуску. Співвідношення об'ємів транспортних і акумулюючих ємностей, значною мірою визначають ступінь перемішування рудної сировини, а отже, впливають на стабільність якості.

Вплив організаційно-технічних параметрів

Кількість блокових рудоспусків на шахтах і рудниках дорівнює одному-двом або відсутні. Ступінь перемішування рудної сировини, а отже, стабільність якості залежить не стільки від загального числа рудоспусків, але і від кількості забоїв різної якості, що працюють на один рудоспуск. Найчастіше на рудоспуск приходиться не більше одного-двох забоїв. Однак на ряді шахт і рудників видобування деякого числа забоїв розподіляється на більше число рудоспусків або кількість забоїв значно (іноді в кілька разів) перевищує число рудоспусків. У рудоспусках відбувається змішування одиничних рудопотоків, що надходять з різних забоїв, і відповідне вирівнювання хіміко-мінералогічного складового рудної сировини, яка видається з блоку. Тому співвідношення числа рудоспусків і забоїв визначає ступінь перемішування рудної сировини, усереднення, щодо, рівня якості кожного забою. У процесі доставлення рудна сировина може надходити в рудоспуск безпосередньо з забою або з проміжними перевантаженнями. На більшості шахт і рудників проводиться одне перевантаження рудної сировини на проміжному навалі. На ряді шахт і рудників застосовується два-три перевантаження. Число перевантажень впливає на об'єм інформації, схему формування якості, а також на стабільність якості, оскільки є чинником, який сприяє перемішуванню рудної сировини і її усередненню.

Параметри, які характеризують організацію підземного транспортування, формують якість відбитої руди і враховуються на стадіях проектування, планування і обліку. Всі вони впливають на ті самі аспекти якості приблизно рівною мірою: на стабільність якості, схему її формування і об'єм первинної інформації. Кількість проміжних і відкаточних горизонтів, перепускних рудоспусків, підземних бункерів,

підземних ємностей і розвиток транспортної мережі безпосередньо відбивається на ступені перемішування рудної сировини, визначає характер змішування одиничних потоків у загальні і поділ останніх на нові частинні потоки. Іншими словами, ці параметри ускладнюють схему формування якості рудної сировини і при раціональному їхньому сполученні забезпечують досягнення необхідної стабільності характеристик. Разом з тим мінливість кількісних значень цих параметрів викликає мінливість схеми контролю якості, приведе до збільшення або зменшення кількості точок мінливості якості.

Підземні бункери представляють собою у всьому ланцюзі проходження рудної сировини від забою до стволів основну змішуючу ланку, безперервної дії. При цьому ступінь усереднення зростає зі збільшенням активного об'єму, у якому відбувається перемішування рудної сировини [1, 5]. Управління підземним транспортом повинне забезпечити своєчасне завантаження підземних бункерів рудною сировиною необхідного типу (сорт) при роздільній видачі і максимальне перемішування рудної сировини при видачі її єдиним потоком. Очевидно, досягти останньої мети можна найбільш ефективно завдяки чергуванню в часі транспортних ємностей з багатую і бідною рудною сировиною.

З параметрів, які характеризують організацію поверхневого транспортування рудної сировини, найбільш істотними є об'єм і кількість навколоствольних бункерів і транспортних ємностей. Більшість шахт і рудників мають один-два навколоствольних бункера.

Вплив загальної організації виробництва

Параметри, які характеризують загальну організацію гірничого виробництва, впливають на формування відбитої, видобутої, складованої, товарної і рудної сировини, яка переробляється, на різних фазах управління якістю. Їхній вплив є багатоаспектним і відбивається на рівні і стабільності якості, схемах формування рудопотоків, якості процесів, складових завдань і методах їхнього вирішення, об'ємі інформації про якість, що використовується.

Число працюючих на кар'єрі, шахті або руднику видобувних ділянок, експлуатаційних блоків і очисних забоїв – найбільш важливі параметри, які визначають рівень усереднення якісного складу рудної сировини в загальному потоці, що видана шахтою чи рудником. Збільшення кількості цих виробничих одиниць при інших умовах приводить до зменшення коливань якості рудної сировини, яка видобувається. Однак одночасно це приводить до збільшення інформаційного навантаження маркшейдерсько-геологічної служби, оскільки вимагає розширення мережі контролю якості в системі рудопотоків.

Кількість забоїв у блоці також впливає на рівень, стабільність і схему формування якості і є чинником її усереднення. Більшість шахт і рудників мають один – два забою в блоці. Досить багато шахт рудників мають по три – п'ять забоїв у блоці.

Продуктивність очисного забою і її коливання безпосередньо відбиваються на однорідності одиничного і загальнорудничного потоків. Коливання продуктивності окремих забоїв виникає під впливом чисельних причин і носить ймовірнісний характер. Нестабільність процесу видобування рудної сировини є основною причиною, яка викликає коливання продуктивності одиничних рудопотоків і знижуючих рівень усереднення видобутої рудної сировини [2, 3].

При збільшенні продуктивності забою зростає можливість залучення в розробку руд з різною якістю, що веде до зниження коливання якості рудної сировини, яка видобувається. Разом з тим збільшення продуктивності окремих забоїв може вести до скорочення числа одночасно діючих забоїв, що неминуче при постійній потужності шахти і рудника.

Концентрація гірничих робіт, як встановлено дослідженнями [3], впливає на рівень і стабільність якості рудної сировини, яка видобувається не тільки в результаті сукупної взаємодії продуктивності шахти і рудника і виймальної одиниці, числа поверхів, блоків, забоїв, але і через необхідність зосередження видобувних одиниць на певній ділянці родовища. Встановлено, що якщо концентрація гірничих робіт з вертикалі при валовому вийманні не впливає в більшості випадків на коливання якості, то концентрація всього поточного видобування в малому числі високопродуктивних забоїв, які займають відносно невеликий об'єм родовища, викликає постійні мінливості рівня якості рудної сировини, яку видобувають. Це обумовлено зменшенням ймовірності залучення у видобування великої кількості типів і сортів рудної сировини різної якості при концентрації гірничих робіт.

Останнім часом у зв'язку зі зростанням значимості проблеми якості руд і рудної сировини важлива роль у формуванні якості приділяється усереднювальним складам шахт, рудників і споживачів.

Підприємства мають переважувальні, сортові і усереднювальні склади. У широких межах варіюють об'єми цих складів від 300 до 3000–5000м³ і більше. Режим використання складів може бути постійним або періодичним. Все це визначає особливості використання рудничних складів і складів споживачів для формування рудопотоків і якості рудної сировини, яка впливає на складові функціональних завдань і їхнє інформаційне забезпечення.

Параметри організації гірничого виробництва, які досліджуються, відносяться до формування якості рудної сировини, яка переробляється у споживача. Вони впливають на рівень і стабільність якості, схему її формування, об'єми інформації, що використовується і частково на складові завдань маркшейдерсько-геологічного управління якістю.

Розглянутий взаємозв'язок основних геологічних, гірничо-технологічних і організаційно-технічних параметрів і вплив їх на різні форми існування якості. Якісні і структурно-морфологічні параметри впливають тільки на формування якості рудної сировини в надрах; фізико-технічні параметри впливають на всі форми якості. Гірничо-технологічні параметри визначають показники якості сировини в надрах і у відбитій руді. Організаційно-технічні параметри комплексів доставки і підземного транспортування позначаються на якості відбитої руди, а комплекси поверхневого транспортування на якості видобутої рудної сировини. Параметри, що характеризують загальну організацію виробництва, є «наскрізними», оскільки відбиваються на якості різних видів рудної сировини – від відбитої до тієї, яка переробляється.

Як відзначалося вище, сукупний вплив гірничо-технологічних і організаційно-технічних параметрів визначає ефективність і результати технологічних процесів формування рудопотоків і якості рудної сировини, тобто результати трансформації природної якості в якість рудної сировини, яку видобувають. Об'єктивним показником якості технологічних процесів є рівень втрат і засмічення корисних копалин при видобуванні [4, 6].

Майже всі розглянуті гірничо-технологічні і організаційно-технічні параметри впливають на схеми формування рудопотоків і якості руд і рудної сировини. Це обумовлено тим, що зазначені параметри, характеризуючи технологію розкриття і підготовки родовища, організацію доставки, підземного і поверхневого транспортування, складування і відвантаження рудної сировини, є кількісними показниками функціонування технічних елементів схем формування рудопотоків і якості рудної сировини. Тому побудова і аналіз подібних схем для гірничо-видобувних підприємств дає важливий матеріал до вивчення особливостей формування різних

видів якості рудної сировини і організації маркшейдерсько-геологічного управління якістю руд і рудної сировини.

Библиографический список

1. Аврамов В. Е. Планирование эксперимента и прогнозирование качества сырья на горных предприятиях / В. Е.Аврамов, Е. И.Азбель, Н. И.Ефремова. – Новосибирск: Наука, 1979.
2. Зарайский В. Н. Усреднение руд / В. Н.Зарайский, К. П.Николаев, К. В.Казанский - М.: Недра, 1975.
3. Каплунов Д. Р. Стабилизация качества руды при подземной добыче / Д. Р.Каплунов, И. А.Манилов. - М.: Недра, 1983.
4. Ломоносов Г. Г. Формирование качества руд при открытой добыче / Г. Г.Ломоносов. - М.: Недра, 1975.
5. Марголин А. М. Оценка запасов минерального сырья. Математические методы / А. М.Марголин. - М.: Недра, 1974.
6. Робертсон А. Управление качеством / А.Робертсон. - М.: Прогресс, 1974.

Надійшла до редколегії 23.10.2009

В.Д. СИДОРЕНКО, М.В. ШОЛОХ, В.А. ДВОРНИКОВ, О.Л. ТОПЧИЙ

ВЛИЯНИЕ ГОРНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА РУД И РУДНОГО СЫРЬЯ

Рассмотрены особенности влияния основных горно-технологических и организационно-технических параметров на разные аспекты проблемы качества. Названа форма и фазы управления качеством, на которых проявляется действие тех или иных параметров, которые характеризуют общую организацию горного производства, влияют на формирование отбитого, добытого, складированного, товарного рудного сырья, которое перерабатывается на разных фазах управления качеством.

V. SIDORENKO, M. SHOLOKH, V. DVORNIKOV, O. TOPCHIY

THE IMPACT OF MAJOR MINING-TECHNOLOGICAL AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL PARAMETERS ON THE FORMATION OF QUALITY OF THE ORE AND ORE RAW MATERIALS

The features of the impact of major mining-technological and organizational-technical parameters on different aspects of quality problems. Called the shape and phase of quality management, which is manifested mode of action of various parameters that characterize the general organization of the mining industry, influence the formation repulsed, produced, stockpiled, commercial ores which are processed at different stages of quality control.

© В.Д. Сидоренко, М.В. Шолох, В.А. Дворніков, О.Л. Топчій, 2010