

А.А. Азарян¹, А.С. Батареев², Ф.И. Караманиц³, В.А. Колосов⁴, В.С. Моркун¹

¹ ГВУЗ «Криворожский национальный университет», ул. Виталия Матусевича, 11, Кривой Рог, 50027, Украина,
+380 56 409 0607, aazaryan325@gmail.com

² ЧАО «Евраз Суха Балка», ул. Конституционная, 5, Кривой Рог, 50029, Украина,
+380 56 404 2572, Anna.Pashko@evraz.com

³ ПАО «Кривбассжелезрудком», ул. Симбирцева, 1а, Кривой Рог, 50029, Украина,
+380 56 444 2300, krruda@krruda.dp.ua

⁴ Ассоциация «Укррудпром», просп. Маркса, 1, Кривой Рог, 50000, Украина,
+380 56 490 0683, rudprom@ukrpost.ua

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ПОТЕРЬ И ЗАСОРЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ В КРИВБАССЕ



Введение. Экономический потенциал Украины в значительной степени зависит от эффективности функционирования горнометаллургического комплекса, который обеспечивает 30 % внутреннего валового продукта (ВВП). Одним из важнейших структурных подразделений горнометаллургического комплекса является железорудная промышленность. Качество железорудного сырья является основным показателем, который обеспечивает его конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках. Качество железорудной продукции формируется в процессе добычи рудной массы и ее переработки в товарную продукцию.

Проблематика. Серьезной проблемой, сопровождающей процесс производства товарной продукции при подземной разработке железорудных месторождений, является снижение качества и потери руд, что обусловлено неполным извлечением балансовых запасов руды (72–75 % от ресурсов добычного блока) при ее отбойке и выпуске из очистного пространства, а также засорением отбитой рудной массы пустыми породами, что приводит к снижению на 1,5–12 % содержания железа по сравнению с исходным содержанием в массиве.

Цель. Анализ причин высоких показателей потерь и засорения руды подземной добычи Криворожского железорудного бассейна и поиск путей их снижения.

Материалы и методы. Анализ известных методов и способов решения указанной проблемы показал, что весьма эффективным направлением является создание организационно-технической системы, позволяющей прогнозировать, выявлять на практике и оперативно устранять причины, приводящие к возникновению сверхнормативных потерь и засорения руды.

Результаты. Для оперативного контроля качественно-количественных параметров руды на всех стадиях добычи, транспортировки и переработки предложено использовать автоматизированное рабочее место (АРМ) «Качество», которое обеспечивает сбор и отображение информации со всех участков горного производства на центральном сервере для непрерывного мониторинга и анализа качественных характеристик руды.

Выводы. Внедрение комплекса технических средств и автоматизированной системы АРМ «Качество» позволит не только непрерывно отслеживать качественные характеристики руды, но и добиться снижения потерь руды на 3 % и ее засорения на 2 %.

Ключевые слова: анализ, потери, система, автоматизированное рабочее место «Качество».

Анализ традиционных методов решения проблемы снижения потерь и засорения руд показал, что весьма эффективным направле-

нием является создание организационно-технической системы. Была произведена реализация указанного направления путем создания комплекса технических и программно-аппаратных средств. Комплекс представляет собой

единую интегрированную систему контроля и учета качественно-количественных параметров железорудного сырья на всех основных стадиях его добычи и переработки с использованием ядерно-физических и ряда геофизических методов [1, 10–13].

Основу предлагаемой системы составляют разработки проблемно-отраслевой научно-исследовательской лаборатории Криворожского национального университета. С 1993 года по настоящее время устройства и методы, разработанные лабораторией, используются для оперативного контроля качества на основных этапах горного производства при подземной добыче.

Опыт работы показывает, что попытки решения указанной проблемы путем контроля качества сырья на отдельных стадиях горного производства не позволяет эффективно управлять показателями извлечения с целью снижения потерь и засорения руд [5–8]. Более рациональным является комплексный подход, реализация которого требует детального изучения всех факторов, влияющих на уровень извлечения полезного ископаемого и формирование его качественных показателей [14–17].

Ниже приведены сводные таблицы 1, 2 объема добычи, потерь и засорения руд за 2012–2016 гг. по шахтам Кривбасса

После 2013 года наблюдается существенное снижение засорения рудной массы, а наибольшие потери по шахтам ПАО «Кривбассжелезрудком» наблюдались в 2014 году, затем началось их снижение.

Анализ производственной деятельности подземных железорудных горнодобывающих предприятий Кривбасса показал, что основными причинами потерь и засорения руд являются следующие.

1. Отклонение направления взрывных скважин (рис. 1), которое может достигать 10–18 % от их длины и выход их в законтурное пространство приводит к разрушению пустых пород за выемочным контуром рудного тела, последующим засорением ими рудной массы

Таблица 1

Объемы добычи и показатели извлечения полезных ископаемых за 2012–2016 гг. по шахтам ПАО «Кривбассжелезрудком»

Показатели, ед. изм.	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
Шахта «Терновская»					
добыча руды, тыс. т	1276	1661	1840	1892	1532
потери, %	19,3	16,79	19,97	19,03	17,86
засорение, %	14,5	17,72	14,09	8,65	11,6
Шахта «Гвардейская»					
добыча руды, тыс. т	1608	1437	1654	1674	1550
потери, %	17,4	20,03	20,01	19,78	18,61
засорение, %	19	23,73	15,40	18,32	10,24
Шахта «Октябрьская»					
добыча руды, тыс. т	1329	1348	1401	1646	1590
потери, %	18,3	17,18	18,87	17,72	17,73
засорение, %	17,3	16,79	11,19	12,46	12,26
Шахта «Родина»					
добыча руды, тыс. т	2100	2144	1905	1248	1483
потери, %	19,6	20,08	20,14	20,00	18,58
засорение, %	13,1	12,00	15,56	11,91	12,86

Таблица 2

Объемы добычи и показатели извлечения полезных ископаемых по шахтам ЧАО «Евраз Суха Балка» (2012–2016 гг.)

Показатели, ед. изм.	Год				
	2012	2013	2014	2015	2016
Шахта «Фрунзе»					
добыча руды, тыс. т	1100	1269	1300	1210	1150
потери, %	11,4	12,0	13,7	11,5	11,2
засорение, %	10,6	11,3	12,4	12,5	12,35
Шахта «Юбилейная»					
добыча руды, тыс. т	1900	2100	2169	2200	2045
потери, %	14,4	15,6	14,7	14,3	14,35
засорение, %	12,6	12,2	14,4	14	12,3

и снижению содержания полезного компонента на 2–12 %.

2. Недобур в результате искривления взрывных скважин также приводит к неполной отбойке рудного массива, что вызывает количественные потери руды при ее выпуске из очист-

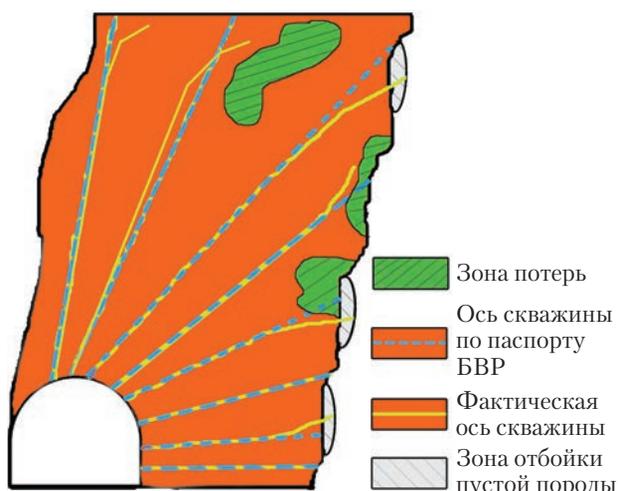


Рис. 1. Схематическое изображение искривления скважин

ного пространства, а также из-за остановки процесса выпуска при достижении бортового содержания железа в руде 45 %.

Следует отметить, что минимизация уровня потерь и засорения руды является одним из ключевых требований к технологиям очистной выемки [2–4].

Был разработан комплекс технических средств для снижения потерь и засорения железных руд при подземной добыче (рис. 2).

Предложенный комплекс охватывает следующие этапы технологического процесса горнорудного производства:

- + подготовительные и буровзрывные работы;
- + выпуск руды из дучек;
- + транспортировка руды вагонетками;
- + дробильно-сортировочная фабрика (ДСФ).

Электронный инклинометр предназначен для контроля положения взрывных скважин в рудном массиве, что позволяет определять зенитный и азимутальный углы, а также оперативно контролировать положение скважины в массиве. При этом фиксируется искривление скважины, что, по данным статистики, составляет до 15 % от глубины скважины.

Суммарная информация, получаемая от инклинометров и глубиномеров, позволяет разрабатывать трехмерные модели рудного массива, что дает возможность прогнозировать качественно-количественные параметры взорванной рудной массы и определять количество взрывных скважин, отклоненных за контактную зону в область «пустых пород». Кроме того, при большом расстоянии между скважинами, определяется необходимость бурения дополнительной скважины для исключения потерь руд и сверхнормативного выхода негабарита.

Каротажный зонд предназначен для оперативного контроля содержания железа по всей глубине взрывных скважин.

Программный комплекс служит для создания 3D модели рудного массива.

Рудничный радиометр (устройство ПАКС) используется для оперативного контроля качества рудной массы при выпуске руды из дучек. Следует отметить, что до настоящего времени не решена проблема непрерывного контроля качества руды на этом этапе. На шахтах Кривбасса контроль качества взорванной руд-



Рис. 2. Комплекс технических средств, обеспечивающий снижение потерь и засорение железных руд

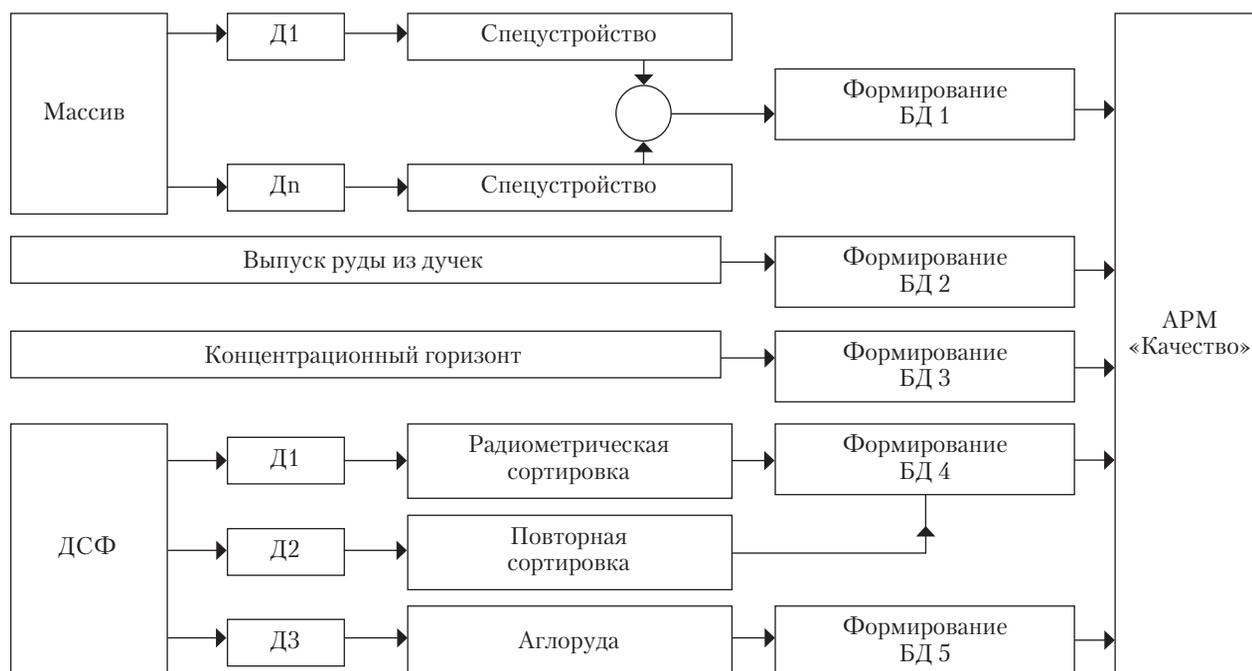


Рис. 3. Функциональная схема системы АРМ «Качество»

ной массы при выпуске из дучек ранее выполнялся путем отбора проб и методом химического анализа, продолжительность которого составляла 2 часа.

В настоящее время выполняется экспресс-анализ проб радиоизотопными устройствами ПАКС, продолжительность анализа — 60 с. Выпуск руды из дучек прекращается, когда содержание железа становится меньше или равно 45 %, что и предотвращает засорение рудной массы.

Контроль качества взорванной рудной массы при транспортировке руды вагонетками можно обеспечить двумя способами:

- 1) дискретным, путем отбора проб из вагонеток и проведением экспресс-анализа радиоизотопным прибором ПАКС;
- 2) непрерывным, путем внедрения радиометрического комплекса сортировки (РКС) для автоматизации процесса откатки и сортировки вагонеток с рудной массой [3].

В условиях дробильно-сортировочной фабрики выполняется оперативный контроль веса

и содержания рудной массы на конвейере с использованием микропроцессорной системы и сортировка руды с применением радиометрических сепараторов. При этом осуществляется отделение пустой породы от общей массы, что приводит к снижению засорения товарной руды и повышению ее качества.

В таблице 3 показаны результаты опытно-промышленных испытаний радиометрического сепаратора в условиях ДСФ шахты «Артем-2».

Результаты многолетних промышленных испытаний показали целесообразность использования радиометрических сепараторов для отсеивания некондиционной горной массы. Использование таких устройств в технологической цепочке позволяет решать задачи по снижению засорения и повышению содержания полезного компонента в добытой рудной массе.

Для оперативного контроля качественно-количественных параметров руды на всех стадиях добычи, транспортировки и переработки

Результаты опытно-промышленных испытаний радиометрического сепаратора

Исходная руда		Концентрат			Хвосты		Извлечение Fe в концентрат	Прирост Fe, %
Fe, %	SiO ₂ , %	Выход, %	Fe, %	SiO ₂ , %	Выход, %	Fe, %		
42,2	23,3	70,5	54,0	10,7	29,5	14,0	90,2	11,8
41,7	35,7	34,0	58,5	8,5	66,0	33,0	47,7	16,8

предлагается использовать автоматизированное рабочее место (АРМ) «Качество» (рис. 3), которая обеспечивает сбор и отображение информации со всех участков горного производства на центральном сервере для непрерывного мониторинга и анализа качественных характеристик руды.

Задачи системы «Качество» условно разделены на четыре этапа:

Этап 1. Оперативный контроль содержания полезного компонента в массиве и отклонения скважин от проекта, который включает:

- † определение зенитных и азимутальных углов отклонения направления скважин в блоке от проектных значений;
- † определение глубины скважины;
- † определение качества руды в массиве;
- † построение 3D модели рудного тела;
- † принятие решений по устранению выявленных отклонений параметров схемы обустройства массива от проектных значений паспорта буровзрывных работ (БВР).

Этап 2. Контроль качества взорванной рудной массы при выпуске руды и транспортировке на концентрационный горизонт.

Этап 3. Радиометрическая сортировка руды на ДСФ.

Этап 4. Контроль качества товарной руды при отгрузке потребителям.

В рамках системы «Качество» разработана программа взаимодействия серверного модуля с каждым отдельным устройством, которая предназначена для сбора и хранения в локальной базе собранных данных с последующей их обработкой (построение графиков, разрезов блоков и прочее).

На центральный сервер поступают данные инклинометрии, глубиномера и каротажа взрывных скважин рудного массива и формируют базу данных БД 1, в состав которой входят показатели содержания полезного компонента по каждой скважине. По этим данным создают 3D модели рудного массива, что позволяет прогнозировать общий объем и содержание железа в массиве.

Информация, полученная по результатам дискретного анализа проб из дучек, формирует базу данных БД 2, анализ которых дает возможность оценить фактическое снижение качества во взорванной рудной массе по сравнению с данными в массиве БД 1. Сопоставление данных БД 1 и БД 2 позволяет техническому персоналу выработать меры по минимизации степени засорения взорванной рудной массы.

Взорванная рудная масса транспортируется на концентрационный горизонт шахты. При этом из транспортных средств отбираются пробы. По данным дискретного контроля качества формируется база данных БД 3 и направляется на сервер АРМ «Качество». По данной информации определяется как объем, так и качество руды на входе в ДСФ.

На ДСФ с целью снижения засорения и повышения качества сырья, после второй стадии дробления, используется радиометрическая сортировка руд класса –100 мм. По качественному-количественным данным радиометрической сортировки формируется база данных кусковой фракции товарной руды для доменного производства (БД 4). При производственной необходимости выполняется повтор-

ная сортировка и результаты опять передаются в БД 4.

Непрерывный контроль качества аглоруды на конвейере в условиях ДСФ осуществляется микропроцессорной системой, при этом формируется база данных БД 5. Информация из БД 4 и БД 5 используется персоналом маркшейдерско-геологической службой шахты для оценки качественно-количественных параметров товарной руды как для собственного учета, так и для отгрузки потребителям.

Внедрение комплекса технических средств и автоматизированной системы АРМ «Качество» позволит не только непрерывно отслеживать качественные характеристики руды, но и добиться снижения потерь и засорения руд.

ВЫВОДЫ

1. Разработан комплекс технических и программных средств, технологических и организационно-технических решений, позволяющий снизить потери и засорение руд подземной добычи Кривбасса.

2. Полномасштабное внедрение системы АРМ «Качество» позволит снизить плановые показатели засорения на 2 %, потери руд на 3 % и обеспечить повышение содержания железа более чем на 2 %.

3. Экономический эффект от указанных уровней снижения потерь руд и повышения качества товарной руды только по ПАО «Кривбасс-железрудком» составит более 7,7 млн. дол. США.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азарян А.А., Вілкул Ю.Г., Капленко Ю.П., Караманиць Ф.І., Колосов В.О., Моркун В.С., Пілов П.І., Сидоренко В.Д., Темченко А.Г., Федоренко П.Й. *Комплекс ресурсо- і енергозберігаючих геотехнологій видобутку та переробки мінеральної сировини, технічних засобів їх моніторингу із системою керування та оптимізації гірничорудних виробництв*. Кривий Ріг, Мінерал, 2006. С. 261.

2. Азарян А.А., Колосов В.А., Моркун А.В., Попов С.О., Ступник Н.И. Инструкция по нормированию, прогнозированию и учету показателей извлечения руды из недр при подземной разработке железорудных месторождений. Кривой Рог: Минерал, 2012. С. 167.

3. Посик Л.Н., Кошелев И.В., Бовин В.П. *Радиометрический экспресс-анализ добытых руд*. Москва: Атомиздат, 1960. 78 с.

4. Курчин Г.С. К вопросу о нормировании потерь и разубоживания на контактах при подземной отработке месторождений. *Маркшейдерский вестник*. 2015. № 4. С. 19–24.

5. Nyongdo J., Topal E., Kawamura Yo. Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stoping operations using a neurofuzzy system. *Journal Applied Soft Computing archive*. July, 2015. V. 32., Issue C. P. 1–12

6. Liimatainen J. *Economic optimization models for capacity and cut off determination. Mine planning and equipment selection*, hennies. Balkema, Rotterdam. 1996. P. 129–135.

7. Pengenceran M., Tanah O. Quantifying dilution for underground mine operations. URL: <http://joenaldoe.blogspot.ru/2011/10/mengukur-pengenceran-untuk-operasi.html> (дата звернення: 02.11.2011).

8. Elbrond J. Economic effect of ore loss and rock dilution. *CIM Bulletin*. March, 1994. V. 87, no. 978. P. 131–134.

9. Ebrahimi A. *An attempt to standardize the estimation of dilution factor for open pit mining projects*. World Mining Congress. Montreal 2013. URL: <http://www.cim.org/en/Publications-and-Technical-Resources/Publications/Proceedings/2013/8/23rd-WorldMining-Congress/WMCO-2013-08-716> (дата звернення: 09.09.2013).

10. Azaryan A.A., Azaryan V.A., Trachuuk A.A. *Quick response quality control of mineral raw materials in the pipeline. European Science and Technology*. Materials of the V International scientific and practice conference. (October, 2013, Munich). Munich, Germany. P. 325–331.

11. Morkun V., Morkun, N., Pikilnyak, A. Ultrasonic facilities for the ground materials characteristics control. *Metalurgical and Mining Industry*. 2014. No. 2. P. 31–35. URL: <http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a6.pdf> (дата звернення: 24.04.2014).

12. Morkun V., Morkun N. Estimation of the Crushed Ore Particles Density in the Pulp Flow Based on the Dynamic Effects of High-Energy Ultrasound. *Archives of Acoustics*. 2018. V. 43, no. 1. P. 61–67. URL: http://acoustics.ippt.gov.pl/index.php/aa/article/view/2066/pdf_320, doi: 10.24425/118080 (дата звернення: 09.03.2018).

13. Котов І.А. Автоматизація інтелектуальних систем підтримки рішень оперативного керування шляхом інтеграції професійних онтологій. *Вісник «НТУ ХПІ». Серія: Інформатика і моделювання*. Харків: НТУ «ХПІ». 2016. № 44 (1216). С. 63–76.
14. Котов И.А. Представление логических моделей принятия решений в производственных экспертных системах на основе аппарата сетей Петри. *Разработка рудных месторождений: научн.-техн. сборник*. 2008. Вып. 92. С. 189–193.
15. Азарян В.А. Модель динамической стабилизации колебаний качества в рудопотоке. *Вісник Криворізького національного університету*. 2014. Вип. № 37. С. 18–22.
16. Азарян В.А., Жуков С.А. Системные принципы и оценочный критерий генерализации управления качеством рудопотоков. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2017. № 52. С. 41–46.
17. Зубкевич В.Ю. Векторное представление изменения вещественного состава переменной смеси. *Вісник Криворізького національного університету*. 2013. Вип. 33. С. 156–159.

Стаття надійшла до редакції 12.12.17

REFERENCES

1. Azarian, A. A., Vilkul, Yu. H., Kaplenko, Yu. P., Karamanyts, F. I., Kolosov, V. O., Morkun, V. S., Pilov, P. I., Sydorenko, V. D., Temchenko, A. H., Fedorenko, P. I. (2006). *Complex of resource- and energy-saving geotechnologies of mineral mining and processing, technical means of their monitoring with a system controlling and optimizing mining production*. Kryvyi Rih: Mineral [in Ukrainian].
2. Azarian, A. A., Kolosov, V. A., Morhun, A. V., Popov, S. O., Stupnik, M. I. (2012). *Instructions on normalizing, forecasting and recording indices of ore extraction in underground mining at iron ore deposits*. Kryvyi Rih: Mineral [in Russian].
3. Posik, L. N., Koshelev, I. V., Bovin, V. P. (1960). *Radiometric express-analysis of extracted ores*. Moscow: Atomizdat [in Russian].
4. Kurchin, G. S. (2015). On the issue of normalizing ore losses and dilution on contacts in underground mining. *Mine Surveying Bulletin*, 4, 19–24 [in Russian].
5. Hyongdo, J., Topal, E., Kawamura, Yo. (2015). Decision support system of unplanned dilution and ore-loss in underground stoping operations using a neurofuzzy system. *Journal Applied Soft Computing archive*, 32, Issue C, 1–12.
6. Liimatainen, J. (1996). *Economic optimization models for capacity and cut off determination*. Mine planning and equipment selection, hennies. Balkema, Rotterdam.
7. Pengenceran, M., Tanah, O. Quantifying dilution for underground mine operations. URL: <http://joernaldoe.blogspot.ru/2011/10/mengukur-pengenceran-untuk-operasi.html> (Last accessed: 02.11.2011).
8. Elbrond, J. (1994). Economic effect of ore loss and rock dilution. *CIM Bulletin*, 87(978), 131–134.
9. Ebrahimi, A. (2013). *An attempt to standardize the estimation of dilution factor for open pit mining projects*. (2013). World Mining Congress. Montreal. URL: <http://www.cim.org/en/Publications-and-Technical-Resources/Publications/Proceedings/2013/8/23rd-WorldMining-Congress/WMCO-2013-08-716> (Last accessed: 09.09.2013)
10. Azaryan, A. A., Azaryan, V. A., Trachuuk, A. A. (2013, October). *Quick response quality control of mineral raw materials in the pipeline*. European Science and Technology. Materials of the V International scientific and practice conference. Munich, Germany.
11. Morkun, V., Morkun, N., Pikilnyak, A. (2014). Ultrasonic facilities for the ground materials characteristics control. *Metallurgical and Mining Industry*, 2, 31–35. URL: <http://www.metaljournal.com.ua/assets/Journal/a6.pdf> (Last accessed: 24.04.2014).
12. Morkun, V., Morkun, N. (2018). Estimation of the Crushed Ore Particles Density in the Pulp Flow Based on the Dynamic Effects of High-Energy Ultrasound. *Archives of Acoustics*, 43(1), 61–67. URL: http://acoustics.ippt.gov.pl/index.php/aa/article/view/2066/pdf_320, doi: 10.24425/118080 (Last accessed: 09.03.2018).
13. Kотов, І. А. (2016). Automation of intellectual systems of supporting operative control decisions by incorporating professional ontologies. *Bulletin “NTU XIII”. Series: Informatics and simulation*, 44(1216), 63–76 [in Ukrainian].
14. Котов, І. А. (2008). Representation of logical models of decision making in production expert systems on the basis of Petri net machine. *Ore mining: scientific and technical collection of articles*, 92, 189–193 [in Russian].
15. Azaryan, V. A. (2014). Model of dynamic stabilization of quality fluctuations in the ore flow. *Bulletin of Kryvyi Rih National University*, 37, 18–22 [in Russian].
16. Azaryan, V. A., Zhukov, S. A. (2017). System principles and assessment criterion of generalization of controlling the quality of ore flows. *Collection of scientific articles of National Mining University*, 52, 41–46 [in Russian].
17. Zubkevich, V. Yu. (2013). Vector representation of measuring the substance composition of the mixture variable. *Bulletin of Kryvyi Rih National University*, 33, 156–159 [in Russian].

Received 12.12.17

Azaryan, A.A.¹, Batareyev, A.S.², Karamanits, F.I.³, Kolosov, V.A.⁴, and Morkun, V.S.¹

¹Kryvyi Rih National University,
11, Vitaliy Matusevich St., Kryvyi Rih, 50027, Ukraine,
+380 56 409 0607, aazaryan325@gmail.com

²PJSC EVRAZ Sukha Balka,
5, Konstitutsionnaya St., Kryvyi Rih, 50029, Ukraine,
+380 56 404 2572, Anna.Pashko@evraz.com

³PJSC Kryvbasszheleznudkom,
1a, Simbirtseva St., Kryvyi Rih, 50029, Ukraine,
+380 56 444 2300, krruda@krruda.dp.ua

⁴Ukrudprom Association,
1, Marx Av., Kryvyi Rih, 50000, Ukraine,
+380 56 490 0683, rudprom@ukrpost.ua

WAYS TO REDUCE ORE LOSSES AND DILUTION IN IRON ORE UNDERGROUND MINING IN KRYVBASS

Introduction. Ukraine's economic potential greatly depends on efficient operation of the national mining and metallurgical complex that provides 30% of GDP. One of the essential structural branches of the mining and metallurgical complex is iron ore mining industry. The quality of iron ore materials is the primary indicator ensuring their competitiveness in domestic and foreign markets. The quality of iron ore products is formed in the course of ore mining and processing into marketable products.

Problem Statement. Worsening ore quality and losses is a serious problem in iron ore underground mining. It is caused by incomplete extraction of iron ore reserves (72–75% of the producing reserves) while breaking and drawing as well as by ore dilution with waste rocks, which causes an iron content reduction by 1.5–12% as compared with the initial iron content in the massif.

Purpose. The research aims at analyzing reasons for high ore losses and dilution in underground ore mining at Kryvyi Rih iron ore basin and at searching ways to reduce them.

Materials and Methods. Analysis of known methods for solving the given problem has revealed that it is quite efficient to create an organizational and technical system that enables to forecast, to detect, and to promptly solve the reasons causing excessive ore losses and dilution.

Results. To efficiently control qualitative and quantitative parameters of ore at all stages of mining, transportation, and processing, an automated working place, Quality AWP, which provides data collection and representation at all stages of mining production at the central server is suggested to apply for continuous monitoring and analysis of ore quality characteristics.

Conclusions. Introduction of the complex of technical means and Quality AWP automated system enables tracking the ore qualitative characteristics on a continuous basis and reducing ore losses by 3% and dilution by 2%.

Keywords: analysis, losses, system, and Quality automated working place.

А.А. Азарян¹, А.С. Батареев², Ф.И. Караманиц³, В.А. Колосов⁴, В.С. Моркун¹

¹ ДВНЗ «Криворізький національний університет»,
вул. Віталія Матусевича, 11, Кривий Ріг, 50027, Україна,
+380 56 409 0607, aazaryan325@gmail.com

² ПАТ «Євраз Суха Балка»,
вул. Конституційна, 5, Кривий Ріг, 50029, Україна,
+380 56 404 2572, Anna.Pashko@evraz.com

³ ПАО «Кривбассзалізрудком»,
вул. Симбирцева, 1а, Кривий Ріг, 50029, Україна,
+380 56 444 2300, krruda@krruda.dp.ua

⁴ Асоціація «Укррудпром»,
просп. Маркса, 1, Кривий Ріг, 50000, Україна,
+380 56 490 0683, rudprom@ukrpost.ua

ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ ВТРАТ І ЗАСМІЧЕННЯ ЗАЛІЗНОЇ РУДИ ПІДЗЕМНОГО ВИДОБУТКУ В КРИВБАСІ

Вступ. Економічний потенціал України значною мірою залежить від ефективності функціонування гірничо-металургійного комплексу, який забезпечує 30 % внутрішнього валового продукту (ВВП). Одним з найважливіших структурних підрозділів гірничо-металургійного комплексу є залізорудна промисловість. Якість залізорудної сировини є основним показником, який забезпечує її конкурентоспроможність на внутрішньому та зовнішньому ринках. Якість залізорудної продукції формується в процесі видобутку рудної маси та переробки її в товарну продукцію.

Проблематика. Серйозною проблемою, яка супроводжує процес виробництва товарної продукції при підземній розробці залізорудних родовищ, є зниження якості та втрати руди, що обумовлено неповним видобутком балансових запасів руди (72–75 % від ресурсів видобувного блоку) при її відбиванні й випуску з очисного простору, а також засміченням відбитої рудної маси порожніми породами, що призводить до зниження на 1,5–12 % вмісту заліза порівняно з вихідним вмістом в масиві.

Мета. Аналіз причин високих показників втрат і засмічення руди підземного видобутку Криворізького залізрудного басейну та пошук шляхів їх зниження.

Матеріали й методи. Аналіз відомих методів і способів вирішення зазначеної проблеми показав, що досить ефективним напрямком є створення організаційно-технічної системи, що дозволяє прогнозувати, виявляти на практиці і оперативно усувати причини, що призводять до виникнення наднормативних втрат та засмічення руди.

Результати. Для оперативного контролю якісно-кількісних параметрів руди на всіх стадіях видобутку, транспортування та переробки запропоновано використовувати автоматизоване робоче місце (АРМ) «Якість», яке забезпечує збір і відображення інформації з усіх ділянок гірського виробництва на центральному сервері для безперервного моніторингу та аналізу якісних характеристик руди.

Висновки. Впровадження комплексу технічних засобів і автоматизованої системи АРМ «Якість» дозволить не тільки безперервно відстежувати якісні характеристики руди, але і домогтися зниження втрат руди на 3 % та її засмічення на 2 %.

Ключові слова: аналіз, втрати, система, автоматизоване робоче місце «Якість».