

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ, УПРАВЛЕНИЕ ДОБЫЧЕЙ И ПЕРЕРАБОТКОЙ ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ РУД НА ОСНОВЕ РЕНТГЕНО-РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Выбран оптимальный комплекс ядерно-геофизической аппаратуры для экологического мониторинга руд по стенкам горных выработок и в отбитой горной массе, в истертых керновых, забойных, шламовых и шпуровых пробах, а также промышленных продуктов обогатительной фабрики, в который входит энергодисперсионные рентгенофлуоресцентные (EDXRF) спектрометры: переносной РПП – 12 и лабораторные РЛП – 21 и РЛП – 21Т. Приведены результаты их применения для управления качеством руд и снижения экологических последствий воздействия шахт и обогатительной фабрики на окружающую среду обитания населения

**Ключевые слова:** опробование, энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный (EDXRF) спектрометр, экологическая безопасность, месторождение Жезказган, продукты обогащения, медистые песчаники.

### Введение

ТОО „Корпорация Казахмыс” (Kazakhmys LLC), входящая в первую десятку крупнейших медных компаний мира, обрабатывает медьсодержащие полиметаллические месторождения Казахстана.

Основной объем добычи руды обеспечивают шахты и карьеры рудничной промышленной площадки ПО „Жезказганцветмет”, разрабатывающих уникальное по запасам месторождение медистых песчаников Жезказган, характеризующееся полиметаллическим типом оруденения (основные промышленные компоненты: Cu, Pb и Zn; сопутствующие промышленные компоненты: Ag, Re, Cd, S, Os) и четыремя технологическими сортами руд: медные сульфидные, комплексные (Cu – Pb, Cu – Pb – Zn), свинцовые (Pb, Pb – Zn, Zn) и смешанные (сульфидно – окисленные).

С позиций экологической безопасности населения региона стратегическое значение приобретают технологии ведения добычных работ, максимально ограничивающие попадание свинец- и цинксодержащих комплексных и свинцовых руд в товарную руду сорта „медная сульфидная”. Последствия такого попадания выливаются в непоправимый экологический и существенный производственный ущерб (факторы неблагоприятного экологического влияния и факторы прямого производственного ущерба подробно изложены в работе [Ефименко, 2011]).

Огромные объемы накопленных хвостов обогащения также создают серьезные экономические и экологические проблемы в горнопромышленных районах. Пыление отвалов и хвостохранилищ, попадание реагентов и тяжелых металлов в природные поверхностные и подземные воды отрицательно воздействует на сложившиеся экосистемы и здоровье человека.

Цель наших исследований – создание в рамках ядерно-геофизических технологий опробования и анализа руд, продуктов и отходов их переработки современной аналитической базы, обеспечиваю-

щей высокоэффективный экологический мониторинг на добывающих и перерабатывающих предприятиях корпорации.

### Объекты и методы исследований

Самые современные, экологически чистые горные технологии могут эффективно работать только при наличии современных, адаптированных к решению задач экологического мониторинга, аналитических средств контроля за элементным составом и валовым содержанием элементов в рудах месторождения. Современный рынок аналитических средств мониторинга сейчас чрезвычайно разнообразен. Тем не менее, пришлось пройти долгим путём проб и ошибок, чтобы, в итоге, выйти на оптимальный аппаратный инструментарий.

Основным методом исследований был рентгено-радиометрический метод (РРМ).

Экологический мониторинг на шахтах и карьерах ПО „Жезказганцветмет” осуществляется по двум направлениям: рентгено-радиометрическое опробование забоев, уступов, руды в навал отбитой горной массы, буровых шламов из шпуров – РРОЗ; рентгено-радиометрический анализ истертых вагонных, забойных, керновых проб, проб бурового шлама скважин – РРАП и на обогатительных фабриках – РРАП.

Контроль за добычей свинец- и цинксодержащих комплексных и свинцовых руд на шахтах посредством РРОЗ выполняется с 1977 года. В контексте контроля за Pb РРОЗ стало эффективным с 1980 года (переход на аппаратуру РРК-103 „Поиск”, РРОЗ на Cu и Pb) и высокоэффективным с 1998 года (переход на аппаратуру РПП-12, РРОЗ на Cu, Pb, Zn, Fe).

Контроль за добычей посредством РРАП выполняется с 1971 года: аппаратура БРА-6 (1971г; Cu), БАРС-3 (1987г; 4 элемента: Cu, Pb, Zn, Fe), РАЛ-М1М (1990г; 8 элементов: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Ba, As), РЛП-21 (1998г; 13 элементов: Cu, Pb, Zn, Fe, Ba, As, Mn, Sr, Ti, Ca, Y, Rb, K), РЛП-21 (2000г; 21

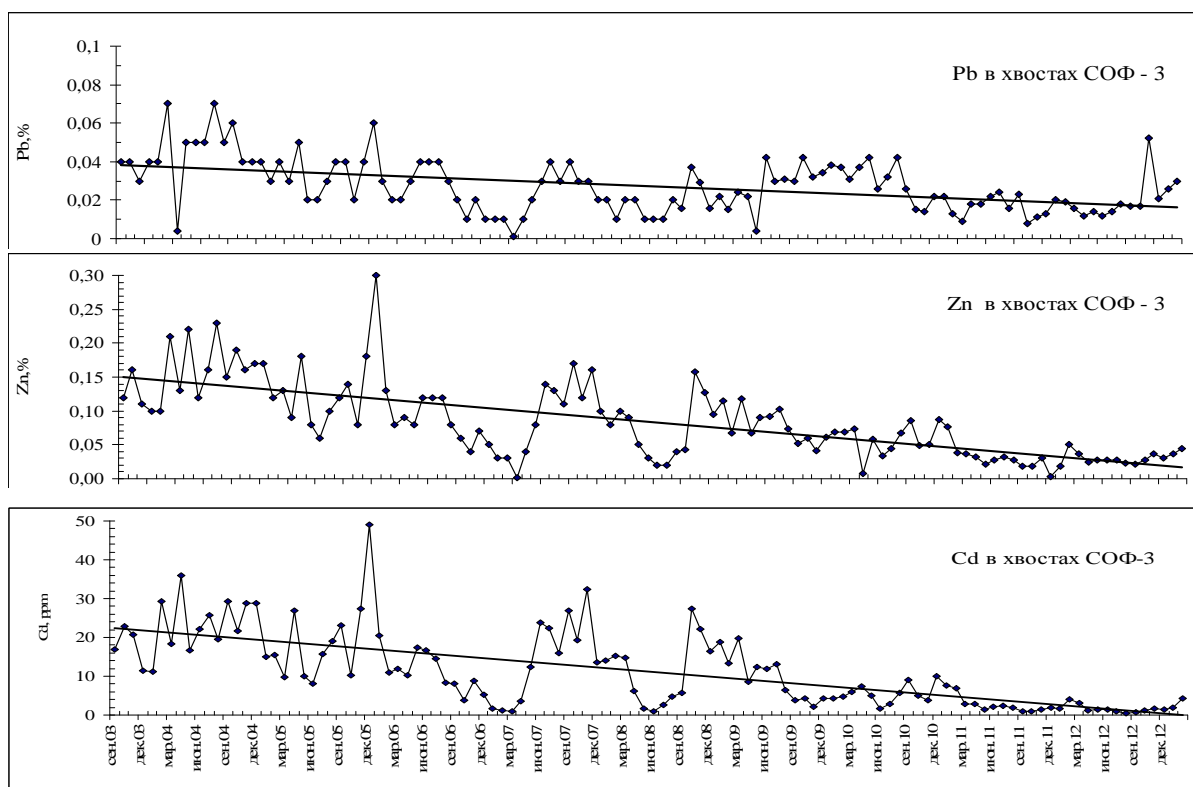
элемент: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, Sr, Ba, Mn, Ti, Rb, Ca, Ni, Co, Cr, As, Zr, Se, Mo, W, Sn, Sb, Bi, V, Y, Nb, Pd, K); РЛП-21 (2006г; 34 элемента: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Fe, As, Ba, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Ga, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Pd, In, Sn, Sb, Ta, Bi, W, U, Th) и РЛП-21Т (2011г; 31 элемент в обычном режиме: Cu, Pb, Zn, Ag, Cd, Mo, Fe, Se, As, Ba, W, Bi, Ti, Cr, Mn, V, Ni, Al, Si, S, P, Ca, Br, Sr, Zr, Rb, Y, Nb, Pd, U, Th за одно измерение; 19 элементов: Re, Cu, Zn, Pb, K, Ca, Ti, Cr, V, Mn, Fe, Co, Ni, Ge, As, Se, Ba (оценка), S (оценка), W в режиме „ПРАП на Re”.

С приходом в ПО „Жезказганцветмет” ведущего казахстанского разработчика и производителя ядерно-геофизической аппаратуры ТОО „Физик” (г. Алма-Ата) ситуация с экологическим мониторингом и технологиями опробования и анализа руд изменилась

в лучшую сторону. Характеристики спектрометров РПП-12 и РЛП-21, а также результаты экологического мониторинга руд, приведены в работах [Ефименко, 2008, 2009, 2010].

**Результаты и их обсуждение**  
**Контроль за добычей свинец- и цинксодержащих комплексных и свинцовых руд**

С внедрением спектрометров РПП-12 на геологические разрезы всех нарезных и горно-подготовительных выработок, очистных забоев, уступов и камер в обязательном порядке стали выноситься содержание Cu, Pb и Zn. В результате, геологи и горняки имеют полную картину о характере распределения свинцовых и цинковых руд.



**Рис. 1.** Динамические ряды содержаний Pb, Zn и Cd в хвостах СОФ – 3

**Экологический мониторинг промышленных продуктов СОФ – 3**

С использованием спектрометров РЛП-21 и РЛП-21Т организован (с 2001 года) мониторинг элементного и валового состава промышленных продуктов Сатпаевской обогатительной фабрики № 3 (СОФ-3). Результатом мониторинга являются постоянно обновляемые динамические ряды содержаний Cu, Zn, Pb, Cd, Fe, As, Ti, Bi, W, Cu+Pb+Zn в концентрате, исходной руде и отвальных хвостах по данным ПРАП среднесуточных проб. На (рис. 1) даны динамические ряды содержаний Pb, Zn и Cd в отвальных хвостах СОФ – 3.

Постоянный анализ динамических рядов выявил „событие”, которое было идентифицировано, как „замена поставщика руды на СОФ – 3” на временном

промежутке 08 ÷ 31.02.2012г. Проверка показала, что в этот период на СОФ – 3 поступала руда с рудника Жомарт.

**Выводы**

1. Выбран оптимальный аналитический комплекс казахстанского производства (носимый спектрометр РПП – 12 и лабораторные спектрометры РЛП-21 и РЛП-21Т). В эти спектрометры заложена инновационная идеология: местоорождения, технологические сорта руд и продукты обогащения разные – градуировка спектрометров одна.

2. За счет расширения списка определяемых элементов при РРО забоев (аппаратура РПП-12) организован жесткий контроль за попаданием

свинец- и цинксодержащих комплексных и свинцовых руд в товарную руду сорта „медная сульфидная” и, тем самым, существенно снижено негативное воздействие антропогенной нагрузки на природные экосистемы городов Жезказган и Сатпаев.

3. Мониторинг продуктов обогащения СОФ-3, дает важную информацию не только для производителей, но и для экологов.

4. Спектрометры РЛП-21 и РЛП-21Т позволяют определять содержания урана и тория во всех пробах. Тем самым, автоматически ведется мониторинг руд на присутствие радиоактивных элементов.

#### Литература

Ефименко С.А., Портнов В.С., Турсунбаева А.К. Ядерно-геофизические технологии контроля экологических последствий от добычи медьсодержащих полиметаллических руд // Караганда: Труды Карагандинского государственного технического университета, 2011, – № 3 (44). – С. 55-58.

Ефименко С.А., Лезин А.Н. Рентгенорадиометрический полевой прибор РПП-12 // Приборы и техника эксперимента, 2008, – № 5. – С. 161-162.

Ефименко С. А., Лезин А.Н. Рентгенорадиометрический лабораторный прибор РЛП – 21 // Приборы и техника эксперимента – 2009. – № 1. – С. 180-181.

Ефименко С. А. Применение ядерно-геофизических технологий опробования руд в ТОО «Корпорация Казахмыс» // Горный журнал Казахстана. – 2009. – № 1. – С. 8-12.

Ефименко С.А. Аппаратура для мониторинга элементного состава полиметаллических руд // Технология и конструирование в электронной аппаратуре (ТКЭА, Одесса, Украина), 2009г., – № 2 (80). – С. 16-20.

Ефименко С. А., Портнов В. С. Ядерно-физические технологии опробования медных и полиметаллических руд месторождений Казахстана. – Караганда – 2010. – 550 с.

### ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ, УПРАВЛІННЯ ВИДОБУТКОМ І ПЕРЕРОБКОЮ ПОЛІМЕТАЛЕВИХ РУД НА ОСНОВІ РЕНТГЕНО-РАДІОМЕТРИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

С.А. Єфіменко, О.С. Єфіменко, В.С. Портнов, А.Д. Маусымбаева, А.К. Турсунбаева

Обрано оптимальний комплекс ядерно-геофізичної апаратури для екологічного моніторингу руд по стінках гірських вирубок та у відбитій гірській масі, у витертих кернових, забійних, шламових і шпурових пробах, а також промислових продуктів збагачувальної фабрики, до якого належать енергодисперсійні рентгенофлюоресцентні (EDXRF) спектрометри: портативний РПП - 12 і лабораторні РЛП - 21 і РЛП - 21Т. Наведено результати їхнього застосування для управління якістю руд і зниження екологічних наслідків впливу шахт і збагачувальної фабрики на оточуюче середовище проживання населення.

**Ключові слова:** випробування, енергодисперсійний рентгенофлюоресцентний (EDXRF) спектрометр, екологічна безпека, родовище Жезказган, продукти збагачення, мідисті піщаники.

### ENVIRONMENTAL MONITORING, CONTROL OF EXTRACTION AND PROCESSING OF POLYMETALLIC ORES BASED ON X-RAY RADIOMETRIC INVESTIGATIONS

S.A. Yefimenko, O.S. Yefimenko, V.S. Portnov, A.D. Maussymbayeva, A.K. Tursunbaeva

The optimal set of nuclear geophysical instruments for environmental monitoring of ores on the mining walls and at chipped rock mass, at worn coring, breast, waste water and down holes were chosen, as well as industrial products of washhouse, which includes energy-dispersive X-ray fluorescence (EDXRF) spectrometers: portable RPP - 12 and lab RLP - 21 and RLP - 21T. The results of their application to control the quality of ores and reduce environmental impacts on the surrounding environment as at the mines and at the washhouse were given.

**Keywords:** testing, energy dispersive X-ray fluorescence (EDXRF) spectrometer, environmental safety, the Zheskazgan deposit, dressing items, copper sandstones.

<sup>1</sup>ТОО «Корпорация Казахмыс», Жезказган, Казахстан

<sup>2</sup>НТУ «Харьковский политехнический университет», Харьков, Украина

<sup>3</sup>Карагандинский государственный технический университет, Караганда, Казахстан