

Кичигина В.Р.

магистрант кафедры ИТБ
НАО КарТУ

имени Абылкаса Сагинова
Казахстан, Караганда

Жаркимбекова А.Т.

PhD НАО КарТУ
имени Абылкаса Сагинова

Сергеев В.Я.

кандидат технических наук. НАО КарТУ
имени Абылкаса Сагинова

Юрченко В.В.

магистр технических наук НАО КарТУ
имени Абылкаса Сагинова

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АНАЛИЗАТОРОВ AP-31 В СИСТЕМЕ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА МЕДНОГО КОНЦЕНТРАТА НА ЖЕЗКАЗГАНСКОМ МЕДЕПЛАВИЛЬНОМ ЗАВОДЕ

Аннотация

Статья посвящена возможности применения ренгенофлуоресцентного анализатора AP-31 для одновременного контроля 8-ми химических элементов в составе руды в процессе обогащения с целью повышения качества контроля и скорости получения результатов анализа.

Ключевые слова: руда, медный концентрат, штейн-сплав, шлак-сплав, Анализатор рентгеновский, спектрометрический канал, пробоотбор, погрешность

Kichigina V.R.

Master's student of the
NAO KarTU
named after Abylkas Saginov
Kazakhstan, Karaganda

Zharkimbekova A.T.

PhD NAO KarTU
named after Abylkas Saginov

Sergeev V.Ya.

Candidate of Technical Sciences. NAO KarTU
named after Abylkas Saginov

Yurchenko V.V.

Master of Technical Sciences NAO KarTU
named after Abylkas Saginov

Abstract

The article is devoted to the possibility of using the AR-31 X-ray fluorescence analyzer for simultaneous monitoring of 8 chemical elements in the ore during the enrichment process in order to improve the quality of control and the speed of obtaining analysis results.

Key words: *ore, copper concentrate, matte alloy, slag alloy, X-ray analyzer, spectrometric channel, sampling, error*

В Республике Казахстан ведущим производителем меди является группа предприятий «Казахмыс» в состав которых входит Жезказганский медеплавильный завод (ЖМЗ), являющийся подразделением медеплавильного передела «Казахмыс», одного из крупнейших производителей меди в мире. За полвека его работы удалось не только развить, но и модернизировать производство, внедрить новые технологии и стать одним из ведущих предприятий Группы «Казахмыс».

Рассмотрим кратко технологию выплавки меди на ЖМЗ. Руда поступает на Жезказганскую обогатительную фабрику мощностью 24 млн тонн руды в год. Затем медный концентрат поступает по концентратопроводу длиной около 1,5 км на медеплавильный завод. Пульпа содержит 15% твёрдых продуктов, затем после нескольких операций получается концентрат, влажность которого составляет до 6%. После этого продукт с помощью конвейеров доставляется на шихтовку. (рисунок 1).

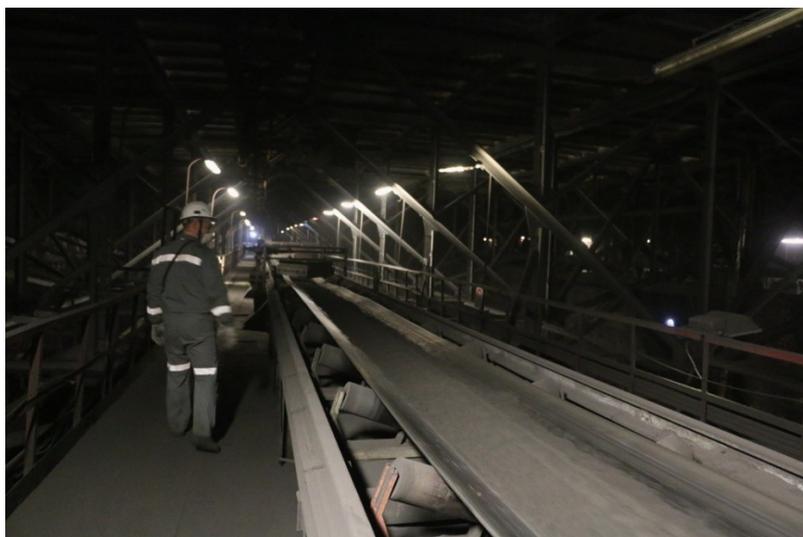


Рисунок 1 – Доставка медного концентрата на конвейере на шихтовку

Далее из концентрата формируются гранулы величиной до 10 мм, обжигаются в печах и доставляются в плавильный цех.

Основой процесса получения меди является плавка, при которой расплавленная масса разделяется на два жидких слоя - штейн-сплав (смесь сульфидов меди и других элементов) и шлак-сплав. Затем жидкий штейн продувают в конвертерах воздухом для того, чтобы окислить сернистое железо, перевести его в шлак и затем выделить черновую медь.

Далее, черновая медь отправляется на анодный участок где избавляются от основной части примесей. Там происходит огневой процесс рафинирования - окисление, восстановление, розлив анодов.

Одно из основных структурных подразделений ЖМЗ - цех подготовки шихты - дислоцируется в большом пятиэтажном здании. Именно сюда по концентратопроводу длиной полтора километра с обогатительной фабрики поступает медьсодержащая пульпа плотностью 15 процентов твердого продукта. В отделении сгущения пульпы в 30-

метровых чанах-сгустителях осаждается до плотности 70 процентов и насосами перекачивается в фильтровально-сушильное отделение, где при помощи вакуум-фильтров получается концентрат влажностью до 12 процентов. Его отправляют в сушильные барабаны, откуда выходит продукт влажностью до 6 процентов. Далее продукт конвейерами доставляется на шихтовку, где окомковывается в гранулы величиной до 10 мм. После обжига в печах фильтрующего слоя гранулы с содержанием влаги до 2 процентов по конвейерам отправляются в металлургический цех.



Рисунок 2 - Штейн-сплав

Одним из основных этапов контроля технологического процесса является измерение содержания металла, в нашем случае меди, в пульпе поступающей от обогатительной фабрики в ЖМЗ. Одним из основных измерительных инструментариев используемых на обогатительных фабриках стран СНГ является рентгенофлюорисцентный анализатор АР-31 или АР-31Н, производства ЗАО НПП «Буревестник».

Анализатор рентгеновский АР-31, показанный на рисунке 2 предназначен для непрерывного круглосуточного рентгенофлуоресцентного анализа химического состава растворов, суспензий и пульп в потоке. Прибор позволяет одновременно определять концентрации до 7 химических элементов в технологических продуктах с дискретностью 1 раз в 15 минут, при этом время измерения не превышает 40 сек.

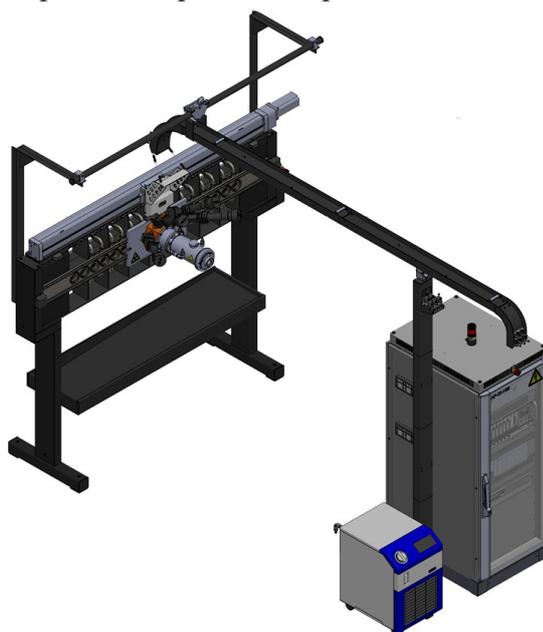


Рисунок 2 – Общий вид анализаторов рентгеновских АР, модель АР-31-НМ, с желобом

Таким образом, при проведении контроля содержания меди в продукте обогащения до осуществления плавки происходит определенное время, складывающееся из времени на доставку шихты к месту плавки и времени на доставку образца пульпы к анализатору (рисунок 3). При этом время доставки к месту плавки и время затрачиваемое на процесс измерения как бы перекрывает друг друга. Также необходимо учесть время, затрачиваемое на сам процесс измерения концентрации элементов в продукте обогащения.

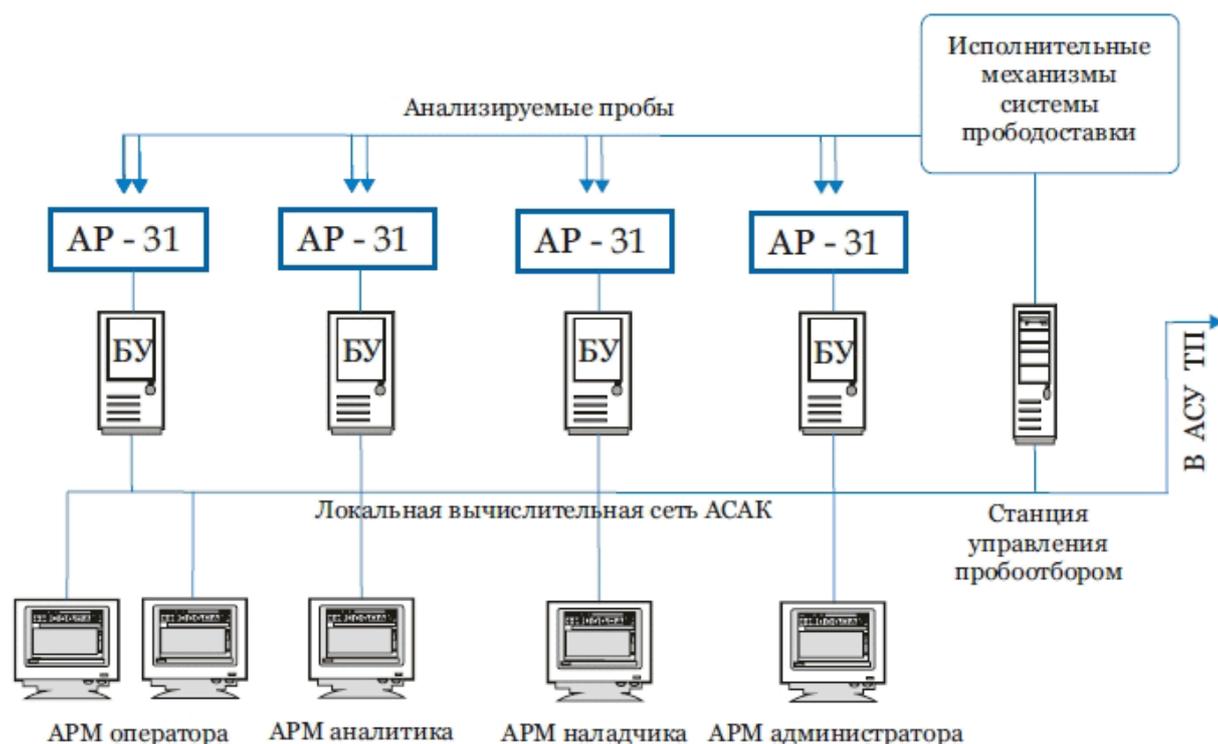


Рисунок 7 - Схема состава системы без устройств пробоотбора и прибородоставки

Анализаторы рентгеновские АР предназначены для измерений интенсивностей аналитических линий рентгеновской флуоресценции химических элементов, входящих в состав пульпы, суспензий и растворов, а также интенсивности рассеянного излучения рентгеновской трубки и конструктивно представляют собой стационарные напольные приборы модульной архитектуры.

Анализаторы рентгеновские АР выпускаются двух моделей: модель АР-35, модель АР 31-НМ

Анализаторы рентгеновские АР, модель АР-31-НМ, состоят из трех блоков: устройство спектрометрическое, стойка автоматического управления с установленным программным обеспечением «AR35», система охлаждения рентгеновской трубки. В состав анализаторов входит встроенное программное обеспечение «AR35», установленное в стойке автоматического управления. Опционно, анализаторы могут комплектоваться автоматизированным рабочим местом (АРМ). В состав АРМ анализатора входит компьютер или ноутбук с установленным ПО «AR31NM». В состав анализаторов входит автономное программное обеспечение «AR31NM». [2]

В анализаторе может быть установлено одновременно либо от 1 до 8 спектрометрических каналов, либо от 1 до 7 спектрометрических каналов и одна ППД-приставка (многоканальный спектрометр с полупроводниковым детектором). В анализаторе в зависимости от запроса потребителя устанавливаются 6, 10 или 15

измерительных кювет. В анализаторе установлены 2 гнезда для установки твердых реперных образцов. В зависимости от расположения стойки автоматического управления относительно устройства спектрометрического применяются либо желоба, либо кабель-каналы, предназначенные для укладки кабелей подключения блоков детектирования и высоковольтного источника питания рентгеновской трубки к стойке автоматического управления, водопроводных трубок от системы охлаждения рентгеновской трубки (рисунок 3).

Принцип действия анализаторов основан на рентгенофлуоресцентном методе, в котором измеряются интенсивности аналитических линий рентгеновской флуоресценции химических элементов, входящих в состав анализируемых материалов, а также интенсивности рассеянного излучения рентгеновской трубки.

Под действием первичного излучения рентгеновской трубки в анализируемом материале происходит возбуждение вторичного флуоресцентного излучения химических элементов, входящих в состав анализируемого материала. Флуоресцентное излучение, а также первичное излучение, рассеянное на анализируемом материале, проходят через окно измерительной кюветы и поступают в спектрометрические каналы. В каждом спектрометрическом канале, настроенном на соответствующую спектральную линию, происходит выделение этой линии из вторичного излучения. Далее излучение определенной длины волны направляется на окно блока детектирования, где оно преобразуется в электрические импульсы, которые затем считываются блоком регистрации, расположенным в стойке автоматического управления. При использовании полупроводникового детектора (ППД-приставки) одновременно может регистрироваться вторичное излучение от нескольких элементов и выделяться по уровню энергии излучения того или иного химического элемента посредством цифрового амплитудного анализатора. Выходными сигналами анализатора являются интенсивности (скорости счета) на аналитических линиях, использующиеся для идентификации и количественного определения содержания вещества в анализируемом образце.

Автоматизация процесса управления выплавкой меди сложная проблема, которая решение двух уровней задач:

- регулирование расхода реагентов в процессе подготовки пульпы;
- регулирование технологического процесса собственно плавки.

В условиях переработки нескольких сортов руд уровень потерь ценных компонентов будет связан как с не оптимальностью технологического режима, так и с изменением состава руды текущей добычи. Другим фактором является необходимость выдерживания задания по качеству концентрата, что особенно важно для селективных циклов флотации.

Перспективным направлением улучшения метрологических характеристик анализаторов является увеличение диаметра пучка рентгеновского излучения. Это делает анализ более представительным и сокращает время опробования до 5-10 минут.

Системы с пробоотбором сложны в эксплуатации, требуют практически постоянного присутствия высококвалифицированных специалистов для поддержания их в работоспособном состоянии, и имеют высокую эксплуатационную стоимость. Поочередное пропускание различных продуктов, имеющих разные содержания анализируемых элементов, через одну и ту же измерительную кювету, несмотря на промывку водой, "сглаживает" результаты измерения и, как правило, анализ содержания элементов в хвостах бывает завышенным.

В связи с вышеперечисленными недостатками эксплуатирующихся методов и систем аналитического контроля при разработке системы аналитического контроля были рассмотрены анализаторы с более высокими показателями по надежности, эргономичности, имеющих достаточную оперативность при выдаче результатов анализа в каждой контролируемой точке и положительно зарекомендовавших себя на Российских и зарубежных предприятиях. Были рассмотрены анализаторы «AP-31», «Courier-30» «XRA-

1600» фирмы «Svedala Autometrics» (Денвер, США) и «AMDEL-ISA» фирмы «Thermo-gamma metrics» (Австралия).

Для достижения теоретической статистической погрешности счета, периодичность выдачи анализов для системы построенной на «AP-31» составляет до 30 минут, соответственно, т.к. прободоставка и промывка перед каждым измерением занимает больше времени чем непосредственно измерение и обработка аналитического сигнала. Данный тип анализатора имеет хорошее соотношение сигнал/шум, имеет автоматическую стабилизацию интенсивности источника и работы детектора, благодаря чему точность определения содержания элемента близка к теоретической т.е. ошибка не превышает 0,1%.

Хотя анализатор «AP-31» относительно нестабилен в работе, имеет большую дискретность выдачи (30 мин) анализа его невысокая стоимость дает ему определенные преимущества перед зарубежными аналогами.

Окончательный выбор перспективного анализатора показывает, что применение анализаторов непрерывного действия весьма эффективно. С использованием анализатора AP-31 обеспечивается непрерывный многоэлементный анализ с интервалом до 1 мин, что создает техническую предпосылку полностью автоматизировать управление технологическим процессом обогатительной фабрики.

Упрощается технический состав системы экспресс анализа за счет исключения системы отбора и доставки проб; снижаются эксплуатационные затраты и требования к квалификации обслуживающего персонала; и. т.д. на сегодняшний день на обогатительной фабрике Жезказган цвет мед (рисунок 4)

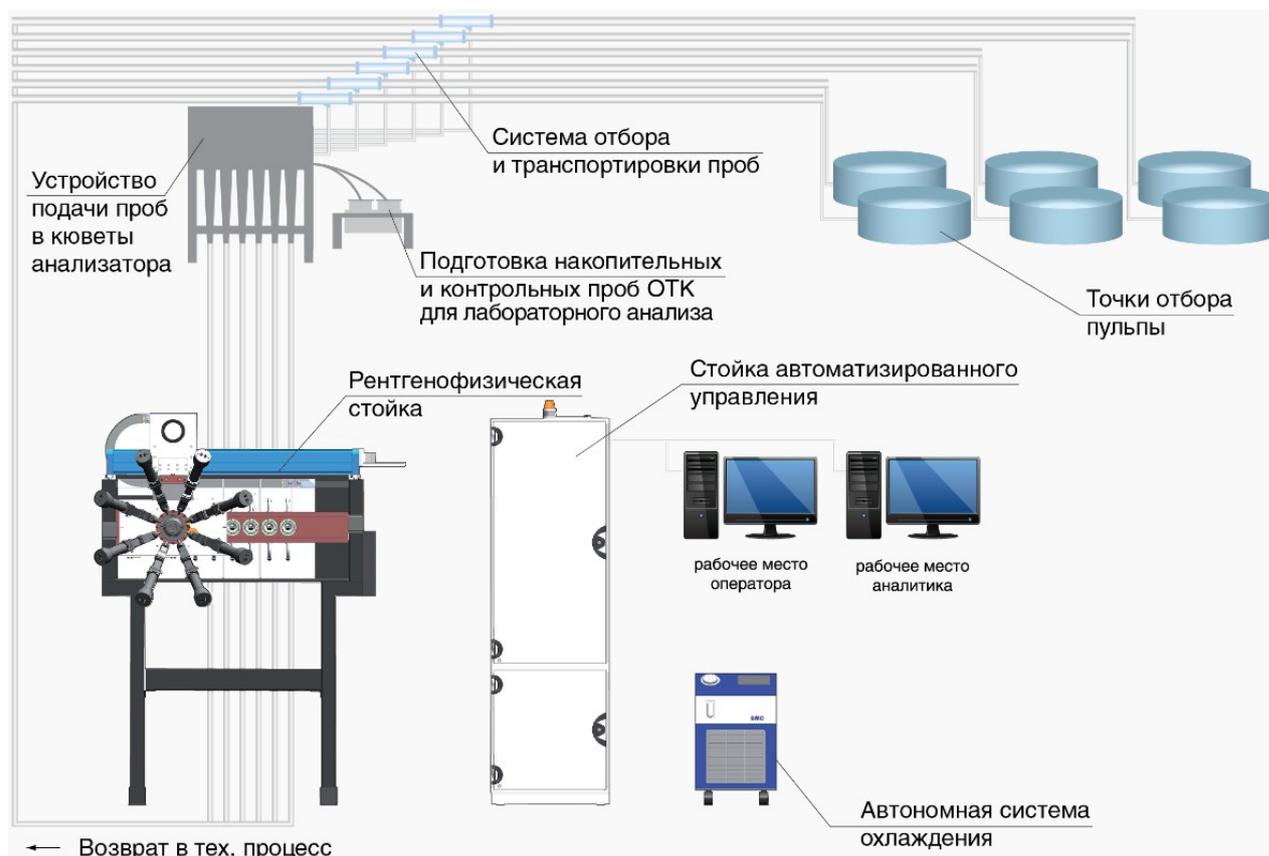


Рисунок 4 – Структурная схема контроля качества концентрата

Таким образом система контроля качества медного концентрата, построенная на базе анализатора AP-31 и его модификаций с использованием в ее составе серийно выпускаемых изделий, конструкций и приборов, позволяет проводить процесс измерения

достаточно точно с высокой достоверностью, кроме того она обладает достаточной экономической эффективностью.

Но для полного достижения высоких показателей необходимо решить ряд задач:

- ввести в программное обеспечение возможность получения и учета полученных данных при проведении горно- геологических изысканий с целью прогноза изменения концентрации меди в поступающей на обогатительную фабрику руды;

- при разработке алгоритма автоматического управления необходимо учесть время, затрачиваемое на выполнение как процесса доставки материалов по технологической цепочке, так и время затрачиваемое на процесс измерения и интерпретации его результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. 23 Февраля 2021 Жезказганскому медеплавильному заводу 50 лет! <https://kazakhmys.kz/ru/news/item-zhmz-50-let?ysclid=ltzjjqmf8m674263676>

2. Анализаторы рентгеновские АР Описание типа средства измерений Утверждено приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «16» февраля 2023 г. № 357 Регистрационный № 88269-23

3. Клейн, М. С. Опробование и контроль процессов обогащения: учебное пособие / М. С. Клейн, Т. Е. Вахонина – 3-е изд. – Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева. – Кемерово, 2022. – 147 с.

4. Каталог продукции для АСАК и АСОПП. ТЕХНОЛИНК Санкт-Петербург, 2022 – 80с.

5. Основы обогащения полезных ископаемых. Справочник по оборудованию. Metso Minerals. 2003. – 345с.

6. Автоматическая система аналитического контроля на базе АР-31 <https://www.technicalsystems.ru/Rentgenospektralnyy-analiz/Avtomaticeskaya-sistema-analiticheskogo-kontrolya-na-baze-AR-31?ysclid=lurzgny9w7509923431>

7. Кожахметов С.М. Новые эффективные процессы в пирометаллургии меди, никеля и золота: Избранные труды. – Алматы, 2015. – 406 с.

8. Л. Батаа, В.М. Авдохин, Оптимизация режимов коллективной и селективной флотации на основе оперативного рентгенофлюоресцентного анализа пульпы Семинар № 22 симпозиума «Неделя горняка-2008» с 281-287.

9. Эрдэнэзуул Жаргалсайхан, Морозов В. В. Оптимизация реагентных режимов флотации медно-молибденовых руд с применением экономико-ориентированных критериев // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 3. – С. 210–220.

10. Баласанян С.Ш., Симонян С.О., Геворгян Э.М. Компьютерная модель для стохастического управления технологическим процессом флотации руды с учетом надежности измельчительного оборудования Известия Томского политехнического университета. 2013. Т. 323. № 5 с 50-57