



АУДИТ систем отбора проб подготовлен компанией FLSmidth

Для «ССГПО», корпорация ERG, Казахстан

Дата: 19 октября 2018г.

Подготовлен: Виктор Кушнеров, специалист по контролю качества,
FLSmidth Мадияр Жасынов, директор, Repsample Energy



ИНФОРМАЦИЯ О КОМПАНИИ.....	3
ПРОЦЕСС УЧЕТА МЕТАЛЛОВ.....	4
10 ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ КОДЕКСА ЛУЧШИХ	
ПРАКТИК УЧЕТА МЕТАЛЛОВ AMIRA P754.....	6
УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ.....	7
ОТЧЕТНОСТЬ.....	7
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УЧЕТА МЕТАЛЛОВ.....	9
ВЕСОВОЙ УЧЕТ.....	13
ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ.....	13
МАССОВЫЙ РАСХОД НА КОНВЕЙЕРАХ.....	16
СЕРТИФИКАЦИЯ.....	17
КАЛИБРОВКА И СЕРТИФИКАЦИЯ (ПУЛЬПОВЫЕ ПОТОКИ).....	17
ПУЛЬПОВЫЕ ПОТОКИ.....	17
ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РАСХОДОМЕРЫ.....	17
РАСХОДОМЕРЫ ПУЛЬПЫ.....	18
КАЛИБРОВКА.....	19
МАССОВЫЙ РАСХОД В ОТКРЫТЫХ КАНАЛАХ.....	19
ИЗМЕРЕНИЕ МАССЫ В ШТАБЕЛЕ.....	19
МАССА В РЕЗЕРВУАРАХ И БУНКЕРАХ.....	20
ОТБОР ПРОБ.....	21
ТОЧНОСТЬ И ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТБОРА ПРОБ.....	22
МНОГОСТАДИЙНЫЕ СИСТЕМЫ ОТБОРА ПРОБ.....	24
МЕТОД ЭТАЛОННОГО ОТБОРА ПРОБ (BIAS TEST).....	24
ОТБОР ПРОБ ПУЛЬПЫ.....	25
ОТБОР ПРОБ ИЗ ШТАБЕЛЯ ИЛИ БУНКЕРОВ.....	25
ХРАНЕНИЕ ПРОБ.....	26
МАРКИРОВКА ПРОБ.....	26
ПОДГОТОВКА ПРОБ.....	27
ДРОБЛЕНИЕ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ПРОБ.....	27
СОКРАЩЕНИЕ/ДЕЛЕНИЕ ПРОБ.....	27
ХРАНЕНИЕ ПРОБ ПОСЛЕ ИХ ПОДГОТОВКИ.....	28
АНАЛИЗ.....	29
ЛАБОРАТОРНАЯ АККРЕДИТАЦИЯ.....	29
ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ.....	31
АУДИТ СИСТЕМ ОТБОРА И ПОДГОТОВКИ ПРОБ НА «ПГОК».....	32
ОТБОР ПРОБ.....	32
СКРП.....	34
СИСТЕМА ВЕСОВОГО УЧЕТА «ПГОК».....	38
РАСХОДОМЕРЫ И ПЛОТНОМЕРЫ.....	41
КАЛИБРОВКА ПЛОТНОМЕРОВ.....	41
ПОДГОТОВКА ПРОБ.....	42
РЕКОМЕНДУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОДГОТОВКИ ПРОБ В ОТК.....	45
ОБЩИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБНОВЛЕНИЮ СМЕЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ОТК.....	46
ИТОГОВАЯ ТАБЛИЦА АУДИТА СИСТЕМЫ УЧЕТА БАЛАНСА МЕТАЛЛОВ «ПГОК».....	47
РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ОТБОРА ПРОБ.....	50
ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ К РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ ВЕДОМОСТИ ПОСТАВОК И УСЛУГ.....	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	52
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.....	53
КНИГИ И СТАНДАРТЫ.....	55
ГЛОССАРИЙ КОДЕКСА.....	56

FLSmidth — транснациональная компания с штаб-квартирой в Копенгагене (Дания), занимающаяся разработкой технологий и производством оборудования для горнодобывающей, обогатительной и цементной промышленности. Объединяет 125 компаний в 15 странах мира, предоставляет полный пакет услуг по заводскому и эксплуатационному обслуживанию, снабжению запчастями, обучению и инновационным решениям.

Компания FLSmidth является ведущим мировым поставщиком оборудования и услуг для горно-обогатительной отрасли. В группу FLSmidth входят всемирно известные производители оборудования: ABON, Buffalo, Conveyor Engineering, Технологическая лаборатория Dawson (DML), Decanter, Dorr-Oliver, EIMCO, ESSA, FLSmidth Automation, Fuller-Traylor, KOCH, Knelson, Krebs, Ludowici, Möller, MVT, Pneumapress, RAHCO, Raptor, Shriver, Summit Valley, Technequip, WEMCO и др.

Сегодня компания FLSmidth предлагает комплексные решения по созданию целых фабрик от Единого Поставщика, позволяющие сократить время реализации проекта, уменьшить затраты и обеспечить высокий уровень качества.

ПРОЦЕСС УЧЕТА МЕТАЛЛОВ

Товарный учет металлов обеспечивает взаимодействие между предприятиями металлургической отрасли и финансово-коммерческими структурами компании. Он должен осуществляться в соответствии со стандартами учета информации, касающейся потоков и перемещения металлов, и сам термин «в соответствии со стандартами учета» включает такие критерии, как точность, целостность, безопасность и возможность проверки, которые должны соблюдаться. В свою очередь, возможность проверки требует, чтобы все исходные данные могли прослеживаться, а все изменения санкционироваться и регистрироваться с указанием причин таких изменений, а также для создания пометок «для аудита». Существуют законодательные требования в отношении сроков хранения учетной документации по металлу, которые составляют не менее пятнадцати лет, хотя в оптимальном случае документация должна храниться постоянно.

Учет металлов является плановым видом деятельности, основанном на отчетном периоде (как правило, один месяц), который обычно определяется требованиями компании к отчетности, но может также определяться конкретными требованиями к отчетности по той или иной операции.

Первичный учет определяется как баланс по всему предприятию, и он является основным объектом изучения в настоящем Кодексе. Зачастую из-за временных задержек в ходе производства или инвентаризации, важные расчеты могут быть осуществлены по окончании более длительного периода, например, квартала. Если выбранный расчетный период является относительно большим по сравнению со временем осуществления процесса, то массовый баланс может состояться с использованием всех имеющихся данных. В том случае, если массовый баланс указывает на большой неучтенный остаток, это может свидетельствовать о наличии проблем в методах измерения массы или отбора проб и анализа. Источник этих проблем может быть устранен путем проведения массовых балансов на небольших участках по всему предприятию, и эта процедура называется «Вторичный учет». Он используется для определения места накопления запасов, задержек во времени, а также наличия каких-либо проблем с измерениями, и проводится с помощью различных методов. Эти методы используются для согласования баланса в целях оценки погрешностей, других ошибок или неизвестных потерь, а также для определения того, где следует сосредоточить усилия для улучшения массовых измерений, процесса отбора проб и анализа.

Учет определяется по следующей формуле:

$$1 \text{ Учет (\%)} = \frac{\text{сумма всей выпускаемой продукции} + \text{изменение запасов и товарно-материальных запасов}}{\text{сумма всех исходных ресурсов}} \times 100$$

[Уравнение 7.6]

Уравнение также должно быть определено с точки зрения ограничений, обеспечивая проверку временной согласованности входных и выходных данных, а также изменения запасов. Расчет должен сопровождаться четким указанием доверительных границ, рассчитанных на основе компонентных измерений.

Альтернативная форма расчета учета заключается в следующем:

$$2 \text{ Учет (\%)} = \frac{\text{сумма всей выпускаемой продукции} + \text{запасы на конец периода}}{\text{сумма всех исходных ресурсов} + \text{начальные запасы}} \times 100$$

[Уравнение 7.7]

Уравнение 1 не учитывает необорачивающиеся технологические запасы, в то время как уравнение 2 обеспечивает 100-процентный учет таких запасов. Если объем этих необорачивающихся запасов достаточно велик по отношению к производительности в отчетном периоде, уравнение 2 повышает показатель учета, приближая его к 100%, и создает стимул для хранения и управления крупными запасами. Поскольку целью системы учета металлов является оценка отчетности за определенный отчетный период, в расчетах нужно применять уравнение 1 в соответствии с настоящим Кодексом.

Как правило, под запасами предприятия подразумевается любой материал, полученный в результате предыдущей технологической операции, но еще не включенный в технологический процесс, либо материал, произведенный для отгрузки, но который еще не был отгружен (находится на складе). Любой материал, поступивший в технологический процесс, но не обработанный в качестве продукта для участия в следующем процессе, определяется как пром. продукт.

Изменения, применяемые к каждому измеренному значению для достижения этого баланса, называются Корректировками. Когда корректировки анализа или массового расхода делятся на расчетное стандартное отклонение соответствующего измерения, они могут быть описаны как «взвешенные» корректировки. Если все измерения, используемые в металлургическом балансе, относительно точны, ожидаемое значение какой-либо корректировки близко к нулю. Распределение корректировок также происходит в обычном порядке, но все корректировки, рассчитанные на основе баланса, будут статистически зависимы или коррелированы. Можно предположить, что взвешенные корректировки должны иметь удельную дисперсию, поскольку они были разделены среднеквадратическим отклонением, но это не так, поскольку уравнения баланса вводят ограничения между значениями корректировок.

Любая из задач баланса будет иметь определенное количество степеней свободы, которые зависят от взаимосвязи технологических потоков и измерений (массовые расходы и количество составляющих баланса, а также является ли сбалансированным общий массовый расход, а другие виды расходов).

Чтобы проверить, являются ли взвешенные корректировки, применяемые к данным, слишком большими, можно воспользоваться тем преимуществом, что взвешенная сумма квадратов корректировок приблизительно равна хи-квадратному значению. Затем к взвешенной сумме значений квадратов можно применить тест на соответствие. Если результат превышает значение хи-квадрата на 95% уверенности для соответствующего числа степеней свободы, то задача остается нерешенной. Либо оценки точности данных неверны, либо фактическая точность комбинации измерений является ниже заявленной. Одно или несколько значений, используемых в балансе, могут иметь отклонения. Причина избыточной суммы квадратов должна быть изучена. В таких случаях необходимо составлять Отчет об исключительной ситуации.

10 ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ КОДЕКСА ЛУЧШИХ ПРАКТИК УЧЕТА МЕТАЛЛОВ AMIRA P754

1. Система учета металлов должна основываться на точных измерениях массы и содержания металлов. Система должна соответствовать принципу CI-CO (Check-In – Check-Out, сколько вошло – столько и вышло) и использовать лучшие практики Кодекса при расчете текущего баланса металлов и других товарно-сырьевых ресурсов. Система учета металлов должна быть интегрирована с системами управления предприятием и обеспечивать передачу информации в такие системы.

2. Система должна быть логичной и прозрачной, а источники данных – явными и понятными для всех пользователей. Конфигурация системы должна учитывать результаты оценки рисков всех аспектов процесса металлургического учета.

3. Во избежание становления системы учета металлов зависимой от одного человека, процедуры учета должны быть детально задокументированы и удобны в использовании для оперативного применения любыми профильными специалистами предприятия. Такие процедуры также должны включать понятное описание методов контроля и журнал регистрации событий. Процедуры расчета параметров и баланса должны соответствовать требованиям настоящего Кодекса и согласовываться с четко прописанными правилами обработки данных.

4. Как указано в соответствующих разделах настоящего Кодекса, система должна подвергаться постоянному внутреннему и внешнему аудиту, с целью обеспечения соответствия всем аспектам определенных ранее процедур. Такие ревизии должны включать оценку рисков и рекомендации по минимизации их последствий в случае наступления.

5. Результаты расчета должны предоставляться своевременно, в соответствии с потребностями операционной отчетности. Система должна передавать данные в другие учетные системы предприятия, облегчать корректировку или расследование проблем. По каждому случаю расследования должен готовиться детальный отчет, включающий в том числе комментарий руководства по решению проблемы. По завершению расследования план действий для решения проблемы должен быть утвержден компетентным лицом.

6. В случаях, когда для соблюдения сроков подачи отчетности необходимо использовать предварительные данные, например, в конце месяца, когда сроки обработки показателей последних смен не позволяют оперативно составить месячный отчет, необходимо строго определить процедуру и уровни доступа для последующей замены предварительных данных фактическими. Кроме этого, на случай обнаружения неслучайных ошибок, таких как некорректный перенос данных или подтвержденные ошибки измерительного оборудования, должны быть определены процедуры исправления и распределены права доступа для их выполнения.

7. С целью проверки система должна агрегировать достаточный объем данных для обеспечения обработки перемещений металлов/товарно-сырьевых ресурсов, согласования баланса металлов/товарно-сырьевых ресурсов, расчета точностей и обнаружения ошибок. При этом, агрегированные данные не должны содержать постоянных систематических погрешностей. Процедуры измерения и расчета также не должны содержать систематических погрешностей определенного критического уровня.

8. По всем потокам, принимаемым во внимание при расчете баланса, должны быть определены целевые значения точности для измерений массы, для процедур отбора проб и проведения лабораторных анализов. Фактические точности параметров извлечения металлов, основанные на фактических точностях, определенных статистическим анализом первичных измеренных значений показателей, полученных в течение отчетного периода, должны указываться в отчете для комитета по аудиту. Если такой отчет содержит отклонения, которые компания сочтет значительными, акционеры должны быть извещены о каждом таком случае.

9. Показатели незавершенного производства должны проверяться путем инвентаризации в установленные интервалы времени, но не реже одного раза в год. При этом в системе необходимо явно определить процедуры и уровни доступа для последующей корректировки значений запасов, обработки неучтенных потерь или прироста.

10. Система учета металлов должна гарантировать что предприняты все усилия для максимально оперативного определения любого возможного отклонения, и обеспечить возможность исключения или снижения до допустимого уровня влияния источника такого отклонения во всех процедурах измерений, отбора проб, лабораторных анализов, когда такой источник определен.

УПРАВЛЕНИЕ ДАННЫМИ

Функционирование Системы учета металлов представляет собой накопление и оценку данных технологического процесса (например, измерения объемов и анализ) из различных источников. Сбор, обработка и управление данными в значительной степени требует действий, связанных с учетом металлов. Эффективное, безопасное и надежное управление данными значительно повышает производительность Системы учета металлов.

Целью управления данными является создание массивов информации из данных, полученных из различных источников на объекте, чтобы предотвратить систематические и грубые погрешности. Производственные (например, измерения объемов) и лабораторные данные (например, данные лабораторных исследований) должны быть интегрированы в единый пользовательский интерфейс для облегчения процесса учета металлов. В то же время важно обеспечить независимую друг от друга работу лиц, ответственных за ввод эксплуатационных данных, и лиц, ответственных за ввод аналитических результатов в систему.

ОТЧЕТНОСТЬ

Система учета металлов должна генерировать соответствующие отчеты за различные временные и учетные периоды.

Основная цель этих отчетов заключается в следующем:

- предоставить баланс металлов и желаемых составляющих за отчетный период (как правило, это ежемесячный отчет, плюс квартальные или полугодовые отчеты по проверяемым финансовым отчетам компании)
- своевременно предоставлять эту информацию руководству завода и финансистам
- выявить несоответствия и проблемные области в представленных данных
- указывать уровень ошибочности во всех представленных результатах и их сравнение с целевыми уровнями

В качестве вторичной цели отчеты используются в следующих целях:

- содействие в постоянном предоставлении информации для диагностики проблем в эксплуатации, работе и контроле предприятия в течение более коротких периодов времени, чем это требуется для целей финансовой отчетности (еженедельно или ежедневно)
- помощь в прогнозировании технологических процессов и результатов для будущего планирования

- предоставлять информацию о неточностях и несоответствиях во входных данных

Для достижения этих целей отчеты должны отвечать следующим требованиям:

- быть подготовленными персоналом, прошедшим надлежащую подготовку и разбирающимся в источниках и значении вводимых данных

- включать данные, для которых требуется минимальное количество вводов / повторных вводов вручную. Оптимальным вариантом является однократный ввод данных или сбор данных непосредственно из SCADA, LIMS или аналогичных систем.

- включать обоснованные и определенные допущения об ошибках по всем исходным данным, которые были получены в результате использования признанных процедур определения ошибок, если точность и достоверность данных была определена общепризнанным методом

- применение утвержденной процедуры выверки массового баланса, выявления вводимых данных, в которых допускаются неправомерные (фальшивые) ошибки, определения необъективности, а также содействия в принятии мер по исправлению положения, если это оправданно

- наличие четкой отслеживаемости источников всех вводимых ресурсов

- быть окончательными, и не подлежащим корректировке или изменению без письменного разрешения ответственного лица. Любые санкционированные изменения должны документироваться для общей доступности

- быть доступным для всех авторизованных лиц, и иметь надлежащую защиту от несанкционированного доступа

- быть как можно более простым и возможными к адаптации относительно изменяющихся условий и технологических планов

- быть рассмотрены и подписаны Комитетом по металлургическому учету или другим соответствующим органом для последующего утверждения Комитетом Совета директоров по аудиту

- соответствовать Международным стандартам аудита, изложенным в МСФО (IAS) 2

- четко обозначать эффективность ключевых показателей

- включать сопоставление данных за прошлые периоды в течение более длительного периода, для определения долгосрочных тенденций.

Важным моментом при передаче материалов является взаимосвязь между горнодобывающими и комбинатовскими операциями. Оценка объема металла, поставляемого рудником, должна быть сверена с оценкой, полученной на фабрике. Как правило, принимаются полученные значения, но периодически при значительных расхождениях в оценках требуется вносить коррективы.

Серьезной проблемой может быть правильность составления внутренних электронных таблиц, используемых для учета металлов, которые могут быть изменены персоналом с учетом конкретных потребностей отчетности. Поэтому в учете металлов следует избегать использования таких электронных таблиц. На сегодняшний день предусмотрены различные пакеты программного обеспечения для коммерческого учета металлов, которые следует использовать по собственному усмотрению. При использовании собственных электронных таблиц должны быть установлены четкие правила их создания с указанием необходимости их хранения в одном файле, без использования нескольких связанных файлов и без включения макросов или любой другой подформы программирования. Это нужно для того, чтобы обеспечить простоту использования системы, а также возможность ее технического обслуживания при отсутствии первоначального разработчика. В правилах также необходимо указать, что система должна получать оригинальные входные данные, который подлежат независимой проверке, и эти входные данные не могут быть получены через ссылки на любой другой файл или систему, кроме

систем регистрации данных; таким образом система товарного учета будет защищена от поддельных формул, вводимых из других источников. Правила также должны предусматривать невозможность внесения изменений в учетные данные, если только эти изменения не будут полностью обоснованы в письменном отчете, задокументированном и утвержденном на соответствующем уполномоченном уровне.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМ УЧЕТА МЕТАЛЛОВ

Прежде всего, данные металлургического товарного учета создаются для управленческих целей. Тем не менее, результаты работы системы учета металлов включаются в финансовую отчетность компании, и, как таковая, система должна быть прозрачной и сопровождаться четко определенным аудиторским контролем. Проектирование системы учета должно стать частью комплексной системы контроля качества, и должно включать тщательную идентификацию точек измерения массы и отбора проб, необходимых для составления точного баланса металла. Проектирование также должно охватывать детальное описание оборудования, калибровки, технического обслуживания и повседневной эксплуатации соответствующей системы. Однако, проектирование системы учета металлов не следует рассматривать в качестве второстепенной задачи, включаемой в финальное проектирование технологических линий на поздней стадии. На таких этапах изменения, связанные с установкой оборудования для учета металлов, являются дорогостоящими и могут привести к компромиссам в установке оборудования, что может негативно сказаться на его работоспособности и долгосрочной производительности.

Спецификация системы учета металлов должна соответствовать настоящему Кодексу и включать в себя четкий набор целей, в том числе:

- Система сбора данных и управления ими
- Интервалы, даты и сроки представления отчетности/данных
- Пробы, частота отбора проб, процедуры подготовки проб и необходимые анализы, а также перекрестные аналитические процедуры и целевые погрешности
- Точки измерения массы, типы измерительных приборов и требуемая точность
- Правила и процедуры отчетности по всем результатам работы системы товарного учета
- Уровни полномочий по утверждению данных, обработке и утверждению изменений в данных
- Разграничения ответственности в товарном учете
- Процедуры и частота проведения инвентаризации

Основные цели системы учета металлов:

- своевременное формирование баланса металла с точки зрения принятия необходимых операционных решений, в дополнение необходимости его внесения в финансовую отчетность
- финансовый риск, связанный с системой учета металлов, поддается количественной оценке и управлению
- прозрачность системы, наличие контрольного журнала и хорошо документированных процедур в соответствии с международными или национальными стандартами в отношении измерения массы, отбора и подготовки проб, а также анализа
- система включает необходимые процедуры контроля и статистического анализа, позволяющие количественно оценить отклонения в измерениях массы, отборе проб и аналитических процедурах

- аудит системы проводится с заранее определенной периодичностью группой квалифицированных специалистов (как специалистов компании, так и привлеченных экспертов).
- установлены четкие уровни полномочий и четкие процедуры работы с учетными данными по металлам и внесения любых корректировок в них
- определены разграничения ответственности для всех операций, охватываемых системой, и установлены четкие процедуры учета, а также требования к соответствующим средствам отбора проб и массовым измерениям.

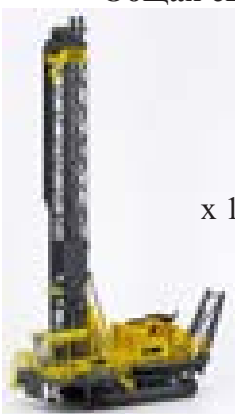
На сегодняшний день существует несколько пакетов программного обеспечения для коммерческого учета металлов, предназначенных для составления учетных данных по металлам с использованием центральной базы данных. Это программное обеспечение отличается удобством для пользователя и минимальными требованиями знаний персонала отдела баланса. Такие программы предпочтительней самостоятельно разработанных электронных таблиц, так как такие таблицы легко повредить и тяжело задокументировать надлежащим образом. Тем не менее, на некоторых предприятиях ручной ввод данных в журналы учета оператора и их перенос в электронные таблицы является обычной практикой. Электронные таблицы не позволяют контролировать ввод данных; данные можно с легкостью дублировать, потерять, или ошибочно ввести в таблицу. Кроме того, в электронных таблицах часто отсутствует обоснование расчетных формул, а если оно и есть – его легко потерять, особенно если разработчик продолжит другую работу. Это делает электронные таблицы уязвимыми для ошибок и необоснованных расчетов. По этим причинам следует избегать ввода данных в электронные таблицы.

Карьер

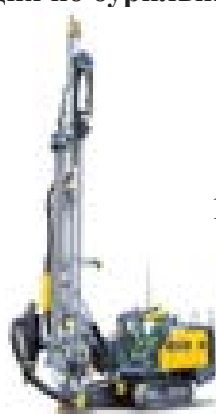


Рисунок 1.

Общая сводная информация по бурильным установкам и контролю качества в карьере



x 14 (PV 275)



1 x Flexi-ROC L8



1 x Christensen 140

Параметры бурения на ПГОК: квадрат с шагом 10м, глубина 11,5м

Параметры бурения на ЕГОК: квадрат с шагом 15м, глубина 17м

Опробование осуществляется с каждой скважины. Общая проба скважины сокращается на конусном делителе, накапливается в приемной емкости и по мере необходимости отправляется в исследовательскую лабораторию на ГОК.

Вывод: Данная процедура является наиболее оптимальной для опробования при бурении. Однако, для получения более оперативных данных по качественным характеристикам скважин и для своевременной организации планирования горных и взрывных работ – рекомендуется организовать модульную лабораторию подготовки и анализа проб в непосредственной близости от карьеров (ПГОК, ЕГОК).

Лаборатория (Карьер)

Создание новой комплексной лаборатории в близости от карьеров позволит достичь следующих преимуществ:

- оптимизация логистики (транспортировка проб из карьеров в исследовательскую лабораторию)
- ускорения процесса подготовки проб и анализа
- использование современного оборудования (высокопроизводительные, безопасные и надежные системы подготовки проб и анализа) взамен морально устаревшей аппаратуры в ИЛ
- сокращение кол-во стадий подготовки проб (переход на упрощенную схему подготовки), снижение влияние человеческого фактора (ошибок ручных операций сокращения, многостадийного дробления)

Принципиальная схема подготовки проб бурильных установок (керн, шлам), применяемая ведущими коммерческими лабораториями (SGS, ALS, Intertek, MinAlytica и др.)

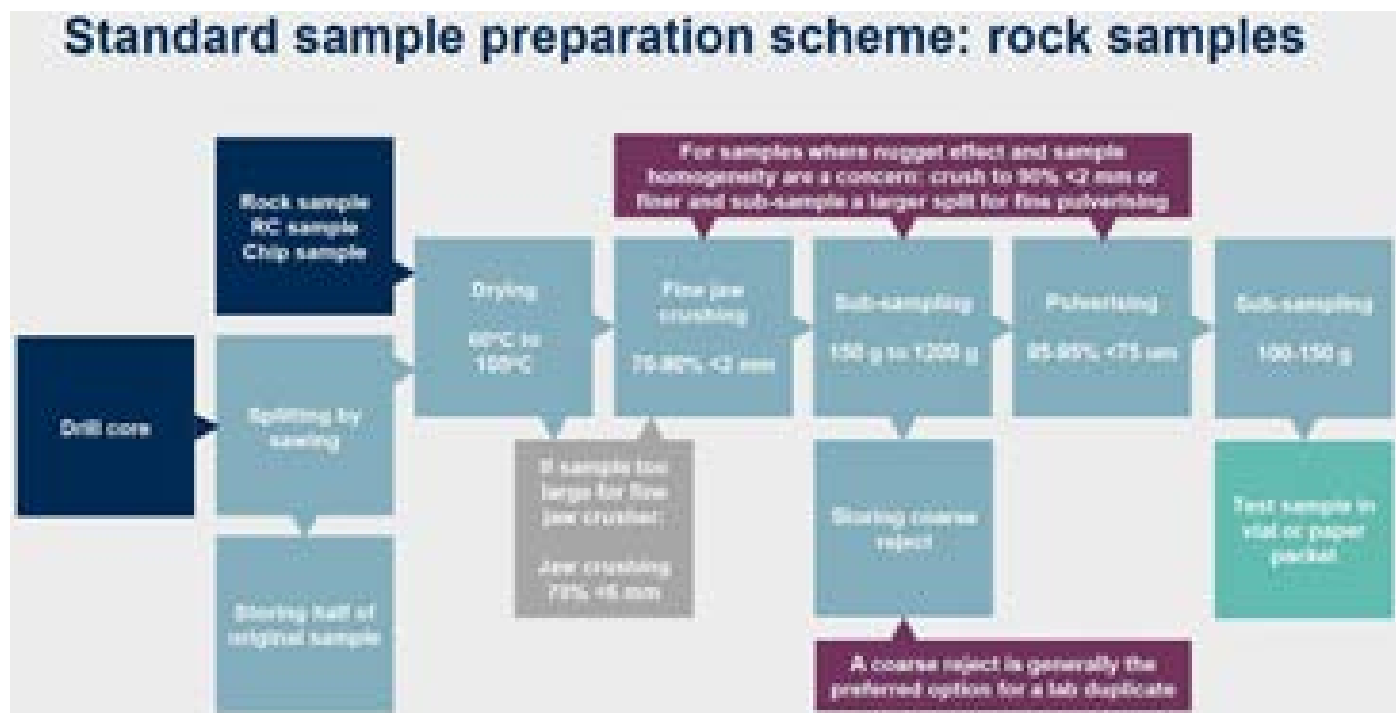


Рисунок 2.

Стандартный комплект оборудования, который может применяться в лаборатории подготовки проб.

Сушильный шкаф DO1/DO2

Применяется для одновременной сушки большого количества лабораторных проб. Шкаф оснащен специальной напольной передвижной тележкой для простой загрузки/выгрузки проб. Корпус шкафа состоит из прочной стальной основы с оцинкованными вставками. Установленные вентиляторы равномерно распределяют поток воздуха внутри рабочей камеры.

Объем камеры: 1-2 м²

Щековая дробилка JC2501/JC1250

Мощная высокопроизводительная дробилка с высокой степенью дробления. Дробилка эффективно и быстро измельчает крупнокусковую руду или окатыши. Регулировка зазора щек осуществляется через цифровой индикатор. Массивная конструкция позволяет обрабатывать большие объемы проб, а уникальный зажимной механизм вала постоянно поддерживает заданную степень измельчения.

Максимальный размер куска: до 110/70 мм

Минимальный размер продукта: -2 мм (85%)

Производительность: до 180 кг/ч

Сократитель RSD

Применяется для равномерного представительного деления пробы в заданных пропорциях. Проба поступает в сократитель с заданной постоянной скоростью в виде падающего потока материала, который разделяется на равные пробы при вращении сегментарных приемников.

Объем сократителя: 5/10/20/30/40/50/60 л

Количество приемных емкостей: 4/6/8/10/12

Кольцевая мельница LM2

Применяется для быстрого, равномерного измельчения проб до аналитической тонкости (менее 75 мкм). Является усовершенствованной модификацией традиционной вибрационной кольцевой мельницы. Идеально подходит для рутинной подготовки большого количества гомогенных проб в лаборатории. Дополнительно оснащается устройством MillMate для переноса размольных гарнитур с минимальными усилиями оператора.

Объем размольных гарнитур: 50/100/125/300/400/800/1000/2000 мл

Материал размольных гарнитур: сталь, хром. сталь, карбид вольфрама (125мл)

Масса пробы: 40-1600 г

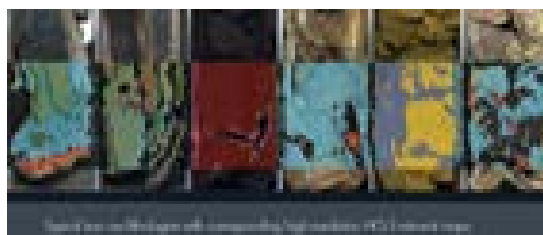


Рисунок 3.



Рисунок 4.

Варианты исполнения комплексной лаборатории подготовки проб и анализа могут быть различные:

- Контейнерное (размещения в 20/40 футовых контейнерах, которые соединены между собой в различных вариантах модификаций)
- Модульное (каркасное, быстровозводимое здание в один уровень)
- Капитальное (строительство здания для размещения комплексной лаборатории)

Обычно, горно-добывающие предприятия останавливаются на первых двух вариантах в связи с относительной дешевизной решения, возможной мобильности в будущем и меньшим количеством разрешительных документов (со стороны местных и государственных инспекций).

Для более детальной проработки бюджетного технико-коммерческого предложения на создание комплексной лаборатории, потребуется организация базового инжиниринга.



Рисунок 5 – Контейнерное (слева) и модульное (справа) исполнение лаборатории

Весовой учет

Одним из основных составляющих звеном корректной системы учета баланса металлов – является учет количества всех ключевых потоков. Стандартными решениями в горно-металлургическом производстве являются: платформенные весы, конвейерные весы, расходомеры и различные современные сенсоры (лазерные, оптические системы).



Рисунок 6.

Оборудование для взвешивания

Статические весы обеспечивают наиболее точный и надежный метод измерения массы и должны применяться, если позволяют обстоятельства, в целях коммерческого/товарного учета, первичного и вторичного учета металлов.

Сертифицированное взвешивание в движении также может использоваться для первичного учета металлов, но только для железнодорожного транспорта.

В целях учета металлов сертифицированные электромеханические конвейерные весы являются предпочтительной заменой статическим весам, если статическое взвешивание невозможно.

При правильной установке, эксплуатации и калибровке общий диапазон точности может колебаться от $\pm 0,05\%$ до $\pm 0,2\%$ для платформенных весов и от $\pm 0,1\%$ до $\pm 0,5\%$ для мостовых весов при измерениях полной нагрузки. Для бункерных/контейнерных и крановых весов эквивалентные значения составляют от $\pm 0,1\%$ до $\pm 0,25\%$ и от $\pm 0,15\%$ до $\pm 0,4\%$, соответственно.

Для взвешивания в движении, при условии соблюдения основных принципов тарирования каждого грузового автомобиля или жд вагона и контроля скорости движения, возможна погрешность в $\pm 0,5\%$.

Погрешность взвешивания конвейерных весов в большинстве случаев должна составлять $\pm 0,5\%$ при условии соблюдения всех указаний по выбору, проектированию, установке, эксплуатации и калибровке.

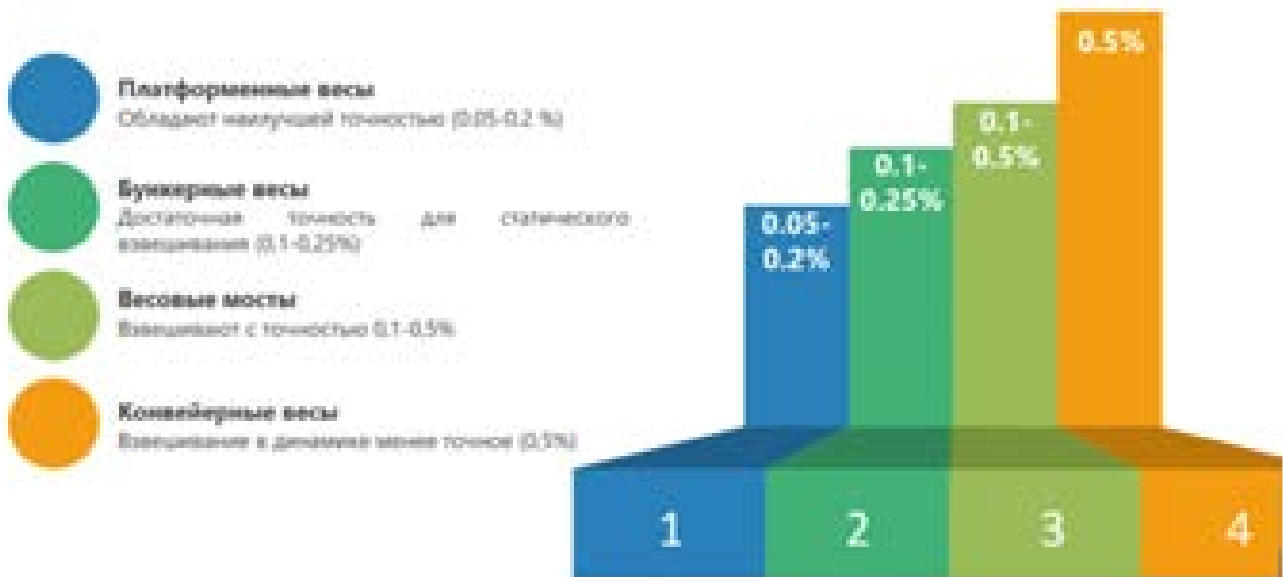


Рисунок 7.

Массовый расход на конвейерах

Конвейерные весы позволяют непрерывно взвешивать большое количество сыпучих материалов, перемещаемых на конвейерных лентах, без прерывания процесса. Конвейерные весы делятся на три класса точности (OIML R50-1 1997).

Класс (OIML)	Паспортные данные	В работе (не лучше)	Назначение
0.5	+/- 0.25%	+/- 0.5%	Учет баланса
1	+/- 0.5%	+/- 1%	Вторичный Учет баланса
2	+/- 1%	+/- 2%	Контроль технологии



Рисунок 7.

В качестве минимального требования, весы с максимально допустимыми погрешностями в классе 0,5 OIML, или соответствующий эквивалент местного национального стандарта, должны использоваться для целей первичного учета, торговли, коммерческой деятельности и они являются единственными весами, которые могут быть сертифицированы (товарный учет). Класс 1 OIML (или его эквивалент) требуется для вторичного учета и класс 2 для менее важных задач, таких как управление или мониторинг технологии.

Стандарта ISO для взвешивания не существует, другие национальные стандарты могут определять допустимые погрешности для различных классов конвейерных весов, и они в значительной степени основаны на принципах, изложенных в рекомендациях OIML. Следует отметить, что некоторые из этих стандартов могут относиться к разным классам или вовсе не иметь их (в предыдущем издании рекомендации OIML было только два класса), при этом JIS B 7606 имеет шесть классов, а руководство NIST 44 касается только одного класса и определяет максимальное **отклонение** в 0,25% пробной нагрузки, как во время обслуживания, так и при **тестировании материала**. Поэтому при сертификации важно убедиться в соблюдении национальных норм и правил, поскольку конкретные требования и спецификации для испытаний могут незначительно отличаться.

Как правило, статические весы более точны, чем конвейерные, и они также обладают более высокой степенью **чувствительности**, поскольку взвешивают большее количество материала за один раз. Кроме того, фактическая точность конвейерных весов зачастую хуже ожидаемой, так как на это влияют множество факторов: условия окружающей среды, запыленность, налипание, вибрация, тарировка, калибровка, эксплуатация и т.д.

Вес, определенный конвейерными весами, является массой во влажном состоянии, так как большинство сыпучих материалов содержат влагу. Содержание влаги в материалах часто варьируется, поэтому важно отбирать пробы для определения влажности через равные временные промежутки в соответствии с утвержденными процедурами, чтобы обеспечить точность в измерении влажности.

Сертификация

Сертификация разнится для каждой конкретной установки, а требования могут варьироваться в зависимости от страны. Проектирование, установка, эксплуатация и калибровка должны осуществляться в соответствии с надлежащими и четко определенными внутриорганизационными процедурами, в целях достижения и поддержки максимальной погрешности в $\pm 0,5 \%$.

Калибровка и Сертификация (пульповые потоки)

Для целей учета металла первоначальная калибровка и сертификация прибора должны быть выполнены в соответствии с ISO 4185 или ISO 8316 (или национальными аналогичными стандартами) в испытательной лаборатории, аккредитованной в соответствии с ISO/IEC Guide 25 или ISO 17025. Эта сертификация проводится на водной поверхности. Неопределенность следует оценивать с учетом стандартов ISO/TR 7066-1 и 7066-2 и ISO/TR 5168.

Для критических потоков металла, таких как загуститель или флотационное сырье, где измерение применяется для первичного учета, прибор должен регулярно калиброваться на фактическом материале помимо начальной калибровки, проводимой в испытательной лаборатории.

Калибровку можно выполнять тремя способами:

- Объемный метод
- Весовой метод
- Сравнение со стандартным измерителем

Тем не менее, калибровка на местах часто бывает неточной, а конструкция и компоновка откалиброванных взвешивающих или объемных резервуаров и системы отвода потока недостаточно проработаны. Кроме того, система должна быть точно спроектирована для обеспечения достаточной точности измерения объема или веса, а также времени расхода (которое должно в 5 раз превосходить требования для расходомера). Хотя стандарты ISO 4185 и 8316 предназначены для аккредитованных испытательных центров, эти принципы применимы к внутризаводской калибровке. Кроме того, счетчики можно снять и протестировать в различных утвержденных учреждениях. Тем не менее, в настоящее время нет ни одного объекта, способного проводить испытания счетчиков на пульповых потоках. Это также предполагает транспортировку большого количества материала на объект. Также возможна серийная установка эталонного измерителя с проверенной стабильностью и точностью работы.

Пульповые потоки

Электромагнитные расходомеры

В ГМК, пульпа является абразивным материалом и, как правило, имеет различные размеры частиц, находящихся в режиме смешанного потока. Электромагнитные расходомеры наиболее подходят для таких случаев, при условии, что жидкость является токопроводящей. Их ассортимент насчитывает большой диапазон размеров и материалов конструкции в зависимости от области применения. Измерение не зависит от давления, температуры или вязкости. Измерительная труба не имеет подвижных частей и не имеет ограничений по сечению трубы.

Однако они могут использоваться только на электропроводящих жидкостях, и на них влияют изменения минералогии, размера частиц, скорости и магнитных составляющих пульпы. Для работы с этими магнитными веществами существуют измерители специальной конструкции, которые показывают удовлетворительные результаты при условии, что содержание магнитных полей в пульпе стабильно. Электромагнитные расходомеры способны давать точность в $\pm 0,5\%$ либо выше на воде или чистых растворах, при условии их установки и калибровки в соответствии со стандартизованными процедурами. Как правило, точность для пульпы значительно ниже.

Расходомеры должны изготавливаться в соответствии с международным стандартом. Должны соблюдаться стандарты (ISO 6817, ISO 9104:1991, ISO 13359, ASME MFC-16M-1999) на установку, калибровку и методы оценки их эффективности. Изготовители также предоставляют рекомендуемые параметры для установки расходомеров. Важно, чтобы при установке предпринимались меры безопасности и гигиены труда, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию, техническое обслуживание и калибровку оборудования.

Расходомеры пульпы

Точность расходомеров может быть выражена тремя различными способами:

- Процент от диапазона
- Процент от расхода или от чтения расхода потока
- Процент, соотносящийся с предельной верхней величиной потока.

Приведенные ниже погрешности имеют степень достоверности в 95%.

Точность электромагнитных расходомеров, особенно для пульпы, зависит от конкретной установки. Если выбор, проектирование, установка, эксплуатация и калибровка соответствуют действующим стандартам и рекомендациям производителя, тогда можно достичь стандартных погрешностей от $\pm 0,2$ до $\pm 1\%$ для показаний и $\pm 0,5\%$ для воды или чистых растворов. Однако для пульпы точность может быть намного хуже, и использование электромагнитных расходомеров для первичного учета металлов в этих случаях не рекомендуется, особенно если использование статического или ленточного взвешивания невозможно.

В определенных случаях массовые расходомеры Кориолиса имеют высокую точность $\pm 0,2\%$ от показаний, но отличаются ограниченным применением в добывающей промышленности, так как требуют низкой скорости потока и чувствительны к количеству вовлеченного воздуха.

Ультразвуковые частотно-временные расходомеры имеют ограничения в применении и обеспечивают точность с погрешностью от 0.5 до 2% от показаний.



Рисунок 8.

Калибровка

Если расходомер используется для учета критических потоков металла, таких как концентрат, сгуститель или флотационное сырье, из-за невозможности статического или конвейерного взвешивания, расходомер должен регулярно калиброваться по фактическому материалу, как указано в разделе 3.4.4.3.

Массовый расход в открытых каналах

В металлургическом учете измерение расхода в открытых каналах требуется для измерения объема сточных вод с целью определения потерь, которые составляют небольшой процент от объема подачи, либо для проверки соответствия экологическим нормам и требованиям. Как правило, содержание твердых частиц невелико, и масса определяется путем отделения и взвешивания твердых частиц из проб, отобранных для анализа. Исключение составляют отходы горно-обогатительных заводов, которые перекачиваются в закрытых каналах. Эти потери могут быть значительными (5-20% от объема первоначального сырья), а поток критическим для первичного учета. Однако из-за сложности точного измерения расхода, массовые расходы часто рассчитываются по формулам двух или трех продуктов, исходя из массового расхода и анализа массы первоначального и обогащенного продукта. Такая методика должна быть обоснована Отчетом об исключительной ситуации.

Стандарт ISO/TR 8363 дает указания по выбору соответствующих методов и перечисляет 28 различных методов измерения расхода в открытых каналах, включая методы измерения площади-скорости, водосливы и открытые водотоки. Этот стандарт также имеет ожидаемый фактор неопределенности для различных методов, варьирующийся от $\pm 10\%$ для некоторых металлов до $\pm 1\%$ для тонколистового металла, V-образных пазов, водосливных плотин (ISO 1438-1), и содержит перечень различных стандартов ISO, применяемых ко всем методам. Для учета технологических потоков, таких как потоки сточных вод, нужно использовать тонколистовые водосливы, поскольку в данном случае это наиболее точная форма измерения.

Измерение массы в штабеле

Измерение массы в штабеле характеризуется высокой степенью неточности. Гораздо лучше отбирать и взвешивать материал на входе-выходе, что даст более высокий уровень точности и возможность рассчитать содержание запасов на основе разницы. Рекомендуемый метод оценки запасов состоит в создании системы двойных параллельных штабелей, которые необходимо разгружать через регулярные промежутки времени.

Объем штабеля можно измерить с точностью лучшей, чем $\pm 5\%$, применяя фотограмметрию или автоматизированные методы лазерной съемки, дающие трехмерное изображение. Точность зависит от количества точек съемки, и все измерения должны выполняться квалифицированными специалистами. Однако измерение насыпной плотности материала в штабеле, содержание влаги (в случае, если это представляется возможным, более ценное сырье, например, концентрат, лучше держать закрытыми), и получение репрезентативной пробы являются более сложными задачами. Насыпная плотность многих материалов может меняться в результате слёживания, старения, набухания или окисления, а также метода складирования, например, грузовики или фронтальные погрузчики, которые ездят по штабелю, и способа укладки.

Если материал неоднороден по размеру и содержанию, отбор проб для определения требуемой точности для учета металлов практически невозможен. Фактор неопределенности содержания металла может быть относительно низким – до $\pm 15\%$; только когда запасы пусты, их оценка будет точной.

Касаемо других запасов, таких как руда или промежуточные продукты, рекомендуется проводить точные обследования только в тех случаях, когда невозможно произвести измерение этих запасов, когда величина запасов существенна для компании, когда содержание запасов по той или иной причине существенно изменилось за отчетный период, и включается в отчетные периоды. Точность исследования зависит от количества точек исследования, которые должны быть адаптированы с учетом ожидаемой точности других переменных и содержания влаги.

На данный момент не существует международных стандартов касемо этой процедуры, поэтому точность исследования зависит от квалификации проводящего его лица.

Масса в резервуарах и бункерах

Измерение массы в резервуарах или бункерах осложняется теми же проблемами, что и измерение массы в штабеле. Несмотря на то, что объем можно рассчитать с достаточной точностью по результатам исследований, геометрия резервуара или бункера, измерение уровня, плотности и отбор проб являются проблематичными задачами. Если мы говорим о пульпе, существует возможность образования мертвых пространств, накопления твердых частиц или концентрации конкретного компонента в некоторых участках.

В целях учета металлов, часто существенным является изменение запасов или инвентарных запасов. Если содержание металла в емкостях является критическим, то единственным решением является опорожнение резервуара или бункера для периодической инвентаризации. Для этого можно использовать параллельные технологические линии или хранилища.

ОТБОР ПРОБ

ВВЕДЕНИЕ

В горнодобывающей и металлургической промышленности технологические потоки очень часто представляют собой поток крупнокусковой руды или шлака, или поток в виде пульпы. Учет металла для таких процессов требует тщательного отбора технологических потоков, что приведет к тому, что точность заключительного баланса окажется в пределах заданного целевого диапазона. Диапазоны, включающие балансовые неопределенности для различных целевых элементов или химических соединений, представляющих интерес (далее по тексту - «измеряемая величина»), определяются исходя из управленческих соображений относительно финансового риска, связанного с такими неопределенностями. Такие неопределенности допустимы для всех заинтересованных сторон, а также для сторонних организаций, устанавливающих стандарты корпоративного управления.

Точность конечного результата отбора проб технологического процесса для данной измеряемой величины зависит от следующих четырех факторов:

- Исправность работы пробоотборника
- Параметры технологического процесса, подлежащего отбору проб
- Точность аналитического метода, используемого для получения окончательного анализа, назначенного пробе.
- Неоднородность материала, подлежащего отбору, и формат протокола отбора проб, включая протокол подготовки проб.

ТОЧНОСТЬ И ПРЕДСТАВИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ ОТБОРА ПРОБ

В механически корректной системе отбора проб, параметры опробования не могут смещаться при длительном использовании. Наиболее эффективным способом обеспечения корректных систем отбора проб - является их механическая корректность при любых условиях (типы материалов и диапазон массового расхода). Если система отбора проб не может быть спроектирована с механической корректностью, необходимо предусмотреть возможность проведения точных испытаний со смещением параметров. Если изменяется отбираемый тип потока, тогда прибор, с помощью которого отбираются пробы, должен быть проверен на смещение параметров для нового типа материала.

Исправная система отбора проб может показывать погрешность в течение короткого периода времени, если пробоотборник берет точечные пробы с фиксированными временными интервалами, и эти интервалы кратны времени периодического изменения массового потока или качества технологического потока. Для устранения этого эффекта пробоотборник должен работать в режиме случайной выборки, предпочтительно на основе временных интервалов.

Можно осуществлять отбор проб на остановленном конвейере с использованием правильно спроектированной рамки, что является общепризнанным эталонным методом отбора проб для конвейерных систем. Тем не менее, остановка конвейерной ленты влечет за собой существенные затраты, поэтому эта процедура, как правило, предназначена для определения точности альтернативных методов отбора проб.

В целях учета металлов следует избегать отбора проб со штабеля и бункеров, поскольку в таком случае получение репрезентативной выборки практически невозможно. Рекомендуемый метод заключается в измерении материала по мере его добавления или удаления из штабеля или бункера.

Отбор проб с грузовиков, вагонов, контейнеров и емкостей должен осуществляться с использованием правильно спроектированных шнековых пробоотборников в соответствии со Стандартом, таким как JIS M 8100.

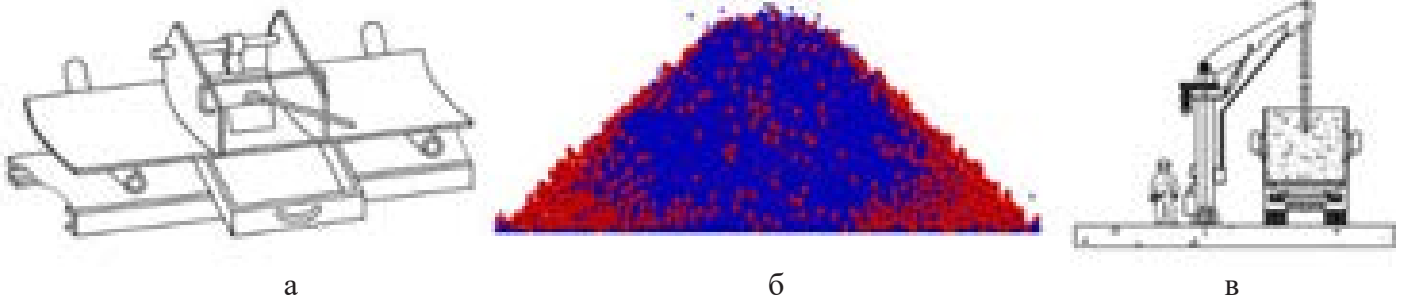


Рисунок 9 – а-метод отбора проб остановкой конвейера; б – сегрегация материала в штабеле; в – шнековый метод отбора проб

Требования к представительному пробоотборнику приводятся в ряде документов и включают в себя следующий перечень, представленный профессором Холмсом (2004 г.):

- Отсекатель проб не должен чем-то ограничиваться и быть самоочищающимся
- Геометрия отверстия отсекаателя должна быть такой, чтобы время отбора в каждой точке потока было одинаковым. В пересечных отсекаателях, края отсекаателя (так называемые, кромки) должны быть параллельны, а для отсекаателей, движущихся по дуге или кругу, края должны быть радиальными. Отводные отсекатели не подходят, поскольку они отклоняют одну сторону потока на большее время, чем другую (Франсис Питард)
- В отборное устройство не должны попадать никакие другие материалы, кроме пробы, например, пыль или шлам не должны скапливаться в пробоотборнике, когда он находится в неподвижном состоянии
- Отсекатель должен пересекать поток в плоскости, соответствующей средней траектории потока, или вдоль дуги, соответствующей средней траектории потока
- Отсекатель должен проходить через поток с одинаковой скоростью - для этого необходим электропривод с достаточной мощностью
- Отверстие отсекаателя (зазор) должно быть, как минимум, в три раза больше номинального верхнего размера материала при минимальном размере 10 мм. Для пылевых потоков рекомендуемый размер составляет не менее 50 мм, чтобы избежать полной закупорки
- Отсекатель должен иметь достаточную емкость для размещения массы накопленной пробы при максимальной скорости потока. В частности, ковшовые пробоотборники должны иметь достаточную вместимость для размещения массы при максимальном расходе потока без обратного потока или перелива материала через отверстие ковша/отсекателя
- Для пульпы следует избегать потери материала проб в результате разбрызгивания
- Максимальная скорость работы отсекаателя не должна превышать 0,6 м/с-1
- Следует избегать отсекаателей, которые непрерывно или периодически собирают только часть потока, например, отсекатели типа «акульих плавников», пробоотборники напорных труб, тройники или «утечки» со одной из сторон трубы
- Для липких материалов рекомендуется использовать крутые углы $>60^\circ$ и футеровку желоба из нержавеющей стали или полиэтилена для снижения склеивания; а также увеличить зазор между отсекаателями, чтобы предотвратить закупорку
- Плоскость режущих кромок не должна быть вертикальной или близкой к вертикали, так как частицы, ударяющиеся о внутренний край кромок отсекаателя, самотеком отклоняются от него.
- Если для удаления материала, прилипающего к ленте, требуется скребок, то соскобленный материал должен попасть в область, проходящую через отсекаатель

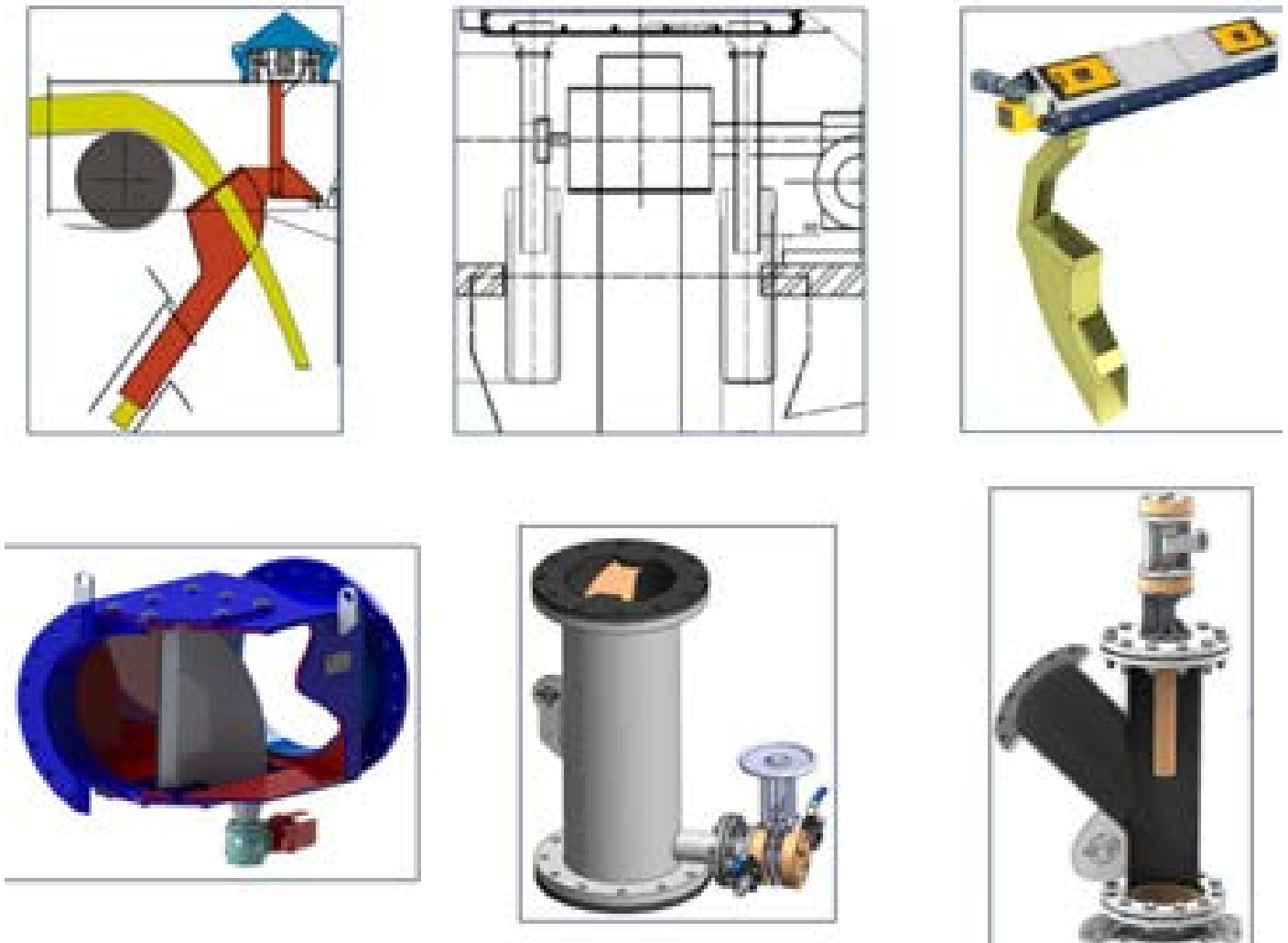


Рисунок 10.

01	Геометрия ковша Геометрия ковша должна быть параллельной для пересечения пробоотборника и радиальной для вращения.	04	Ширина ковша Ширина ковша должна быть не менее 1/3 ширины максимального куска материала (MPS), но не менее 10 мм. Для трубы – 50 мм.
02	Парковка ковша В парковочной позиции внутри ковша не должен попадать материал. Ковш должен быть самоочищаемым.	05	Объем ковша Ковш должен обладать необходимым объемом для отбора точечной пробы при максимальном потоке без переполнения.
03	Скорость ковша Ковш должен перемещаться с одинаковой постоянной скоростью (не превышающей 0,5 м/сек).	06	Стационарные ковши Ковши, которые пересекают только часть потока (тип акулий плавник, под давлением) не могут применяться для баланса.

Рисунок 11.

МНОГОСТАДИЙНЫЕ СИСТЕМЫ ОТБОРА ПРОБ

В случаях, когда большой массовый расход технологического потока, или необходимое количество точечных проб для достижения желаемой дисперсии отбора проб приводит к избыточной массе накопленной пробы, необходимо установить многостадийную систему отбора проб. В такой системе существует несколько этапов отбора проб, которые позволят снизить финальную массу пробы до уровня, который может быть использован лабораторией.

Критерии разработки многостадийных систем отбора проб должны включать следующее:

- На каждом этапе отбора проб должен использоваться правильно сконструированный механический пробоотборник
- Между каждым этапом должна существовать система накопления (бункера), способная удерживать суммарные точечные пробы
- Скорость подачи между стадиями должна быть такой, чтобы последующий пробоотборник брал не менее 30 точечных проб
- Если в системе происходит уменьшение размера частиц (дробление, измельчение), это необходимо для минимизации дополнительной дисперсии отбора проб. Уровень отклонения зависит от неоднородности материала, что, в свою очередь, определяет константу выборки. В идеале, отклонение должно быть определено экспериментальным путем в отношении соответствующего материала. В некоторых случаях в качестве временной меры можно использовать «Линию безопасности проб», описанную Пьером Ги, при условии четкого понимания ограничений этого подхода.



Рисунок 12.

Метод эталонного отбора проб (BIAS TEST)

Принятым эталонным методом отбора проб для материалов на конвейерах является так называемый метод отбора проб на остановленном конвейере. В этом случае материал перемещается на конвейерной ленте, которая периодически останавливается. Рамка, ширина которой равна ширине ленты, с разделением пластин не менее чем в три раза больше номинального верхнего размера материала при минимальном размере 30 мм, размещается на ленте, и весь материал между пластинами

отбирается. Если положение рамки зафиксировано, в образец включается любой материал, застрявший под пластиной на верхней стороне конвейера, а материал, попавший под пластину с обратной стороны, отклоняется. Следует постараться, чтобы испытуемый механический пробоотборник отбирал точечные пробы из материала как можно ближе к материалу, захваченному рамкой на остановленном конвейере. Отсутствие отклонения от механического пробоотборника определяется путем проведения экспериментов, указанных в ряде стандартов, таких как ISO 13292:1997, ISO 3085:1998, AS4433 и JISM8100. Метод анализа данных должен учитывать, как относительное, так и абсолютное отклонение.

Отбор проб пульпы

Очевидно, что метод отбора проб на остановленном конвейере не может использоваться в качестве эталонного метода для пульпы, транспортируемого по трубам или жёлобу. В этом случае Пьер Ги (1979 г.) заявил, что если поперечный пробоотборник был установлен с соблюдением требований, изложенных в Разделе 4.4, взятый образец может считаться представительным. Целесообразно также добавить пункты, приведенные Бартлеттом (2001 г.) и касающиеся конструкции жёлоба, скорости движения пульпы, расстояния между отсекающими в 20 мм, скорости отсекающего 0,3 м.с⁻¹ и обтекаемой конструкции корпуса отсекающего. Тем не менее, как было отмечено Хантом (2002 г.), соблюдение всех правил правильного отбора проб компетентным лицом - не означает гарантированного получения объективной выборки. Большое внимание следует уделять непрерывному и бесперебойному функционированию корректно сконструированного пробоотборника, анализу и исследованию проб, периодическому аудиту системы.

Отбор проб из штабеля или бункеров

Исключая случаи, когда материал в штабеле или бункере является полностью однородным, невозможно провести точную выборку, поэтому попытки включить такие образцы в процесс учета металлов неизбежно приведут к неточностям. Единственное измерение штабеля или бункера, которое может быть выполнено точно – это измерение объема. Однако преобразование этого измерения в сухую массу осложняется тем фактом, что получить точные значения насыпной плотности и влажности практически невозможно.

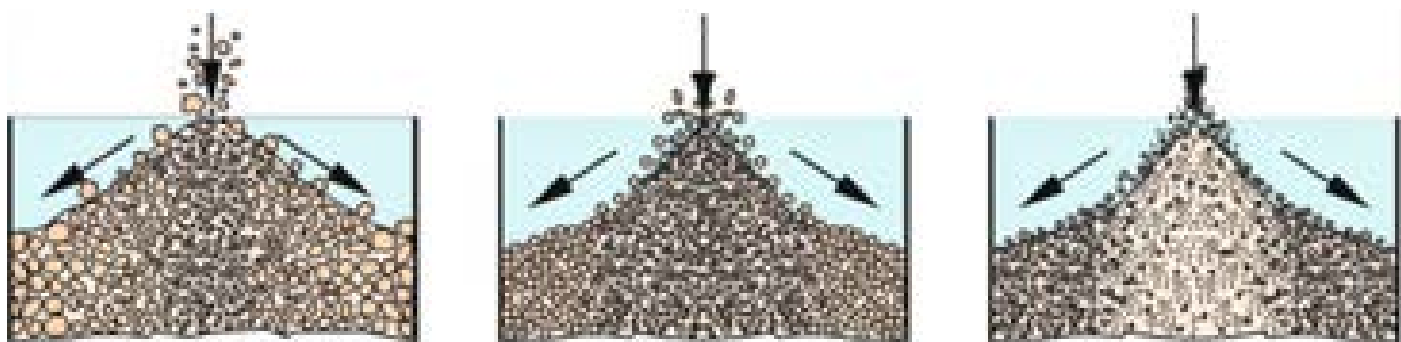


Рисунок 13 – пример сегрегации сыпучих материалов в бункерах

Рекомендуется, чтобы содержимое штабеля и бункеров оценивалось путем отбора точных проб материала по мере его добавления или изъятия из штабеля или бункера.

Если это невозможно и отсутствует какая-либо альтернатива взятия пробы из свай, ситуация должна быть отражена в Отчете об исключительной ситуации.

ХРАНЕНИЕ ПРОБ

Перед доставкой в лабораторию образцы должны храниться в подходящих герметичных контейнерах, чтобы минимизировать любые изменения физических или химических параметров. Это особенно важно в отношении массовой доли влаги в пробах.



МАРКИРОВКА ПРОБ

Все пробы должны быть промаркированы с целью четкого обозначения их уникальной отличительной черты, а сама маркировка должна осуществляться таким образом, чтобы исключить риск ее повреждения во время обычного обращения с пробами.



ПОДГОТОВКА ПРОБ

Дробление и измельчение проб

Дробление и измельчение проб должно осуществляться на оборудовании, не загрязняющем пробы (перекрестной заражение проб). Так как «нулевое загрязнение» недостижимо, для определения уровня загрязнения необходимо проводить эксперименты, периодически пропуская через систему подходящие «нейтральные» пробы.

Следует избегать потерь с выносом пыли, поскольку для некоторых измеряемых частиц диапазон концентрации тонкого материала в пробе сильно отличается от диапазона концентрации сыпучего материала. Потеря мелких фракций в процессе подготовки пробы может привести к изменению состава пробы.

Для дробления допустимо применять: щековые и валковые дробилки. Для измельчения: дисковые вибромельницы (с закрытой гарнитурой).

Сокращение/деление проб

Сокращение проб осуществляется до размера частиц, который сохранит дисперсию на желаемом уровне, определяемом путем соответствующих испытаний и анализов дисперсии проб.

Правильно спроектированные механические системы деления проб, такие как ротационные делители, предпочтительны при соблюдении требований сокращения проб (таких как скорость вращения $< 0,6 \text{ мс}^{-1}$, радиальные отсекатели отсекателя и минимум 30 точечных проб на одну исходную). Данные системы должны обеспечивать пропорциональное деление проб, а для подтверждения этого необходимо предусмотреть процедуры контроля качества.

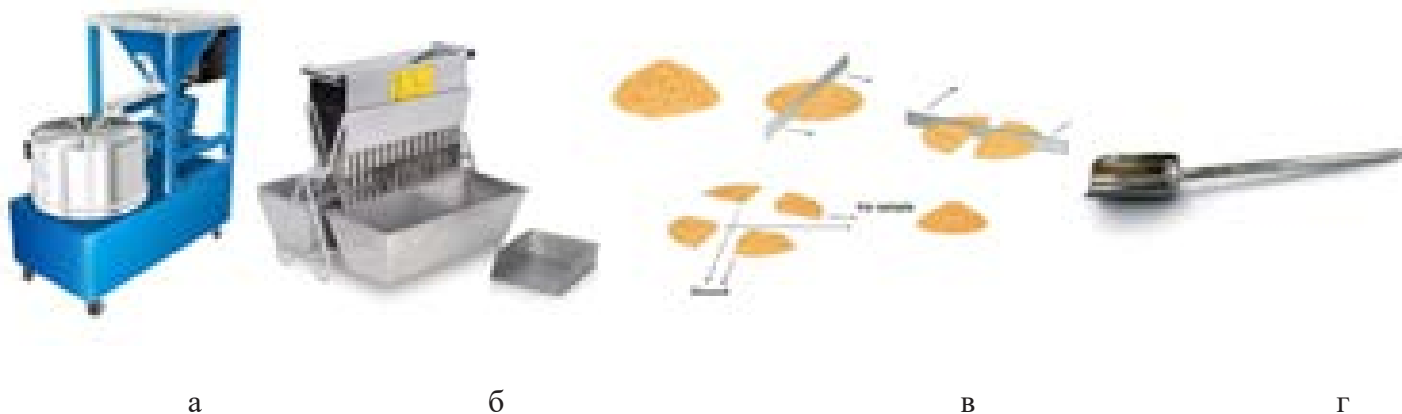


Рисунок 14 – Методы деления проб (а-ротационный делитель; б – делитель Джонса; в – квартование и квадратование; г – ложка)

Процедура дополнительного разделения, указанная в JIS M 8100 и Мерксом (1985 г.), является приемлемой.

Необходимо избегать стационарных делителей (без движущегося ковша или потока материала), поскольку даже если делитель оснащен загрузочным бункером для обеспечения равномерного распределения материала по обеим сторонам разделения, вероятность неправильной работы слишком велика.

Таблица 1. Относительная погрешность при различных методах сокращения проб

Метод	Ориентировочная погрешность (%)	
	Крупный и мелкий материал	Смесь песка
Ложка/скребок		19.2
Конусование и квартование	17.1	21.0
Делитель Джонса	3.4	3.7
Ротационный делитель	0.42	0.90
Случайная вариация	0.25	0.31
From Critical Evaluation of Procedures, T. Allen and A. A. Khan, The Chemical Engineer, May 1970		

Хранение проб после их подготовки

После подготовки пробы, должны храниться в закрытых герметичных контейнерах для сведения к минимуму любых физических или химических изменений.

Перед извлечением твердых проб для анализа после их длительного хранения, их следует тщательно смешать в герметичной системе.

Также должна существовать надлежащая система управления и контроля за изъятием проб (система доступа) из архива в целях их дальнейшего анализа или утилизации.

АНАЛИЗ

Лабораторная аккредитация

Аналитические процедуры, применяемые в анализе проб для учета металлов, должны быть аккредитованы в соответствии со стандартом ISO 17025. Это мировой стандарт лабораторной аккредитации, а в большинстве стран, осуществляющих крупные горнодобывающие/металлургические операции, были созданы национальные советы по аккредитации. Аккредитация рассматривается как требование к таким материалам, как обогащенные и товарные продукты, которые являются частью коммерческой сделки между покупателем и продавцом, а также к другим материалам, входящим в систему учета металлов.

Большинство процедур, описанных в следующих разделах, должны быть реализованы в рамках процесса аккредитации.

5.3.4 Калибровка оборудования (спектрометрия с индуктивно связанной плазмой, атомно-абсорбционная спектрометрия, УФ-спектроскопия и спектроскопия в видимой области спектра, рентгеновская флуоресцентная спектрометрия [растворы])

По меньшей мере семь стандартных растворов, включая пустую заготовку, должны быть подготовлены для равномерного покрытия диапазона калибровки, который сам по себе должен быть разработан таким образом, чтобы концентрации растворов проб были близки к середине диапазона. Желательно, чтобы стандарты были приведены в соответствие с матрицами растворов пробы, которые должны измеряться в случайном порядке как до, так и после растворов пробы. Передовая практика калибровки приборов описана в документе LGC/VAM/2003/032 VAM.

5.3.5 Калибровка оборудования (Рентгеновская флуоресцентная спектрометрия [Прессование и таблетки])

Для охвата ожидаемого диапазона концентраций образцов требуется не менее 15 стандартов, а в случае метода прессования они должны быть тщательно подобраны к анализируемым образцам согласно матрице. Вероятно, для этого потребуются замена эталонных образцов на ежегодной основе. Аналитические значения, присвоенные эталонным образцам, должны быть точно определены с помощью других аккредитованных методов. Это может быть сделано собственными силами или с использованием оборудования другой лаборатории, аккредитованной на проведение анализа соответствующих проб. Концентрации всех неметаллических учетных элементов с концентрацией > 2% должны иметь точные значения, позволяющие оценить влияние этих элементов друг на друга. Сумма всех известных элементов в эталонных образцах должна составлять > 95%. В этом случае лучшим методом калибровки считается рентгеновская флуоресцентная спектрометрия. Особое внимание следует уделять тому, чтобы все образцы прессованных гранул имели правильное распределение гранул по размеру.

5.3.6 Калибровка оборудования (другое)

Калибровка другого аналитического оборудования всегда должна соответствовать передовым методам. Это связано с количеством стандартов, необходимых для определения ответной реакции прибора, полным охватом аналитического диапазона, согласованием матрицы с образцами и точностью измерения прибора при анализе партии образцов.

5.3.7 Онлайн анализаторы

Специализированным направлением инструментального анализа являются онлайн анализаторы, но они не часто используются для целей учета металлов; однако, при их использовании калибровка должна проводиться в соответствии с требованиями Раздела 5.3.6.

5.3.9 Минералогический анализ

На некоторых предприятиях существуют требования проводить анализ проб на содержание минеральных частиц, а не элементов. Желательно, чтобы этот анализ проводился с помощью

электронных микроскопов с компьютерным управлением, но если он проводится вручную путем точечного подсчета, то для основных фаз/минералов ($> 50\%$) необходимо подсчитать не менее 600 пунктов, а для незначительных фаз/минералов ($\pm 5\%$) нужно увеличить количество пунктов подсчета до 6 000. Количество точек подсчета должно быть достаточным для получения статистически значимого результата и будет зависеть от вариативности материала и требуемой точности.

5.3.10 Процедуры контроля качества

Процедуры контроля качества должны быть выработаны и строго соблюдаться в отношении допустимых различий между принятыми и фактическими значениями стандартных образцов и различий между дубликатами образцов в двухпоточных (независимых параллельных) наборах. Для мониторинга и быстрого выявления возможных аналитических проблем рекомендуется использовать контрольные графики Shewhart и CUSUM. Действия, которые необходимо предпринимать в таких ситуациях, должны быть закреплены в процедурах контроля качества.

5.3.11 Процедуры обеспечения качества

Регулярный обмен пробами между лабораториями (межлабораторные сравнительные исследования или квалификационные испытания) должен проводиться между лабораториями, которые могут проводить такой анализ, и это подтверждено лабораторной аккредитацией по ISO 17025. Желательно, чтобы в исследовании принимали участие лаборатории, независимые от заинтересованной организации.

Статистический анализ накопленных аналитических результатов для стандартных образцов и повторных определений является очень ценным инструментом для постоянного совершенствования аналитических процедур и поддержания целевых показателей точности и достоверности в аналитических системах. Эти анализы также позволяют определить индекс эффективности работы лабораторий; увеличение количества образцов, требующих повторного анализа, поскольку они выходят за рамки допустимого отклонения от согласованного значения между дубликатами, не только указывает на снижение точности анализа, но и увеличивает нагрузку на лабораторию, ограничивая скорость обработки новых проб.

Крайне важно, чтобы все результаты анализов были собраны в базу данных. В базу данных также должны включаться дубликаты анализов, которые не соответствовали допустимому отклонению. Если их не включать в базу данных, она станет «цензурированной». Это затруднит ее использование в статистическом анализе, так как распределение результатов анализов является сокращенным.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ

Инвентаризация товарно-материальных запасов, а также определение заводских и общепроизводственных запасов являются неотъемлемой частью учета металлов. Расчет сухой массы и содержания производственных запасов, находящихся в штабелях, бункерах, резервуарах или других технологических емкостях, характеризуется высокой степенью неопределенности, в основном из-за трудностей с определением представительной насыпной плотности и с забором проб. Также довольно сложно оценить объем материала, соответствующий стандарту точности и необходимый для металлургического учета. Усилия, прилагаемые для оценки запасов, должны определяться стоимостью металла в этом компоненте относительно стоимости всех запасов, а также точностью составляемого баланса.

Частота проведения инвентаризации определяется решением отраслевых стандартов и руководства. Она должна соотноситься со стоимостью пропускной способности завода, запасов незавершенного производства относительно ожидаемой прибыли на конец года и стоимости выполнения инвентаризации, но не реже одного раза в год. В целях контроля, инвентаризацию запасов можно проводить чаще и с меньшей степенью точности, чем это требуется для финансовой отчетности. Тем не менее, последующие инвентаризации должны проводиться совместно с аудиторами компании.

Стоимость выполнения инвентаризации увеличивается по мере того, как повышается потребность в точности результата. Окончательное решение относительно периодичности и точности инвентаризации будет определяться уровнем финансового риска, связанного с конкретной стратегией компании. Понесенные расходы должны компенсироваться за счет выгод, полученных благодаря своевременному получению точной информации о производственных показателях и дефиците или избытке запасов. Общий уровень доверия к результатам инвентаризации сообщается вместе с результатами инвентаризации, и должен определяться на основе неопределенности при измерении составляющих.

Разработав принципы инвентаризации компании, эта процедура должна быть задокументирована для четкого распределения ролей и обязанностей, позволяя быстро и эффективно проводить инвентаризацию и представлять отчеты о ее результатах. Порядок устранения расхождений между балансовыми и измеренными запасами должен быть полностью задокументирован. Любые корректировки должны производиться только после получения соответствующего разрешения, как это определено в Кодексе и в настоящем Руководстве.

Очевидно, что запасы незавершенного производства, а также изъятие или накопление запасов представляют собой наибольшую неопределенность в Балансе металлов. Наиболее успешной стратегией устранения подобных неопределенностей является создание параллельных запасов, один из которых может быть исчерпан в конце отчетного периода. Если запасы никогда не исчерпываются, погрешности измерений будут накапливаться до критической массы.

Поэтому следует интегрировать политику выработки запасов в общую стратегию производства на регулярной основе.

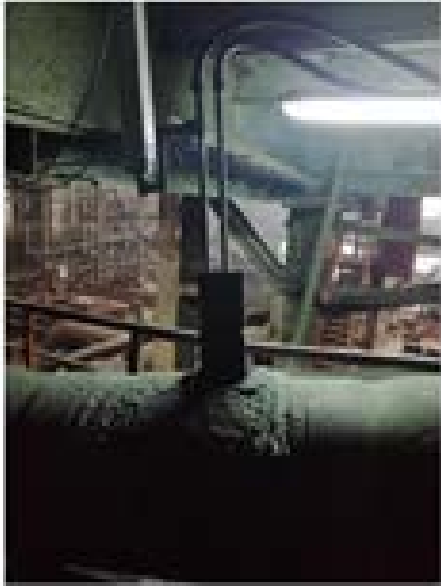
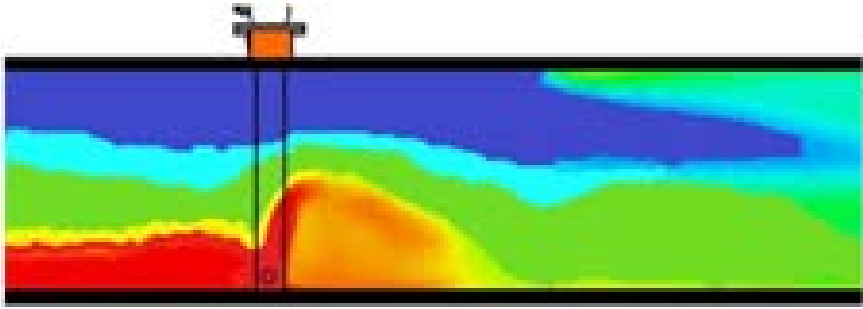
В тех случаях, когда стоимость запасов незавершенного производства является значительной по сравнению со стоимостью чистых исходных данных за отчетный период, стратегия учета должна включать операционную политику, которая позволяет исчерпать запасы незавершенного производства непосредственно перед инвентаризацией, метод «пузырьковой сортировки».

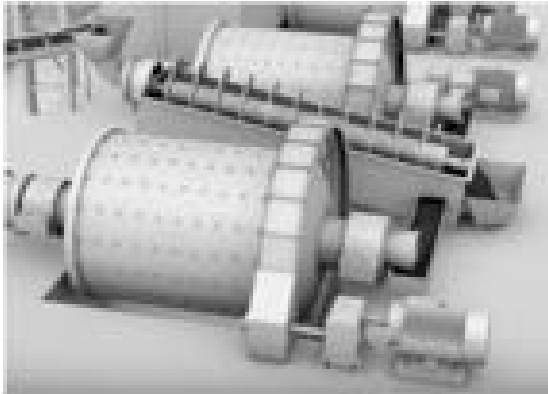
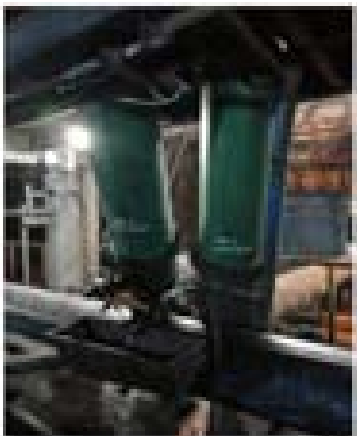
АУДИТ систем отбора и подготовки проб на «ПГОК»

Отбор проб

Кодекс лучших практик AMIRA содержит основные требования, которые предъявляются для организации системы представительного и достоверного отбора проб. Таблица №5 содержит данные по соответствию существующих основных систем отбора проб на «ПГОК» лучшим мировым практикам:

Таблица 2.

п/п	Наименование	Соответствие Кодексу
Сливы классификаторов ОФ1 (механизированный отбор проб) *Данная точка является крайне важной – исходной для расчета всего баланса фабрики (как в сторону исходной руды, так и в сторону ЦПО)		
		
1	Отсекатель проб не должен чем-то ограничиваться и быть самоочищающимся.	Соответствует Отсекатель опускается к нижней части пульпопровода и после забора пробы отсутствует залипание.
2	Геометрия отверстия отсекаателя должна быть такой, чтобы время отбора в каждой точке потока было одинаковым.	Не соответствует Отсекатель отбирает только часть сечения потока, а не пересекает его отбором полностью.
3	Отсекатель должен пересекать поток в плоскости, соответствующей средней траектории потока, или вдоль дуги, соответствующей средней траектории потока.	Не соответствует Отсекатель отбирает только часть сечения потока, а не пересекает его отбором полностью.
4	Отверстие отсекаателя (зазор) должно быть, как минимум, в три раза больше номинального верхнего размера материала при минимальном размере 10 мм. Для пульповых потоков рекомендуемый размер составляет не менее 50 мм, чтобы избежать полной закупорки.	
5	Отсекатель должен иметь достаточную емкость для размещения массы накопленной пробы при максимальной скорости потока. В частности, ковшовые пробоотборники должны иметь достаточную вместимость для размещения массы при максимальном расходе потока без обратного потока или перелива материала через отверстие ковша/отсекателя.	Не соответствует Габаритные размеры отсекаателя не позволяют накапливать достаточный объем точечной пробы. Эффект перелива и перемешивания/разбавления пробы носит непредсказуемый физический характер.
6	Следует избегать отсекаателей, которые непрерывно или периодически собирают только часть потока, например, отсекатели типа «акульих плавников», пробоотборники напорных труб, тройники или «утечки» со одной из сторон трубы.	Не соответствует Данный тип пробоотборника является классическим статическим примером (во время забора пробы – отсекатель находится в неподвижном состоянии). При всем при этом, он не позволяет отобрать пробу по всему вертикальному сечению потока).

п/п	Наименование	Соответствие Кодексу
Сливы классификаторов ОФ2 (ручной отбор проб)		
	*кодекс AMIRA принципиально не рассматривает и не признает варианты ручного отбора проб (ввиду максимальной ошибки, влиянию человеческого фактора и отсутствия возможности постоянного контроля/проверки). Единственный возможный вариант использования ручного отбора проб – при остановке конвейерной ленты с сыпучим материалом и выборки погонного метра пробы (ввиду ограничения данного метода со стороны использования на работающем предприятии – он фактически не применяется на «ПГОК»).	
7	Отсекатель должен проходить через поток с одинаковой скоростью - для этого необходим электропривод с достаточной мощностью.	Не соответствует Оператор физически не может проводить ручным ковшом через весь поток с постоянной скоростью
8	Для пульпы следует избегать потери материала проб в результате разбрызгивания.	Не соответствует Ковш моментально переполняется и дальше происходит систематическое разбрызгивание пробы и ее непредсказуемое перемешивание.
9	Отсекатель должен пересекать поток в плоскости, соответствующей средней траектории потока, или вдоль дуги, соответствующей средней траектории потока.	Не соответствует Каждый оператор руководствуется своей траекторией и «точками» отбора проб на сливе классификаторов. Отсутствует практическая возможность контроля данной стадии отбора проб при работе вручную.
Отбор проб напорных пульповых потоков		
*большинство точек отбора пульповых потоков (преимущественно технологического назначения) оснащены самодельными «фланцевыми» патрубками. Конструктив предусматривает врезку трубки в напорные потоки (вертикальные, наклонные, горизонтальные) с периодическим открытием з		
		
Напорного клапана для отбора точечной пробы (как правило каждые 1/2/4 часа в зависимости от потока) с последующей подготовкой в ЛТК.		
10	Основные положения и требования к отсекателям пробоотборников (пп. 1 – 10).	Не соответствуют В данном конструктивном решении отсутствует отсекатель как таковой. Основные положения и критерии оценки корректности системы отбора проб содержат ссылки на отсекатели (их размеры, форму, дизайн, технические параметры).

СКРП

Для оперативного анализа содержания железа магнитного, на «ПГОК» используется система автоматического контроля качества железорудного сырья на конвейерных потоках (СКРП), разработанная ООО ИПП «Уралрудоавтоматика». Данные, полученные на некоторых модулях СКРП, также участвуют в системе расчета баланса комбината. В данном разделе будет подробно рассмотрена работа онлайн анализаторов железа магнитного, влияния различных факторов на точностные характеристики и оценена возможность применения модулей СКРП для учета баланса металлов.



В индукционных конвейерных преобразователях MB-5 системы установлены несколько катушек индуктивности и используется оригинальный алгоритм определения массовой доли железа с учетом сигналов нескольких катушек. За счет этого при толщине слоя руды выше некоторого минимально допустимого уровня результаты измерения стабилизируются. Однако, как указывает производитель данной системы, в связи со сложностью градуировки системы на конкретном предприятии (различные сорта и виды поступающего рудного материала) процесс ввода системы в эксплуатацию занимает не менее 1 года.

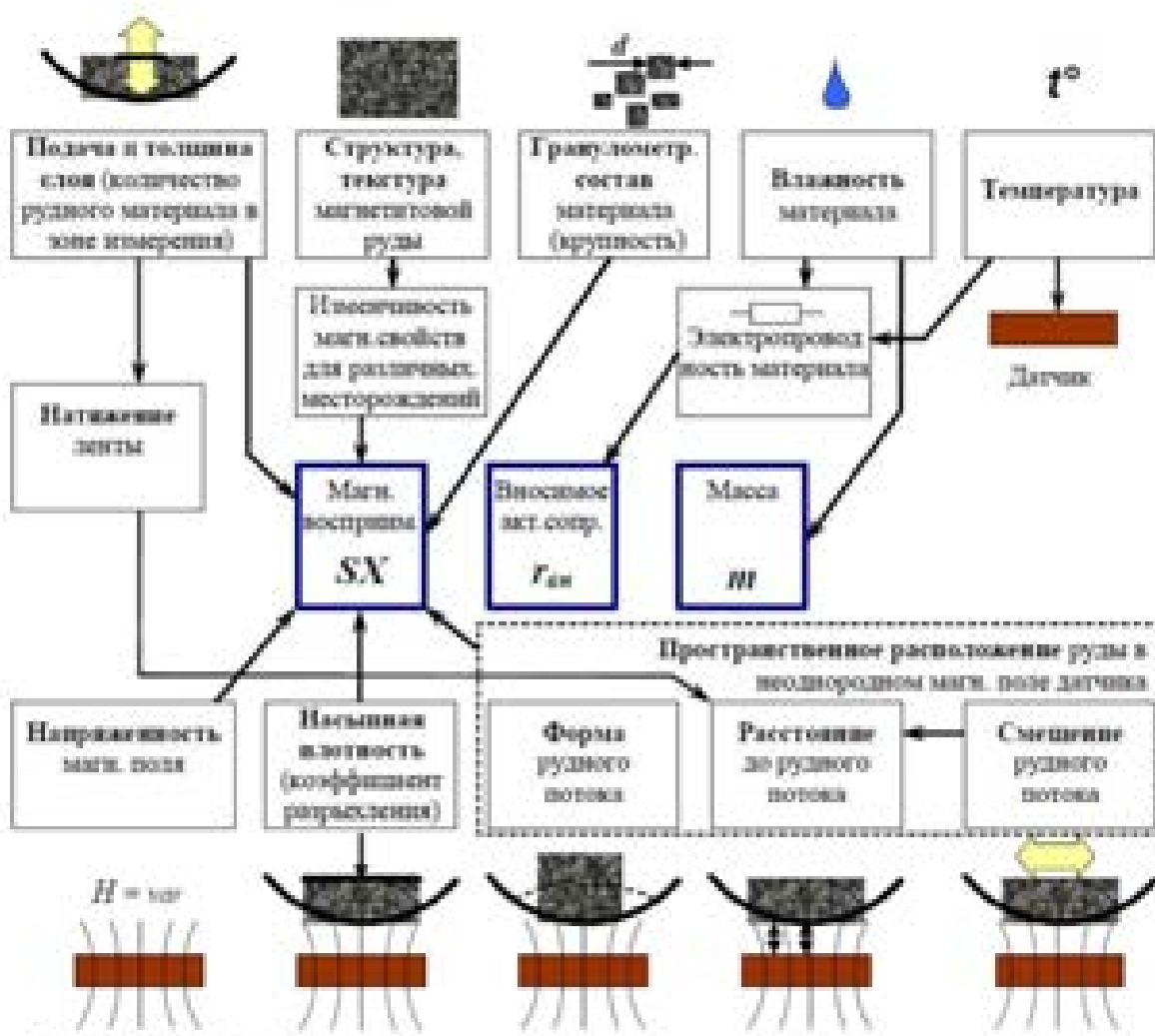


Рисунок 15 - Классификация мешающих факторов по влиянию на измеренные сигналы, характеризующие рудный поток: эффективную магнитную восприимчивость (SX)

Одним из наиболее значимых мешающих факторов, выявленных при контроле качества руды на конвейере, является изменение параметров подачи. При этом изменяются толщина слоя рудного потока на конвейере, и, соответственно, количество материала в зоне измерения магнитного датчика, что влияет на величину его выходного сигнала (SX).

Изменение массы материала на ленте также приводит к изменению её натяжения и стрелы провисания между роликовыми опорами, что незначительно влияет на расстояние от датчика до рудного потока и может сказываться на величине выходного сигнала SX.

От структуры и текстуры магнетитовой руды зависит эффективная магнитная восприимчивость горной массы, которая для одного и того же содержания – может быть различна, например, как это наблюдается для различных месторождений.

Гранулометрический состав определяет крупность частиц горной массы, от которой зависит измеряемая величина магнитной восприимчивости. Например, для руд одинакового содержания, но различной крупности – эффективная магнитная восприимчивость отличается.

Влажность определяет весовое содержание воды в горной массе. Поскольку вода является проводником, то от влажности зависит удельное сопротивление и электропроводность рудного материала, которое определяет вносимое активное сопротивление потерь (гвн) в индуктивном преобразователе. Кроме того, содержание воды вызывает увеличение общей массы рудного материала, что также влияет на показания массовой доли железа магнетитового в руде.

Температура влияет как на физические свойства магнетитовой руды, например, на электропроводность, так и на выходные сигналы датчиков. Величина напряженности магнитного поля индуктивного преобразователя влияет на магнитные свойства материала.

Насыпная плотность связана с коэффициентом разрыхления материала (соотношение объема руды и воздушного пространства в ней), от которого зависит величина сигнала магнитной восприимчивости материала.

Изменение формы рудного потока, его смещение в поперечном направлении относительно оси конвейера и изменение расстояния от потока до датчика – эти факторы можно рассматривать как один: изменение пространственного расположения рудного материала в магнитном поле индуктивного преобразователя, которое приводит к изменению сигнала магнитной восприимчивости из-за неоднородности магнитного поля преобразователя.

1. Контрольный образец магнитной восприимчивости (КО-РД)

Контрольный образец предназначен для проверки чувствительности информационных каналов магнитометров индукционных (МВ-5).

Ресурс образца в режиме проверки магнитометров составляет не менее 10 лет, а срок службы не менее 12 лет с периодической переаттестацией каждые 3 года.

Образцы были поставлены на комбинат в период с 2000 по 2004г., переаттестация и периодическая проверка рабочих характеристик образцов не проводилась. Техническое состояние образцов спустя 15-19 лет после поставки оценить невозможно.

2. Программа градуировочных испытаний

Программа была разработана и внедрена на комбинате в 2004г. под следующие типы руд: K23, K22. Приборы не были предназначены/первично откалиброваны на работу с рудой K25.

Отсутствуют гарантированные точностные характеристики на новый тип руд (K25) или на комбинированную подачу (смесь).

Вследствии изменения: подачи и толщины слоя руды (кол-во материала на ленте), пространственного расположения рудного потока относительно магнитного датчика, магнитной восприимчивости магнетитовой руды (структура, минералогия, фазовый состав), гранулометрического состава рудного материала, влажности и электропроводности руды – не были проведены должные градуировочные испытания силами специалистов завода-изготовителя для построения корректных градуировочных графиков и ввода поправочных коэффициентов. Персонал комбината не обладает достаточными знаниями на проведение данных работ, поэтому может только проводить периодическую проверку точностных характеристик (сверять данные ручного отбора проб и лабораторного анализа с данными показаний СКРП).

3. Проверка точности показаний СКРП

Акты, составленный специалистами СЛОиО и ЛТК ДОФ касательно проверки показаний модулей СКРП (сравнение с лабораторными данными) показывали разбег по определению содержания железа магнитного на уровне -1,26 до + 3,96% (абс.). Данные показания свидетельствуют о некорректной работе оборудования и не позволяют объективно использовать получаемые данные для ведения технологических процессов (в том числе – учете баланса металла).

Сам изготовитель сообщает следующую информацию: «В связи со сложностью градуировки системы на конкретном предприятии (различные сорта и виды поступающего рудного материала) процесс ввода системы в эксплуатацию занимает **не менее 1 года.**» (<http://uralrudoavtomatika.ru/?p=148>).

«Естественный вариант градуировки поточного анализатора состоит в получении градуировочного уравнения. Это легко осуществить при наличии установленного на этом же потоке пробоотборника. Если же его нет – то задача усложняется путем остановки конвейеров на действующей фабрике.

*Любые попытки заменить продуманную программу испытаний в промышленных условиях набором «слепой» **статистики** приводят к многократному увеличению трудовых и материальных затрат» Козин В.З.*

Оценка состояния оборудования на «ПГОК»

Для оценки работоспособности модулей СКРП, были обработаны официальные данные «статистика отбора проб на конвейерах 5А и 78». Данные получены путем организации считывания показаний приборов с параллельным отбором проб для проведения подготовки и анализа в лаборатории (согласно «Программа градуировочных испытаний. Метод калибровки») силами специалистов «ПГОК».

Время проведения испытаний: 04.07.2018; 05.07.2018; 09.07.2018-12.07.2018; 16.07.2018; 18.07.2018; 20.07.2018; 01.08.2018-03.08.2018; 08.08.2018; 21.02.2019)

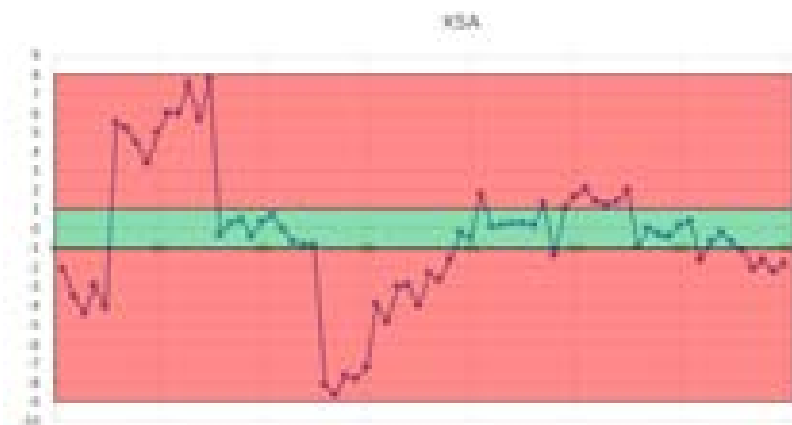


Рисунок 16 – данные абсолютной погрешности показаний СКРП, конвейер 5А

Данные по конвейеру 5А свидетельствуют о том, что 63% всех данных не удовлетворяют требованиям градуировочных характеристик (абсолютная погрешность должна быть менее 1% в процессе проведения калибровки).

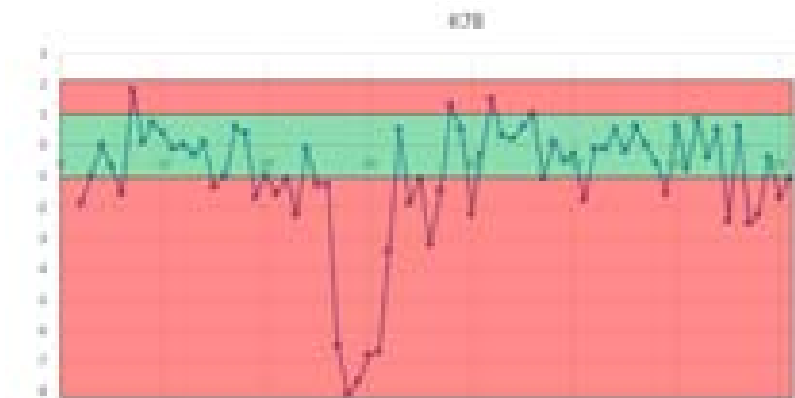


Рисунок 17 – данные абсолютной погрешности показаний СКРП, конвейер 78

Данные по конвейеру 78 свидетельствуют о том, что 46% всех данных не удовлетворяют требованиям градуировочных характеристик (абсолютная погрешность должна быть менее 1% в процессе проведения калибровки).

Проанализированные данные наглядно демонстрируют тот факт, что минимум 46%-63% всех данных, получаемых от модулей СКРП невозможно применять на практике (для ведения технологических процессов), а тем более принимать значения в расчете баланса металлов (хвосты СМС и т.д.).

Вывод: рекомендуется использовать показания СКРП только в качестве приближенного индикатора (технологический мониторинг). Рекомендуется продолжить работу по поиску альтернативной современной замены морально устаревшим и не градуированным модулям СКРП (по нашей информации, подобные проекты в той или иной степени реализованы на магнетитовых рудах в Швеции – компания LKAB).

Система весового учета «ПГОК»

На сегодняшний день на «ПГОК» в целом организована грамотная схема учета переработки руды в которой задействованы следующие механизмы и оборудование:

- Платформенные жд весы (установлены на ветках отгрузки окатышей, 4 х системы жд весов планируется установить на тупиках № 15-18 по входной руде на ККД)
- Конвейерные весы (лучших мировых производителей в области конвейерного взвешивания: Schenck, Thermo Ramsey, BulkTeq)
- Расходомеры пульпы (SonarTrac Cidra, ProMag Endress+Hauser)
- Плотномеры (Berthold)

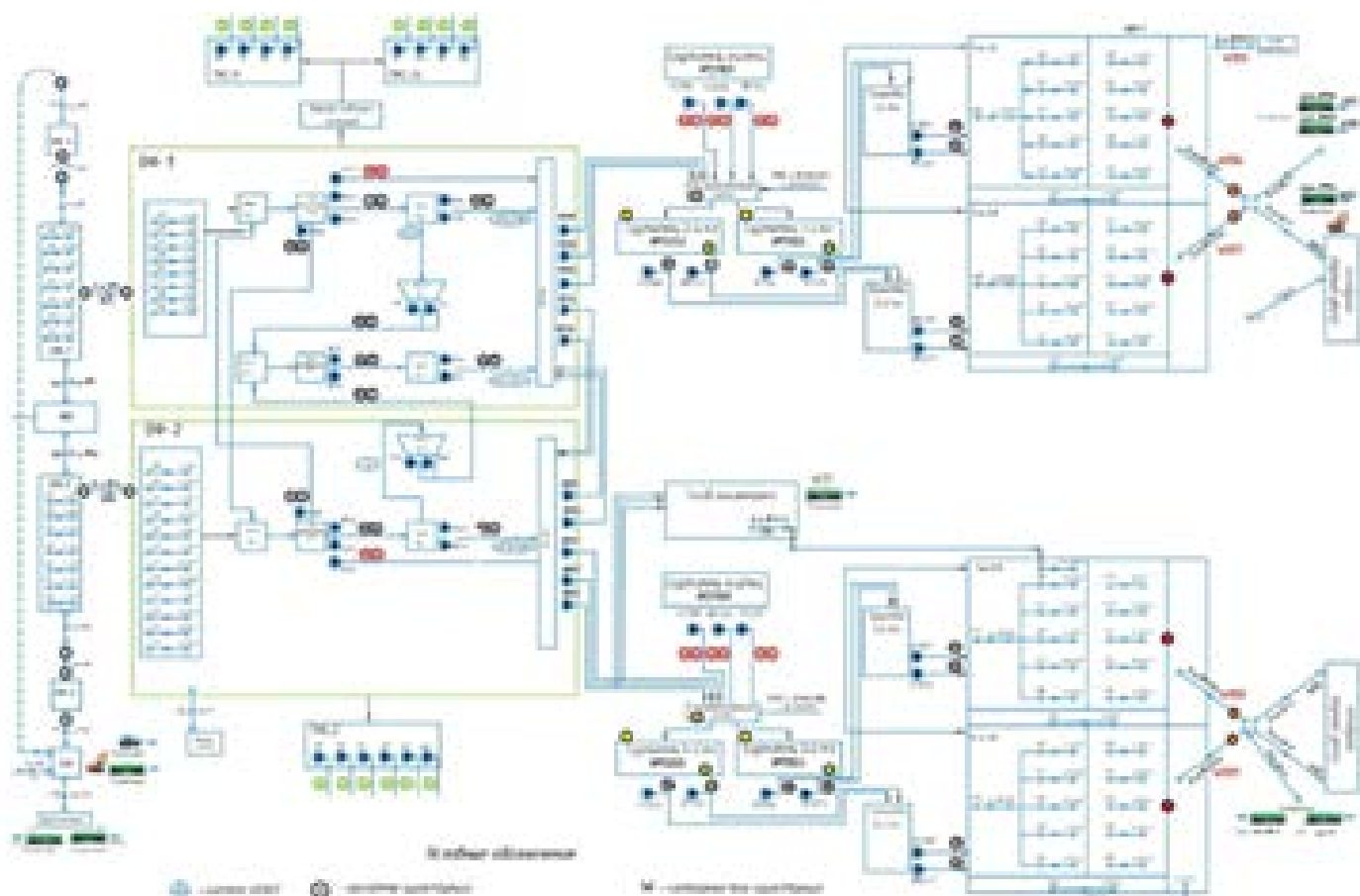


Рисунок 18 – Схема учета переработки руды «ПГОК»

Основные моменты, на которые стоит обратить внимание при модернизации и доработке существующей схемы:

1. Рекомендуется использовать в расчетах баланса металлов прямые измеренные данные о количестве входной руды на переработку (с конвейерных весов №1, 1а или в будущем с платформенных жд весов веток №15-18). Использование косвенных/расчетных методов (умножение кол-во думпкаров на константу максимальной грузоподъемности в 105т) является некорректным.
2. Обязательный учет содержания влаги в балансовых потоках (исходная руда, хвосты СМС, новые кракты 4-5 и т.д.). Любая система взвешивания определяет массу материала включая влагу, однако требуется обязательный перерасчет на сухой вес.

Для проверки возможности использования показаний только лишь конвейерных весов в системе учета баланса контура «ККД-КСМД-СМС» был обработан большой массив данных, поступивших от конвейерных весов №1, 1а, 5, 77, 5а, 85 за период ноябрь 2017 – апрель 2019. Данные были выгружены посменно из системы ОТК_Босс (куда они напрямую поступают с контроллеров конвейерных весов без возможности доп. обработки или постороннего вмешательства).

Полученные данные были сведены в график №3 и отображают абсолютную разницу в % по балансу учета массы (сумма данных с конвейерных весов входных потоков 1+1а за вычетом хвостов СМС 77+85 и пром. Продукта 5+5а). Общепринятой мировой практикой считаются допустимые «невязки» баланса по данным параметрам на уровне до +/-1,5-2,5%. В проанализированно периоде, 14 из 18 месяцев показания были лучше допустимых значений. Самым явным исключением стал декабрь 2018г. (данный случай обозначен сразу несколькими факторами: калибровка конвейерных весов №1 и 5, участвующих в данных расчетах показали самый худший дрейф на уровне 2,15% и 2,34% - что очередной раз подтверждает факт о необходимости проведения более частой калибровки основных балансовых конвейерных весов. Вторым внешним фактором стал аномально снежный декабрь, который повлиял на взвешивание льда вместе с рудой).

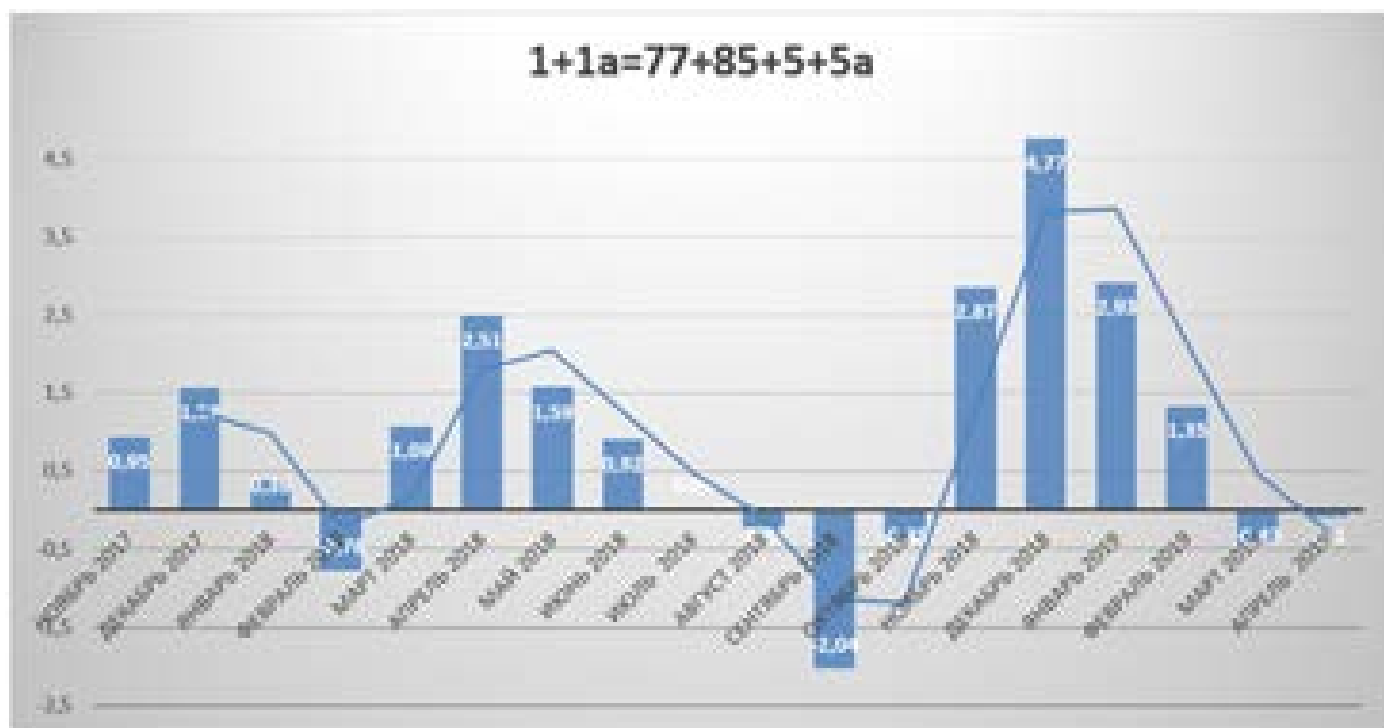


Рисунок 19 – Массовый баланс по переделу «ККД-КСМД-СМС»

Были проанализированны данные официальных протоколов калибровки конвейерных весов:

Таблица 3.

№	Кон-р	Дата	Диапазон измерения, т/ч	Отн. Погрешность, % (до калибровки)	Отн. Погрешность, % (после калибровки)
1	1а	24.01.19	1000-5000	0,34	-0,12-0,41
2	85	28.01.19	100-500	0,92	-0,05-0,13
3	5а	29.01.19	1000-4000	-0,07	-0,15
4	5	05.02.19	500-2500	2,34	0,19-0,23
5	1	22.02.19	1000-5000	-2,15	0,07-0,18
6	77	19.02.19	100-500	-0,07	0,02-0,04

Кодекс AMIRA рекомендует применять конвейерные весы для учета баланса металлов класса 0,5 (OIML) с погрешностью $\pm 0,5\%$. Для системы учета второго контура класс 1 с погрешностью $\pm 1\%$.

Из обработанных выше протоколов можно сделать вывод, что большая часть конвейерных весов успешно справляется с поставленной задачей, однако также присутствуют весы (№5, 1) которые выходят за пределы периодической калибровки более чем в 2 раза и их показания могут вносить неточности и ошибки в общую систему учета баланса.

Второй важный факт – после проведения калибровки гирями (в соответствии с лучшими мировыми стандартами и практиками – OIML R50, NIST Handbook 44) все указанные в таблице конвейерные весы отображают калибровку лучше заявленной в Кодексе ($\pm 0,5\%$).

Принятая на сегодняшний день процедура и график проведения калибровки весов (не реже 1 раза в год) требует определенной доработки:

1. Дополнительный анализ поведения калибровки весов на основании официальных протоколов калибровки (за последние 3-6 лет) для выявления конвейерных весов с недопустимым дрейфом калибровки (когда погрешность выходит за рамки $\pm 0,5-1\%$) на протяжении проверочного года.
2. Для конвейерных весов с трендом выхода калибровки за обозначенные пределы – организовать дополнительную проверку калибровки (например: потоки, участвующие в расчете баланса с периодичностью 1 раз в 3 месяца; потоки, участвующие в учете вторичного контура или технологии – с периодичностью 1 раз в 6 месяцев).
3. Организовать журнал с отображением информации касательно проведения доп. калибровки и обязательным указанием ситуаций смещения «тары» (ситуация, при которой пустая конвейерная лента на холостых оборотах показывает изменения потока/нагрузки на конвейерных весах).

Международные стандарты в области взвешивания (OIML, NIST) регламентируют следующие варианты проведения калибровки в условиях действующих промышленных предприятия:

1. **Калибровка грузом** (прогонка известной массы сыпучего материала через конвейерные весы. Данный метод требует большого кол-во материала, который должен быть предварительно/после взвешен, как правило, на весах с лучшей точностью – платформенных или автомобильных. Организовать данный метод калибровки в условиях большинства предприятий ГМК практически невозможно).

2. **Калибровка гирями** в статике/динамике – один из самых распространенных и действенных методов калибровки промышленных конвейерных весов. Является наиболее оптимальным и точным из существующих методов калибровки

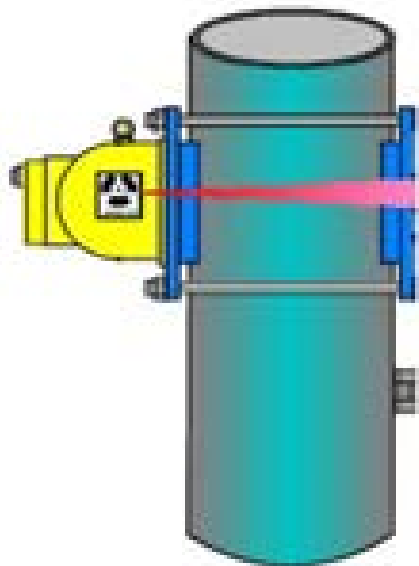
3. **Калибровка цепью/роликами/весовой платформой** в динамике – также является одним из распространенных и действенных методов калибровки конвейерных весов.



Рисунок 20.

В условиях «ПГОК» на одних и тех же конвейерных весах тестировались методы №2 и 3, которые показали лучшую сходимость и воспроизводимость метода калибровки гирями в статике и динамике. Это обусловлено конкретным применением, конструктивной особенностью платформ конвейерных весов, условий эксплуатации, состоянием конвейерных лент. Поэтому, для проведения регламентных работ по калибровке конвейерных весов на комбинате был выбран данный метод, который полностью соответствует лучшим мировым практикам и стандартам.

Расходомеры и плотномеры



На «ПГОК» применяются наиболее надежные и проверенные мировые системы контроля расхода пульпы (SonarTrac Cidra, ProMag Endress+Hauser), а также измерители плотности (Berthold). Данные методы измерения регламентированы кодексом Amira, а сами модели оборудования используются ведущими горно-добывающими комбинатами по всему миру.

На корректную работоспособность измерительного поточного оборудования влияет множество факторов (место установки, дизайн, конструктивное решение, техническое обслуживание и т.д.). Но самым критичным из них является – возможность организации корректной калибровки. От правильности проведения калибровки во многом зависит корректность и точность получаемых данных.

Калибровка плотномеров стандартно осуществляется путем представительного отбора проб пульпы в непосредственной близости от места установки самого плотномера. Ввиду того, что практически все напорные и самотечные пульповые пробоотборники на «ПГОК» сконструированы с нарушениями основных принципов и правил представительного опробования – это прежде всего негативно сказывается и на точности калибровки плотномеров. Невозможно построить калибровочную прямую (по одной или нескольким точкам) опираясь на показания напорного фланцевого пробоотборника, который отбирает небольшое кол-во пульпы с одной из сторон пульпопровода (с непредсказуемым распределением частиц твердого, непосредственно влияющих на плотность пульпы).

Единственным возможным вариантом улучшения сложившейся ситуации (ввиду сравнительно больших потоков и диаметров пульпопроводов) – замена существующих пробоотборников на истинно представительные и проведение корректной калибровки всех плотномеров.

Калибровка расходомеров – большинство используемых на «ПГОК» расходомеров являются передовой технологией ультразвукового измерения потока, производства американского концерна Cidra. Данные расходомеры являются одними из лучших на рынке по результатам стабильности и воспроизводимости точностных характеристик (модели SonarTrac могут поддерживать заводскую калибровку до 12 лет). Указанная стабильность в работе была неоднократно подтверждена официальными заключениями лаборатории Alden (США), которая осуществляет проверку калибровки поточных расходомеров и является авторизованным партнером NIST (Национальный Институт Стандартов и Технологий, США).

Существуют несколько стандартов и практик по проверке калибровки поточных расходомеров:

- **Мастер калибровка** – когда заказывается один контрольный расходомер и он периодически используется для плановой проверки калибровки. Сам контрольный расходомер также периодически отправляется на завод-изготовитель или сторонним авторизованным центрам для проверки. Данный метод актуален и экономически целесообразен на предприятиях, где большая часть трубопроводов одного и того же диаметра.

- **Гравиметрическая калибровка (материалом)** – метод предполагает использование ёмкости для предварительного/последующего точного статического взвешивания жидкости, пропущенной через установленный расходомер. Ввиду больших значений потоков на ОФ, физическому и практическому отсутствию возможности установки дополнительных резервуаров для дальнейшего взвешивания – данный метод мало применим на предприятиях ГМК.

- **Калибровка в сертифицированном центре** (передовые центры находятся в США и Голландии) – метод предполагает периодическую отправку используемых на предприятии расходомеров в подобные центры для проведения реальных тестовых калибровок (прогон порядка 10% номинальной производительности потока через стенд на котором установлен тестируемый расходомер). Данный тест основан на ведущих стандартах: ASME/ANSI MFC-9M-1988 «Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits by Weighing Method» и ISO 4185-1980 «Measurement of Liquid Flow in Closed Conduits - Weighing Method.»

- Насколько нам известно, на территории СНГ отсутствуют подобные центры (самый ближайший находится в Голландии). Необходимо обратиться с официальным запросом в «Укрметрестандарт».



Рисунок 21 – стендовая калибровка поточных расходомеров
в авторизованном центре Alden (США)

Подготовка проб

Подготовка проб на предприятии находится в структурных подразделениях (ЛТК ДОФ, ЛТК ЦПО, СЛОиО) и входит в состав СЛУК. Территориально лаборатории расположены на соответствующих технологических участках.

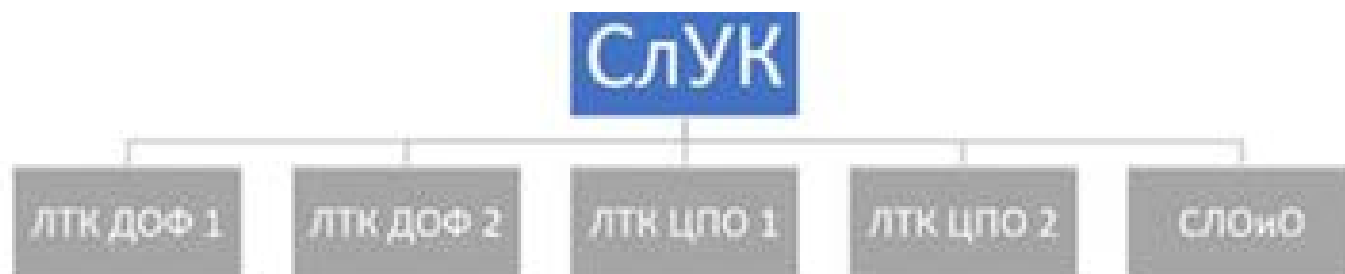
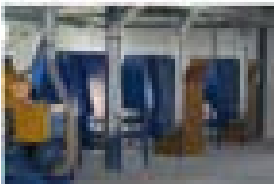
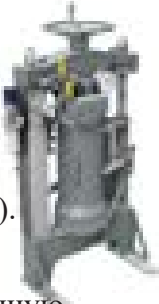


Рисунок 22 – Принципиальная структурная схема лабораторий подготовки проб

В целом схема подготовки проб соответствует национальному (ДСТУ ISO 3082) и международному (ISO 3082) стандартам в области подготовки проб, однако обращаем Ваше внимание на следующие рекомендации Кодекса AMIRA и процессов организации работы в проборазделочных:

Таблица 4.

п/п	Наименование	Соответствие
	Типы и модели дробильно-измельчительного оборудования: щековые и валковые дробилки, дисковые вибрационные истратели	Да Применяются щековые и валковые дробилки, дисковые чашечные истратели
	Техническое состояние дробильного оборудования (например – СЛОиО) 	Да/нет Щековые дробилки морально устарели и требует замены для обеспечения безопасного, равномерного и быстрого дробления материала до требуемой фракции (большое время измельчения, заражение проб и т.д.). Рекомендуется использовать промышленный пылесос, сжатый воздух с аспирацией для чистки рабочих органов дробилок после каждой пробы. 
	Техническое состояние валковых дробилок (например – СЛОиО) 	Да/нет Валковая дробилка морально устарела и не обеспечивает необходимую крупность измельчения материала за один проход. Рекомендуется использовать промышленный пылесос, сжатый воздух с аспирацией для чистки рабочих валков после каждой пробы. 
	Методы сокращения проб – только ручные 	Нет Кодекс рекомендует использовать только механизированные методы сокращения проб (ротационны делители, секторные сократители и т.д.). Использования ручных методов сокращения (квартование, квадратование) может привести к максимальной отн. погрешности (до 30%) и случайному влиянию человеческого фактора. 

п/п	Наименование	Соответствие
	Рабочие столы (поверхности для раз- делки проб) 	Да/нет Поверхность всех рабочих столов должна быть прорезиненной. Система аспирации/ притяжной вентиляции должна располагаться над рабочим столом (типа «зонт»). Отверстия для сброса остатков проб или отходов должны располагаться на поверхности рабочего стола, а не перпендикулярно. 
	Вентиляция и аспирация 	Да/нет Не над всем проборазделочным оборудованием расположена притяжная вентиляция. Рекомендуется дополнительно подключить щековые и валковые дробилки к точкам аспирации (как правило, они находятся в зоне разгрузочной щели) и установить дополнительные вентиляционные зонты. 
	Очистка проборазделочного оборудо- вания 	Нет Рекомендуется применять чистку проборазделочного оборудования (щеки и валки дробилок, размольные гарнитуры) с использованием промышленных пылесосов, а в случае с подготовкой проб различной природы (руда-хвосты) или различного содержания (марки руды) использовать чистку «новым» или «нейтральным» материалом. Категорически запрещается использовать щетки, мокрые тряпки. Данные процедуры предотвратят перекрестное заражение проб. 
	Фильтрация пульповых проб (декантация) 	Да/Нет Метод отстаивания не запрещен международной практикой, однако может нести в себе неконтролируемую погрешность (ручная операция – большое влияние человеческого фактора, времени отстаивания и техники слива различными операторами). Большой риск потерь твердой фракции. Передовые горно-добывающие комбинаты успешно механизировали данную операцию с помощью лабораторных пресс/вакуум фильтров (отделение жидкой фазы от твердой происходит максимально быстро, надежно и без потерь важной твердой фазы). 

п/п	Наименование	Соответствие
	Рассев/грохочение 	Да/нет Рекомендуется использовать механизированный грохот для рассева материала после стадий дробления, истирания (отсутствие влияния чел. фактора, сокращение физ. труда и улучшение достоверности рассева). 



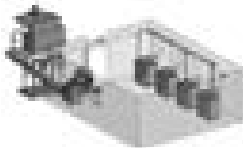
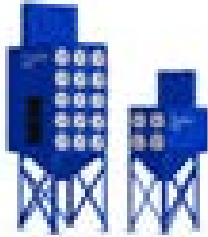
Рисунок 23 – Общие ошибки при подготовке проб

Таблица 5 - Рекомендуемое оборудование подготовки проб в ОТК

#	Стадия	Описание	Картинка
1	Дробление	Рекомендуется заменить оборудование крупной и средней стадии дробления на современные надежные щековые дробилки: - Для достижения степени измельчения за один проход материала - Для рутинной ежедневной обработки большого количества проб (наженое оборудование) - Солидная и весовая конструкция щековой дробилки позволяет обрабатывать пробы с куском до 110 мм и высокой производительностью на выходе Щековая дробилка ESSA JC2501 - Поток пробы – до 180 кг/ч - Размер продукта – 2 мм (85%) - Двигатель – 7,5 кВт	

#	Стадия	Описание	Картинка
2	Измельчение	Рекомендуется заменить морально устаревшие истиратели на новые: • Для предотвращения заражения проб • Безопасности работы персонала • Возможности измельчать до 1,6кг пробы за один проход Вибромельница ESSA LM2 • Емкость гарнитуры – 50-2000 cc • Двигатель – 2,2 кВт • Размер продукта – до 75 мкм (95%) • Стандартное оборудование в ведущих коммерческих лабораториях последние 20 лет (SGS, Bureau Veritas, ALS, MinAnalytica, Intertek etc.).	
3	Деление	Настоятельно рекомендуется использовать механические ротационные сократители: • Для исключения влияния человеческого фактора • Для сокращения погрешности ручного метода (до 30% отн. погрешности) к механизированному (0.9%) Ротационный делитель ESSA Rotary Sample Divider (RSD)	
4	Фильтрация	Использование механизированных полу-автоматических пресс-фильтров позволит: • Сократить время фильтрации • Исключить потери твердой фракции • Минимизировать влияние человеческого фактора • Сократить время сушки (ввиду максимального снижения содержания влаги в пробе) Пресс-фильтры ESSA PF15/25	

Таблица 6 - Общие рекомендации по обновлению смежного оборудования ОТК

#	Стадия	Описание	Картинка
1	Пылеудаление	Настоятельно рекомендуется заменить существующую систему аспирации и удаления пыли на новую, для подключения с следующему оборудованию: • Дробилки • Мельницы • Рабочие столы • Грохота и сократители Данное оборудование должно работать надлежащим образом и регулярно проверяться – для обеспечения безопасного режима работы персонала. Пылесборники ESSA air dust collector. Необходима проработка проекта (инжиниринг) замены системы аспирации для каждого участка подготовки проб.	 
2	Рабочие столы	Рекомендуется установить специализированные рабочие столы с возможностью подключения системы аспирации для работы с пробами. Стол оснащены вентилируемым каналом, прорезиненной поверхностью, освещением. Рабочие столы ESSA work station.	

#	Стадия	Описание	Картинка
3	Чистка	Рекомендуется применять промышленные пылесосы для чистки оборудования (щек, гарнитур, сит, делителя) между каждой новой пробой. Недостаточно использовать очистки только щетками или частью новой пробы – присутствует критический риск заражения проб.	
4	Взвешивание	Рекомендуется установить новые весы для взвешивания проб • С большим диапазоном взвешивания (0-80 kg) • 1-2ой класс точности • Шкала взвешивания – 1/10 г • Гири для проверки калибровки	

Таблица 7 - Итоговая таблица аудита системы учета баланса металлов «ПГОК»

№	Описание	Соответствие Да/Нет
	Система отбора проб спроектирована в соответствии с TOS (теорией отбора проб), ISO 3082 * большинство напорных и самотечных пульповых пробоотборников не соответствуют основным критериям представительности пробоотбора. ** только башни отбора проб на участке отгрузки готовой продукции спроектированы с учетом международных требований (стадии подготовки и расчет параметров опробования). Рекомендуется обновление оборудования (ввиду морально устаревшего технического состояния).	Нет
	Система предоставляет достаточно информации для оценки точности и выявления погрешности (систематической, случайной) по каждой точек опробования в отдельности.	Нет
	Точки, участвующие в учете баланса, оснащены механизированным/автоматическим отбором проб *По многим балансовым точкам (сливы классификаторов ОФ-2, обожженный окатыш перед складом ГП) – отбор проб ведется вручную	Нет
	Система основана на точном замере массы продукта и массовых долей металла	
	Полный контроль потоков на «входе» и на «выходе» в целом (или по каждому переделу) *Отсутствие количественных (фактически замеренный вес) и качественных (отбор проб с анализом в лаборатории) показателей на «входе» **Отсутствие качественных показателей на некоторых точках «выхода» (хвосты СМС – где замеры осуществляются поточными модулями СКРП) ***Отсутствие количественных показателей (прямое измерение объема и плотности) на точках «выхода» (хвосты ОФ)	Нет
	Система соединена с ЛИС (лабораторной информационной системой) для прямой передачи данных *Определенный набор информации сводится в систему ОТК_БОСС. Информация вводится вручную (путем переноса с анализаторов или журналов данных, что противоречит рекомендациям Кодекса). **Наличие большого объема информации и данных, которые передаются по телефону или вводятся вручную (возможность сменных операторов влиять на данные)	Да-нет
	Система стабильная, прозрачна и данные прослеживаемые *Отсутствует четкая структурная схема по использованию исходных данных (документ в котором прописаны все исходные параметры калькуляции, их первоначальных источник) **Исходные данные находятся в различных источниках, которые слабо прослеживаются (таблицы, отдельные файлы, система ОТК_Босс, журналы, телефонные звонки, электронная почта)	Нет

№	Описание	Соответствие Да/Нет
	Процедуры учета хорошо задокументированы и просты в использовании для всех ответственных работников предприятия (во избежание зависимости от одного человека) *Существует общая инструкция по учету баланса без детального пояснения наименования данных, участвующих в расчете (номера и наименование потоков по измерению массы, параметров по анализу качества). Необходимо расширить инструкцию с указанием по каждой точке контроля (масса, качество) точностных характеристик, наименование используемого оборудования (весы, жд весы, расходомеры, плотномеры, анализаторы хим. состава и т.д.).	Нет
	Регулярно проводятся внешние и внутренние аудиты и проверки системы учета баланса для обеспечения ее соответствия всем вышеперечисленным требованиям.	Нет
	Учетные данные предоставляются своевременно для решения оперативных задач, включая предоставление данных другим информационным системам.	Да
	Система предоставляет достаточно информации для проверки, контроля материальных потоков и сведения баланса. *отсутствуют те или иные фактические измеренные данные по многим важным балансовым потокам (исходная руда, хвосты СМС, хвосты ОФ).	Нет
	Определены и установлены четкие рамки пределов погрешности по каждому параметру, участвующему в расчете баланса. *обозначены только пределы погрешности по методам измерения массы (конвейерные весы, расходомеры, плотномеры).	Да-нет
	Остатки материала подтверждаются фактической инвентаризацией (не менее 1 раза в год).	Да
	Процедуры и степени погрешности по определению неучтенных запасов четко установлены, задокументированы и прослеживаются.	Нет
	Система позволяет определять критичные источники невязки баланса (погрешность измерения/отбора проб/подготовки проб) и составляется рекомендательный отчет по оптимизация фактора невязки.	Нет
	Лаборатория аккредитована в соответствии с ISO 17025 *аккредитована только лаборатория ИЦ	Да
	Лаборатория использует стандартные сертифицированные образцы для верификации внутренних аналитических стандартов.	Да
	Проводится регламентированный осмотр всего оборудования отбора и подготовки проб. Выявленные неисправности оперативно устраняются и регистрируются в журнале. *наличие подобных журналов о тех. состоянии оборудования позволит более качественно анализировать возможные невязки баланса и проводить профилактирующие работы	Нет
	Массовый расход всех балансовых потоков (входящие и выходящие) измеряется соответствующим оборудованием с нормируемыми показаниями по точности. *Хвостовые потоки ОФ не измеряются прямым методом, а рассчитываются. **Применяется передовое оборудование по измерению плотности, однако процедура проверки калибровки требует наличия корректных пробоотборников. ***Требуется доп. проверка калибровки в течение года на балансовых конвейерных потоках (калибровка конвейерных весов с частотой не реже 3-6 месяцев). ****Отсутствует прямое измерение массы входной руды (рекомендуется использовать данные конвейерных весов, а в будущем завести в систему показания жд платформенных весов на тупиках 15-18).	Нет

№	Описание	Соответствие Да/Нет
	Учет содержания влаги в исходной руде (для перерасчета на сухой вес). *необходимо обязательно учитывать содержание влаги для точного расчета сухой массы в системе учета баланса.	Нет
	Все первичные датчики учета массы регулярно калибруются внешней независимой организацией, ведется журнал калибровки. *конвейерные весы калибруются силами цеха АСУТП (согласно ведущих мировых методик калибровки, используя поверенные гири). **Отсутствует общий журнал калибровки для учета (времени, параметров калибровки, значений весов до и после проведения калибровки, замечаний касательно «смещения» калибровочных параметров и т.д.). ***Расходомеры калибруются силами специалистов «ПГОК». На территории Украины отсутствуют квалифицированные сертифицированные технические центры по проведению калибровки промышленных пульповых расходомеров.	Да-нет

1. Введение

Аудит систем отбора проб и ОТК на производственной площадке «ССГПО» Рудный был выполнен по запросу руководителя программы баланса металлов ERG.

Работа была направлена на оценку текущего состояния дел по системам отбора проб, рассмотрения возможности установки современных механизированных и автоматизированных комплексов отбора и подготовки проб для учета товарного и технологического баланса предприятия.

Представители компании FLSmidth выполнили аудит систем отбора про, подготовки проб в ОТК для оценки их соответствия отраслевым (ГОСТ 15054-80) и мировым стандартам (ISO 3082) касательно опробования железных руд, концентратов, окатышей, а также лучшим практикам в области учета мет. баланса – AMIRA P754.

2. Основные стадии и задачи аудита

- Ознакомление с производственно-технологической картой предприятия
- Определение основных балансовых точек первого контура (питание, хвосты, концентраты) по каждому технологическому переделу
- Определение и оценка текущих методов отбора и подготовки проб
- Рассмотрение возможности внедрения (проработки, установки, размещения) комплексных автоматизированных систем отбора и подготовки проб на балансовых точках опробования
- Составление отчета для предварительного понимания дальнейших этапов реализации проекта и проработки технических решений совместно с проектным отделом предприятия и/или проектным институтом.

Примечание 1: «Неоднородность потока в поперечном сечении не оказывает влияния на погрешность, так как проба отбирается от всего сечения потока. Поэтому товарное опробование выполняют обычно только способом поперечных сечений» **Козин В.З.**

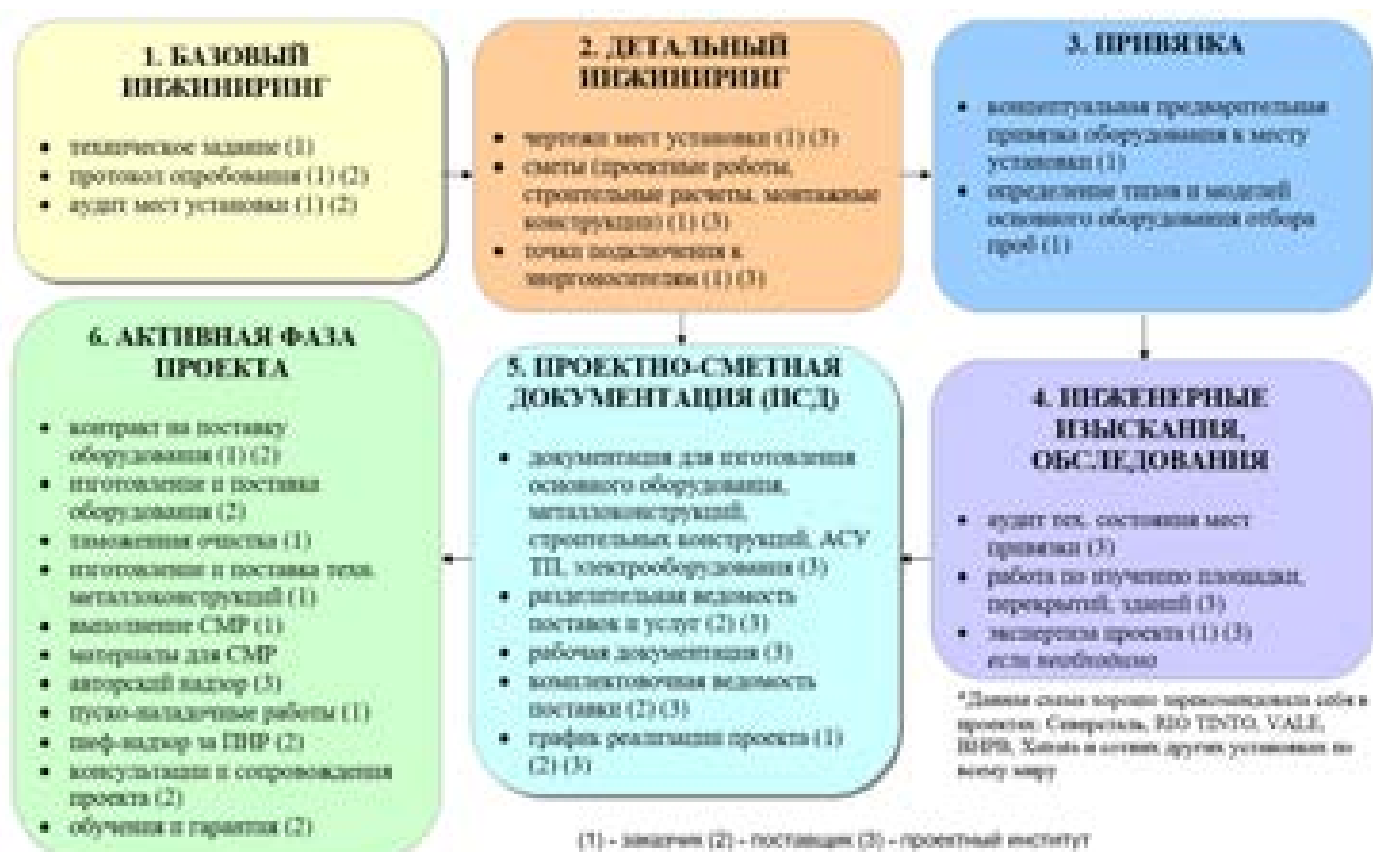
Примечание 2: «Материал в любом потоке сегрегирован. Поток неоднороден как по высоте, так и в горизонтальном направлении. Материал ни одной из выделяемых в пробу полос не будет иметь среднюю массовую долю всего сечения потока. Особенно если полоса выделяется при неполном пересечении потока» **Козин В.З.**

Примечание 3: «В условиях реального опробования определить, существует ли систематическая Погрешность, обычно нельзя, так как возможных причин ее возникновения может быть много, А практических эталонов для проверки правильности опробования не существует. В этих условиях правильное опробование обеспечивают соблюдением принципов опробования» **Козин В.З.**

Вывод: ни один из имеющихся на комбинате механических пробоотборников не соответствует основным принципам и требованиям к пробоотборникам. Величину статистической и случайной вносимой погрешности практически невозможно будет оценить (только возможным проведением множества опытов и экспериментов). Рекомендуется заменить все устройства на корректно спроектированные и установленные.

Пример возможных типов первичных пробоотборников находится в Приложении 1.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ СХЕМА РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ОТБОРА ПРОБ



Определения и дополнения к разделительной ведомости поставок и услуг	
1. Базовый инжиниринг	- включает в себя основные технологические расчёты и решения, определяющие предварительный состав и параметры оборудования, его компоновку в соответствии с объёмом выпускаемой продукции.
2. Детальный инжиниринг	- включает в себя детальные технологические и общестроительные расчёты, чертежи, схемы, спецификации, сметы и т.д. для оборудования, строительных и монтажных конструкций, необходимые для разработки Рабочей документации.
3. Определение точек подключения к энергоносителям	– Технические условия подключения к внешним объектам энергоносителей и определение систем для перехода от точки подключения к точке потребления, которые определяются Покупателем в соответствии с требованиями, предъявляемыми Продавцом к параметрам и характеристикам энергоносителей.
4. Инженерные изыскания, обследования	– инженерно-технические работы, проводимые для комплексного изучения условий площадки, участка. Экспертиза инженерных изысканий выполняется одновременно с проектной документацией.
5. Экспертиза проекта	– получение положительного заключения проектной документации и инженерных изысканий. Прохождение экспертизы обеспечивается Покупателем. Если необходимо.
6. Рабочая документация, сметы	- документация, разработанная в соответствии с отраслевыми стандартами (после получения положительного заключения Государственной экспертизы проектной документации – если применимо). Необходима для изготовления и монтажа оборудования, металлоконструкций, строительных конструкций, АСУ ТП, электрооборудования и т.д.).
7. Комплектовочная ведомость поставки	- документ, содержащий данные о комплектующих составных частях, спецификация и модели поставляемого оборудования.
8. Таможенная очистка	- выполнение необходимых процедур, возникающих в связи с перемещением через таможенную границу товаров и оборудования.
9. Изготовление и поставка строительных, опорных и несущих конструкций	– несущие и опорные металлоконструкции под оборудование системы пробоотбора, на котором размещается оборудование в пространстве, Соединительные желоба разработанные в ходе детального инжиниринга не входящие в состав оборудования систем пробоотбора, несущие и ограждающие конструкции зданий и сооружений (железобетонные/металлические конструкции, крановые эстакады, каркасы здания и т.д.).
10. Выполнение СМР - строительно-монтажные работы	— работы по сборке и монтажу оборудования в местах установки. Объём работ определяется согласно проектной и рабочей документаций.
11. Поставка материалов для СМР	- материалы для строительно-монтажных работ (арматура, метизы, анкерные болты, регулировочные прокладки, пиломатериалы, электроды и т.д.).
12. Авторский надзор	- контроль проектной организацией, осуществившей разработку проектной документации, за соблюдением в процессе строительства требований проектной документации.
13. Пусконаладочные работы (ПНР)	— это комплекс работ, выполняемых в период подготовки и проведения холодных и горячих испытаний комплекса оборудования, направленных на настройку правильной работы, выявление несоответствий/нарушений, устранение недостатков и обеспечение бесперебойной работы объекта на всем протяжении процесса эксплуатации.
14. Шеф-надзор (надзор за МОН, ПНР и вводом оборудования в эксплуатацию)	- наблюдение и организационно-техническое руководство Поставщика при выполнении монтажных, пусконаладочных работ и вводом оборудования в эксплуатацию специалистами Заказчика. Объём услуг предоставляется Поставщиком, исходя из его опыта, и должен быть необходимым и достаточным для пуска в эксплуатацию оборудования.
15. Информационно-консультационные услуги персоналу Заказчика (тренинг)	- услуги по передаче навыков эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования персоналу Заказчика. Услуги предоставляются Поставщиком в объёме, необходимом для правильной и безопасной эксплуатации, а также ремонта технологического комплекса.

Закключение и выводы

1. Компания **FLSmidth** провела предварительный технический аудит касательно возможности внедрения автоматизированных механических пробоотборников для балансовых и технологических точек опробования «ССГПО», Рудный, Казахстан.

2. На основании собранных данных и возможных современных технических решений (методов, устройств) возможно организовать грамотную рабочую систему автоматического опробования и подготовки балансовых потоков при соблюдении следующих рекомендаций:

- Техническую возможность установки пробоотборников проработать детально при участии заинтересованных сторон (компания поставщик; ПКО, ОТК и тех. Отдел комбината; проектный институт);
- Организовать детальную привязку оборудования и составление проектной документации по каждой точке опробования;
- Разработать «дорожную карту» и график реализации проекта в целом, распределить зоны ответственности сторон (DOR) и создать рабочую группу проекта реализации.

3. Компания **FLSmidth** со своей стороны предлагает свои услуги и оборудования, включая:

- Более 30 летних опыт в проектировании, производстве и реализации проектов отбора проб по всему миру;
- Опыт поставок систем отбора проб (более 350 установок) крупнейшим горно-металлургическим комбинатам: Rio Tinto, Vale, BHPB. Xstrata, Anglo American, FreePort Morgan и др.
- Партнерство и участие в ведущих международных программах в горно-металлургической отрасли (член комитета AMIRA, партнерство в программах R&D CSIRO – ведущего Австралийского промышленного института) и т.д.
- Многолетний опыт реализации крупнейших горно-металлургических проектов в СНГ (Kazminerals Бозшаколь и Актогай, Быстринский ГОК, Наталка ОФ, Вернинская ОФ, Текут 1-4 и т.д.).

Будем рады поделиться своим опытом, инженерным потенциалом и инновациями – для возможности создания комплексной системы учета баланса металлов с одним из крупнейших горно-металлургических Холдингов Казахстана и Евразии.

Приложение 1

Примеры дизайна технически корректных первичных пробоотборников

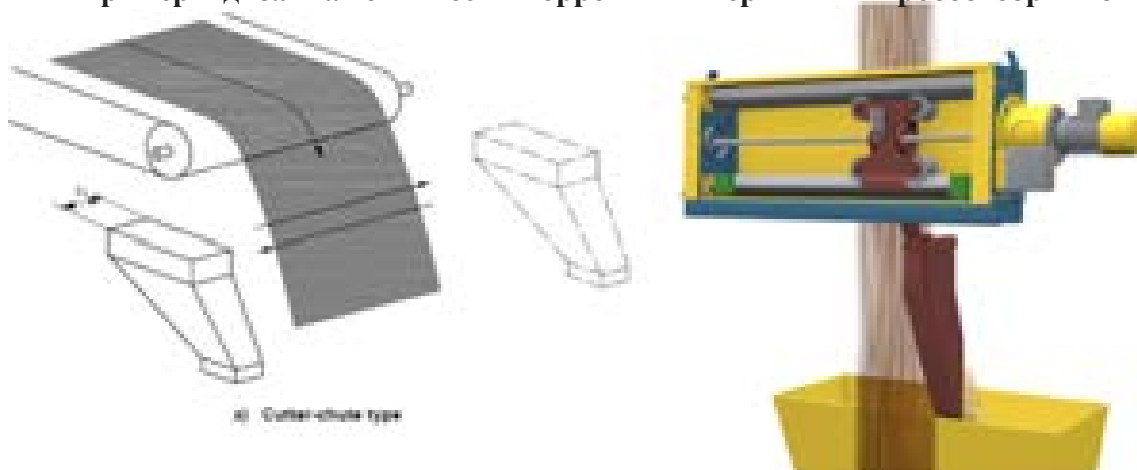


Рисунок 23.

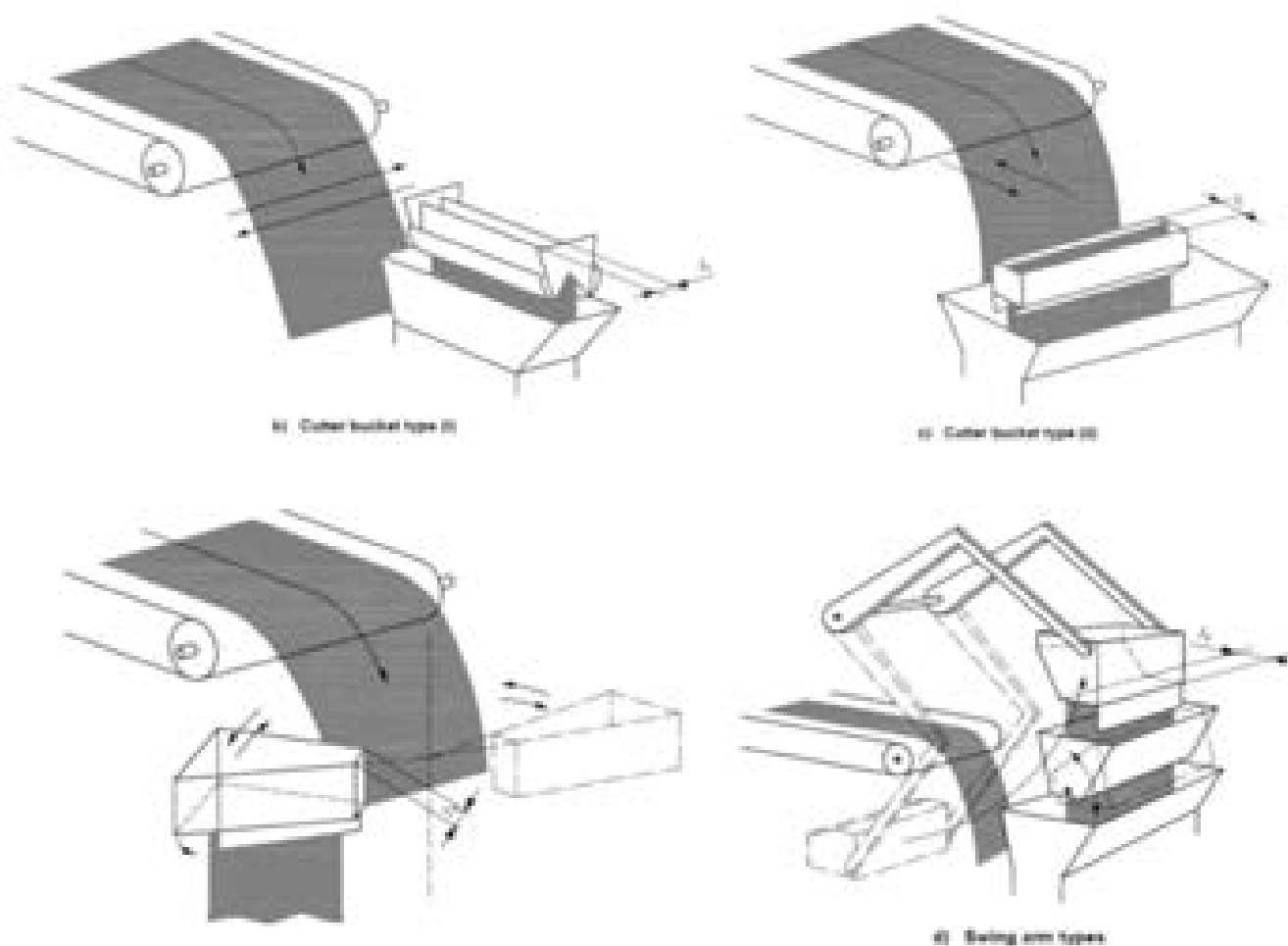


Рисунок 24.

Приложение 2

Концептуальная схема онлайн анализа с помощью различных методов на ОФ, разработанная научным институтом CSIRO, Австралия

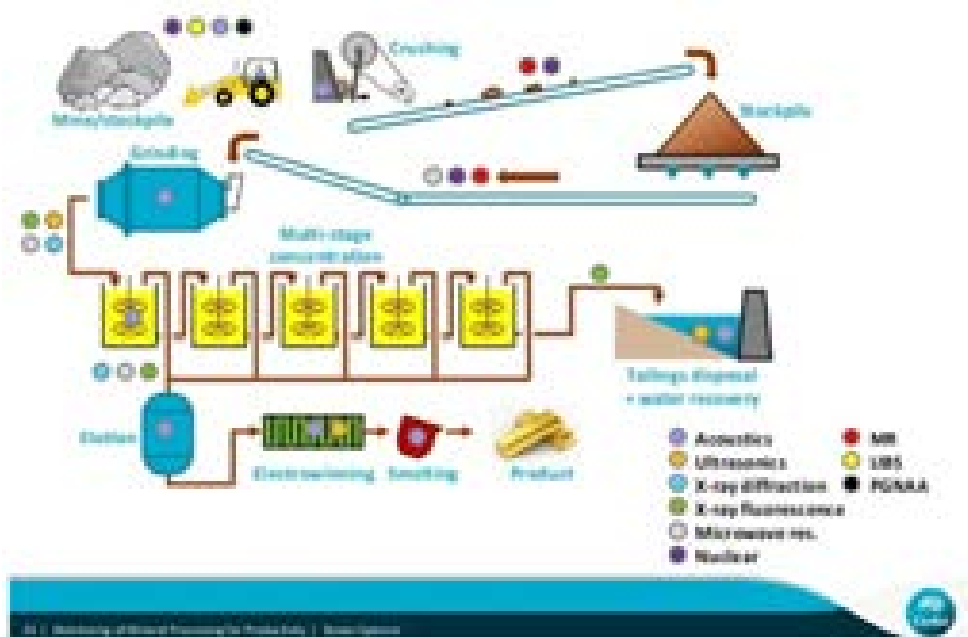


Рисунок 25.

«Использование аналитических устройств непосредственно в опробуемом массиве, имеет свои особенности и недостатки, потому полный переход на опробование без отбора точечных проб пока не предвидится» Козин В.З.

Вариант 1. Двухстадийная система отбора проб - DSS

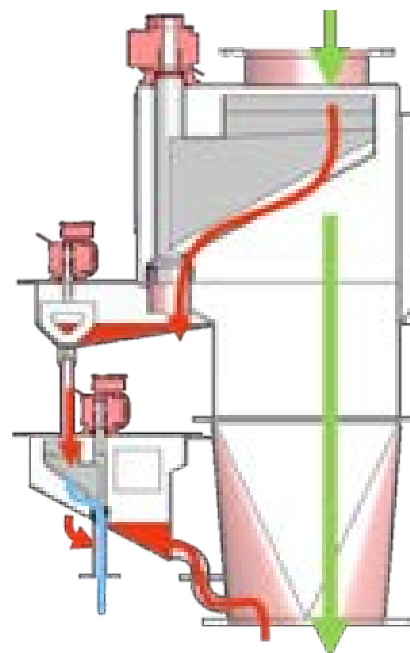


Рисунок 26.

Вариант 2. Система отбора проб самотечных потоков – DFMC



Рисунок 27.

1. Gy, P. (1979), Sampling Of Particulate Materials – Theory and Practice.
2. ГОСТ 15054-80 Руды железные, концентраты, агломераты и окатыши.
Методы отбора и подготовки проб для химического анализа и определения содержания влаги.
3. ISO-3082 Iron Ores – Sampling and Sample Preparation Procedures.
4. AMIRA P754 – Metal Accounting code.
5. Holmes R.J. (1992), “Sampling Processes in the Minerals Industry”.
6. Sampling of Mineral Process Streams, November 1992.
7. ISO 17025:1999 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

ГЛОССАРИЙ КОДЕКСА

Наилучшие практические методы – наиболее точный метод измерений, учитывающий риск, степень важности, стоимости и практичности измеряемого потока и переменной величины.

Передовые практические методы – наиболее точный метод проведения измерений с использованием информации и оборудования, имевшегося на тот момент времени.

Погрешность – это разница между средним результатом одного или нескольких измерений и реальным значением измеряемой величины. Также погрешность можно рассматривать как постоянное различие между двумя или более измерительными системами. (например, вес, вымеренный отправителем и получателем, анализ одного и того же образца двумя лабораториями и т.д.)

Калибровочные испытания (весовые измерители) – испытание с использованием определённых весов и нагрузки для весов с целью определения рабочих характеристик и эксплуатационных допусков по сравнению со стандартными значениями.

Сертификация (Тестирование) – калибровка весов или расходомеров в соответствии с принятыми стандартами, установленными соответствующим органом исполнительной власти, с целью получения разрешения на их использование в торговых целях и передачи на хранение.

Система «проверка входа - проверка выхода» – Система, посредством которой измеряются, отбираются и анализируются все входящие и исходящие потоки технологического процесса, для которых составляется баланс.

ЛИС – Сокращённое наименование Лабораторно-информационной системы, компьютеризованная система сбора и анализа лабораторной информации. Эта система используется для:

- Автоматического сбора данных. Система ЛИС может быть подключена непосредственно к лабораторным приборам, обеспечивая быстрый сбор данных и исключая риск ошибок при их записи.
- Предоставление лабораторных результатов на электронных документах. Наличие электронной документации обладает массой преимуществ, например, возможность объединения данных, поиск, быстрая выборка и отчетность, извлечение данных, резервное копирование и распространения данных в ходе операций.
- Создание структурированного хранилища лабораторных данных

Баланс – определение посредством измерения, анализа и расчета величины каждого компонента, являющегося объектом внимания всего завода (первичный учет) или каждого сегмента технологической схемы процесса (вторичный учет).

Механически корректный отбор проб – надлежащий отбор проб твердых частиц из движущегося потока возможен, когда ожидаемое количество частиц в пробе равно среднему количеству частиц в технологическом потоке в течение времени, необходимого для отбора точечной пробы. Для достижения этой цели пробоотборник должен проектироваться и эксплуатироваться надлежащим образом. Правильно спроектированный и используемый пробоотборник не имеет погрешностей. По возможности, правильность работы пробоотборника и его независимость от определенного уровня отклонения должны быть подтверждены путем проведения испытаний на отклонение методом отбора проб с остановленной ленты или другим подходящим эталонным методом отбора проб.

Учет металлов – система, в соответствии с которой отдельные технологические данные (касающиеся металлов, представляющих экономический интерес) собираются из различных источников, включая массовые измерения и анализ, и преобразуются в согласованный формат отчетности, предоставляемый в установленные сроки для соблюдения требований отчетности.

Металлургический баланс (баланс металла) – определение посредством измерения, анализа и расчета величины каждого компонента, являющегося объектом внимания всего завода (первичный учет) или каждого сегмента технологической схемы процесса (вторичный учет). (См. Весовая балансировка). Баланс металла, используемый в отчетности по учету металлов, должен быть дополнен факторами неопределенностями, связанными с каждым расчетом. Согласно данному Кодексу, металлургический баланс (баланс металла) включает металлы, минералы или товары, относящиеся к сфере интересов компании.

Вторичный учет – осуществление массового баланса на небольших участках по всему заводу для определения участков, где происходят блокировки, задержки или проблемы с измерениями.