

## Учет металлов: прямая связь между отбором проб и финансовым менеджментом

Stéphane Brochot

CASPEO, SARL, ул. Авеню Клода Гиймен, 3, г. Орлеан, Франция

### ВВЕДЕНИЕ

Как определено в «Кодексе лучших практик учета металлов» [1], учет металлов является частью финансового учета и помогает в определении стоимости продукции, прибыли, а также при инвентаризации складов и НЗП. Он также является основой для оценки чистой стоимости компании. Учет металлов основывается на согласованном материальном балансе, который в свою очередь опирается на измерения критических параметров. Любая неопределенность в таких измерениях, связанная с неизбежной погрешностью, в которой погрешность отбора проб является как правило ключевым компонентом, приводит к нежелательному и ненужному финансовому риску. Ниже представлены два примера и описание сопутствующих экономических рисков и потерь.

### ПРИМЕР 1: Недооценка потерь и переоценка массы металла в НЗП

Частный медеплавильный завод перерабатывает концентраты, поступающие с множества площадок, расположенных в разных частях света. После шихтовки концентраты переплавляются в печи взвешенной плавки, производящей медный штейн. Основные потери меди на этой стадии связаны со шлаком и отходящими газами. Последние состоят из тонких медьсодержащих частиц, которые извлекают и возвращают назад в печь. В то время, как шлак формирует значительную часть реальных потерь меди.

В этом примере гранулированный шлак опробовали вручную с разгрузки конвейера каждые два часа, формируя т. о. составную суточную пробу. Для проведения вариографического анализа контроля качества было проведено специальное опробование, в рамках которого точечные пробы отбирались каждые 15 минут, и каждая такая проба подвергалась анализу. Хотя содержание меди в большей части точечных проб совпадало со средним суточным содержанием меди в шлаке, содержание в нескольких пробах было значительно выше, что было связано с увлечением небольшого количества штейна шлаком. С действующим на тот момент подходом к отбору проб такие точечные всплески были спрятаны – и от глаз, и от металлургического учета. Для целей улучшения ситуации было принято решение об установке в конце конвейера автоматического пересечного пробоотборника, который делал бы одну отсечку каждые 15 минут.

Для сравнения, в течение одного месяца параллельно с старым ручным подходом применяли и новый вариант, обеспечивающий более частый отбор проб. По старой методике среднее содержание меди за месяц составило 0,66%, а с новым автоматическим пробоотборником – 0,95%. Принимая во внимание накопление со временем, это было существенным расхождением. Причиной явно была систематическая погрешность, поскольку ежедневный анализ показывал, что содержание меди с новым пробоотборником было немного ниже в течение 5 дней, и значительно выше в течение 13 дней.

Исходя из производительности по шлаку в 1000 т/сутки в течение 350 дней в году и стоимости тонны меди в 9 400 долларов США, стоимость выявленной потери меди возможно легко посчитать:

Потери =  $350 \times 1000 \times (0.95 \% - 0.66 \%) \times 9400 = 9,541$  миллионов \$ США.

Данная проблема с отбором проб имела два финансовых эффекта:

1) Важно, что часть меди переходит в шлак в силу термодинамического равновесия между фазами шлака и штейна, а другая часть – из-за того, что штейн в форме капель увлекается шлаком. Это то, что происходило при наблюдении «всплесков» по содержанию меди и объяснялось слабым контролем процесса разгрузки шлака и штейна. Наблюдение за этим эффектом и за операционными условиями, при которых он возникает, позволяет обеспечить лучший контроль за процессом, в особенности в части количества и качества питания печи, при условии, что контроль питания, основанный на отборе проб, достаточно точен для избежания таких всплесков. Извлеченная денежная стоимость покрывает затраты на приобретение и установку точного автоматического пересечного пробоотборника, который обеспечит более частый и значительно улучшенный анализ, и поспособствует улучшению контроля печи в целом. Она также может покрыть и правильно спроектированную автоматическую систему отбора проб питания печи, или, что лучше, оперативный анализатор полного потока, который значительно сократит полную погрешность отбора проб из процесса.

2) Такие спрятанные потери могут повлиять и на оценки промежуточных складов (НЗП) при сведении материального баланса для учета металлов. Действительно, некоторые из потерь, таких, как настыли, пыль или конвертерные шлаки, сложно измерить в части массы и еще сложнее в части содержания меди. Как следствие, обычно такие измерения или не проводятся вовсе или проводятся, но с неизбежной и ненужной большой неопределенностью измерения. При проведении согласования данных (разнесения невязок) баланса металлов, невязка, связанная с систематической погрешностью при отборе проб шлака, уравнивается менее точными значениями содержания меди в соответствующем НЗП. Месяц за месяцем, завышенная оценка массы меди накапливается из-за регулярного завышения оценки массы материала и содержания меди в нем. В крайних случаях, содержание меди может превысить 100% (что, конечно, невозможно физически) или склады могут показать большие массы в НЗП, которые в действительности не существуют. Когда такие расхождения между учтенным объемом и действительностью вскрываются, требуется корректировка учета, которая снижает стоимость предприятия и в конечном итоге ухудшает его репутацию на бирже – таким образом пренебрежение базовыми требованиями к отбору проб может вызвать множество негативных каскадных эффектов.

Этот пример призван показать, как слабая процедура отбора проб может спрятать потенциальную возможность увеличения прибыли и сформировать финансовый риск на уровне нескольких миллионов долларов США в год.

## **ПРИМЕР 2: Приемка медного концентрата**

Частный медеплавильный завод приобретает медные концентраты в соответствии со следующей процедурой:

1) Каждая поставка медного концентрата принимается на основании предварительных данных, предоставленных продавцом: влажная масса материала, среднее содержание влаги, предполагаемая сухая масса и среднее содержание металла.

2) Покупатель измеряет массу влажного материала и производит отбор проб для определения содержания влаги и содержания металла во время разгрузки поставки, формируя т. о. качественно-количественные показатели поставки со стороны предприятия.

3) В итоге переговоры между продавцом и покупателем заканчиваются набором взаимоприемлемых итоговых значений, которые затем используются для расчета целевых показателей поставки и выставления счетов. При наблюдении слишком больших расхождений

между предварительными данными продавца и полученными при приемке данными покупателя, для проведения повторного анализа отобранных проб может быть нанята независимая лаборатория, а в части проверки соответствия весоизмерительного оборудования – соответствующая независимая организация.

И предварительные данные продавца, и полученные при приемке данные покупателя основаны на «измерениях», которые по природе своей являются неопределенными в части массы, содержания влаги и содержания меди. Для целей контроля измерения влажной массы и содержания влаги при разгрузке поставки может присутствовать представитель продавца. В этом случае итоговое значение сухой массы определяется прямо во время передачи поставки и дальнейшие переговоры сторон фокусируются только на содержании металла.

Разгрузка поставки зачастую организована с помощью ленточного конвейера. В данном случае были установлены статические конвейерные весы, которые измеряли массу каждой партии (партии обычно составляют около 5 тонн). Следом был установлен автоматический маятниковый пробоотборник, который делал одну первичную отсечку на указанную массу партии (5 т). 100 таких отсечек, соответствующих поставке в 500 т, комбинировали для анализа меди.

Такая стандартная процедура дает достаточно хорошую точность. Типовые относительные погрешности измерения составляли 0,21% для влажной массы и 4,9% для содержания влаги, что обеспечивало погрешность в 0,5% для сухой массы и 0,66% для содержания меди. Последнее значение верно, если отбор проб проводится в строгом соответствии с Теорией отбора проб Пьера Ги (TOS). При этом широко известно, что маятниковые (молотковые) пробоотборники не могут обеспечить корректный, свободный от систематических погрешностей, отбор проб.

Например, в случае поставки в 17 000 тонн медного концентрата с предварительным содержанием меди в 26,000% и измеренным на предприятии покупателя содержанием меди в 25,825%, аналитическая разница скорее всего будет сочтена приемлемой обеими сторонами, поскольку она обладает тем же порядком, что и погрешность измерения содержания меди. Данная разница соответствует стоимости в 280 000 долларов США (исходя из оценки только меди). Но если плавильный завод использует низкокачественную систему отбора проб, результаты соответствующих измерений не позволят влиять на переговоры, поэтому итоговое значение качества скорее всего будет ближе к предварительным цифрам продавца, которые гарантированно немного завышены – что плохо для покупателя.

И наоборот, качественная, правильно спроектированная и правильно установленная система отбора проб, в совокупности с эффективной системой учета металлов (включающей алгоритм согласования данных / разнесения невязок баланса, который будет способен сокращать неопределенность оценки качества поставки, такой, как реализован в системе INVENTEO), подвинет чашу весов в пользу покупателя. Позитивный экономический эффект для предприятия может оцениваться в сумму до 1 миллиона долларов США в год.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Эти два примера явно, в т.ч. с экономической точки зрения, демонстрируют преимущество установки точных, т.е. не имеющих систематических погрешностей, систем отбора проб, соответствующих Теории отбора проб Пьера Ги (TOS) (что должно быть подтверждено компетентным лицом [1]), в части ограничения финансовых рисков, связанных с скрытыми пробелами, и наоборот, в части увеличения прибыли. В приведенных расчетах фигурировала только медь, при этом качество систем отбора проб может повлиять и на другие источники прибыли, такие, как сопутствующие драгоценные металлы или нежелательные компоненты, за

избыток которых могут назначаться пени. Поэтому любые инвестиции в точные и эффективные измерительные системы, в т.ч. в системы отбора проб, чаще всего компенсируются соответствующим увеличением прибыли. Эта прибыль позволит окупить также и обслуживание таких систем, что является крайне важным с точки зрения поддержки строгого уровня точности, необходимого для обеспечения правильного учета металлов.

Компания с ограниченной ответственностью CASPEO  
BP 36009 - 45060 ОРЛЕАН CEDEX 2 - Франция  
Тел.: 02 38 64 31 96 - Факс 02 38 25 97 42 - e-mail: [info@caspeo.net](mailto:info@caspeo.net)

Эксклюзивный дистрибьютор CASPEO в РФ и СНГ:  
Вычислительные Системы, ООО  
ул. Кутателадзе, 4г, г. Новосибирск, РФ, 630128  
Тел.: +7 (383) 214-09-53, web: <http://www.procsim.ru/>, e-mail: [sales@procsim.ru](mailto:sales@procsim.ru)

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

**AMIRA**, P754: Metal Accounting – Code of Practice and Guidelines. Release 3, February 2007.