УДК 622.52.03, 58.011

М.С.МОЛОДЦЕВ, А.М.АРУСТАМЯН
Металлургический факультет, группа ОП-00, ассистенты профессора

НОВЫЕ МЕТОДИКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ РАСЧЕТОВ МАТЕРИАЛЬНЫХ БАЛАНСОВ НА ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Исследованы три варианта компьютерных балансирующих расчетов масс, основанных как на классических методах решения систем балансовых уравнений, число которых должно быть равно числу определяемых показателей (обычно по данным генерального опробования), так и на новом методе, использующем фракционный состав сырья и сепарационные характеристики операций флотации. Последний метод позволяет производить расчеты по минимальному числу данных (обычно по данным текущего опробования).

In the report three variants of computer weights-balance of accounts based as on classical methods of the decision of systems of the balance equations are investigated which number should be equal to number of determined parameters (usually on the data of general approbation), and on a new method using fractional structure of raw material and efficince curve of the characteristic of operations flotation. Last method allows to make accounts on the minimal number of the data (usually on the data of the current approbation).

Даже самым тщательным образом отобранные данные обогатительной фабрики подвержены влиянию погрешностей от многих источников. Некоторые из этих погрешностей обусловлены следующими причинами:

- статистическими эффектами;
- методиками или конструкцией устройств пробоотбора;
- методиками химических анализов;
- флюктуациями массовых потоков на фабрике.

Программа JKMBall, предназначеная для расчетов материальных балансов технологических схем обогащения одновременно по нескольким расчетным компонентам, благодаря вводу корректировок позволяет получать согласованный баланс при наличии невязок в первоначальных данных. Расчеты ведутся с использованием метода наименьших квадратов (МНК); квадраты отклонений расчетных показателей от данных опробования вводятся с весовыми коэффициентами, пропорциональными задаваемой суммарной погрешности.

Рассмотрим пример флотационной фабрики, выпускающей медно-никелевый концентрат и хвосты. Питание и продукты обогащения опробовали в течение смены. Полученные результаты приведены в табл.1, а после обработки этих данных модулем JKMBall – в табл.2.

Таблица 1

Содержание элементов, %

Продукты	Медь	Никель	Сера
Питание	0,19	0,46	2,31
Концентрат	1,30	4,20	24,00
Хвосты	0,05	0,16	0,82

Программа *BT* – балансные расчеты технологических схем (Balancing Technological Flowsheets, расширение пакета UNIFLOT) – имеет широкие возможности для балансирующих расчетов флотационных схем. Инновационной характеристикой программы является обобщение традиционных балансных расчетов на схемы любой конфигурации с любыми многопродуктовыми операциями и с любым числом минеральных компонентов.

Программа *BT* применима не только к флотационным, но и к гравитационным,

Таблица 2

Согласующийся технологический баланс схемы, %

Продукт	Выход	Содержание			Извлечение		
		Cu	Ni	S	Cu	Ni	S
Питание	100,0	0,16	0,44	2,32	100,0	100,0	100,0
Концентрат	6,47	1,30	4,20	24,00	52,6	62,8	66,8
Хвосты	93,53	0,08	0,18	0,82	47,4	37,2	33,2

к магнитным и иным процессам и схемам обогащения полезных ископаемых. Особенность программы *BT* – в ее пригодности для любых технологических схем. Программа *BT* применима для балансных расчетов данных полного (генерального), а также неполного опробования.

Входная и выходная балансно-расчетная информация содержится в трех главных трехмерных функциях (массивах чисел) EPSUN(J, I, C), Be(J, I, C), E(J, I, C). Эти массивы математически взаимно эквивалентны, и, зная любой из них, можно вычислить остальные.

Программа *BT* по заданному массиву содержаний Be(J, I, C) может вычислить массив частых выходов / извлечений FPSUN(J, I, C) (относительно питания операций) и далее массив абсолютных выходов / извлечений E(J, I, C) (относительно питания схемы), из которого получают любые остальные балансные данные.

Технологическая схема может содержать любое – допускаемое возможностями компьютера – число флотационных или иных операций (основную, перечистные, контрольные). Концентрат и хвосты любой частной *J*-й операции при конфигурировании схемы могут направляться в питание любых других операций.

Для удобства пользования конфигурации делятся на типовые (канонические, полуканонические) и сложные нетиповые (любые остальные). В данной программе допускаются операции, содержащие более двух отводимых продуктов, что встречается в гравитационных, магнитных и других технологических схемах.

Балансные расчеты схем ведутся на основе типичного опробования (в частности, генерального). Данные опробования задаются в полном объеме, необходимом для замыкания балансных уравнений по твердому и всем компонентам для всех операций схемы.

Для единообразия (в случаях любых сложных схем) входные данные опробования вводятся в виде частных выходов и частных извлечений либо альтернативно – в виде содержаний компонентов в продуктах.

Выходные данные, вычисляемые программой, включают сбалансированные абсолютные выходы и абсолютные извлечения и содержания для всех компонентов и всех продуктов схемы; эти технологические показатели дополняются расчетом водно-шламового баланса.

Программа *BT* (с необходимыми модификациями) была использована для балансирующих расчетов двух флотационных схем обогатительной фабрики ГМК «Печенганикель»: для прежней и новой схемы секции 1.

Программа *BF* – фракционно-балансные расчеты схем флотации (Fractional Balancing Calculations ot Flotation Flowsheets) может быть использована для фракционно-балансирующих расчетов флотационных схем. Программа *BF* делает балансные расчеты технологических показателей схем с учетом не только движения компонентов (общепринятый подход), но и распределения флотофракций по продуктам схемы флотации, что повышает точность балансных расчетов. Практически важной особенностью программы *BF* является ее применимость для балансных расчетов по неполным данным опробования технологических схем флотации. Программа вычисляет технологические показатели (выход, извлечение, содержание, водно-шламовый баланс) для всех продуктов схемы флотации

при опробовании меньшем генерального, т.е. когда число точек опробования недостаточно для традиционных расчетов и соответственно число традиционных балансных уравнений меньше числа вычисляемых неизвестных технологических показателей.

Применение программы *BF* сокращает число точек опробования схемы вплоть до опробования только конечных продуктов (в случаях «мини-опробования» расчет показателей традиционными методами невозможен). Расчеты по программе *BF* вместе с «малым опробованием по конечным продуктам схемы» заменяют традиционные балансные расчеты вместе с трудоемким генеральным опробованием.

Для восполнения недостающей «опробовательной» информации программа *BF* предварительно вычисляет и использует флотофракционный состав питания флотации, а также сепарационные характеристики флотационного оборудования. Программа *BF* является частью пакета UNIFLOT.

Задачи программы *BF* следующие. Программа способна делать расчеты промышленных и/или лабораторных схем флотации любой конфигурации. Флотационная схема может содержать любое – допускаемое возможностями компьютера – число флотационных операций (основную, перечистные, контрольные). Концентрат и хвосты любой частной *J*-й операции при конфигурировании схемы могут направляться в питание любых других операций. Для удобства пользования конфигурации делятся на типовые (канонические, полуканонические) и сложные нетиповые (любые остальные).

Входные данные, вводимые пользователем, содержат: конфигурацию схемы флотации, параметры всех операций флотации, результаты опробования (выходы и содержания) для ряда продуктов схемы флотации.

Выходные данные, вычисляемые программой, содержат флотофракционный состав исходного питания схемы флотации; технологические показатели для всех продуктов схемы; сепарационные характеристики. По желанию корректируются время флотации, степень аэрации, уровень пульпы в операциях.

Программа *BF* (с модификациями) была использована для фракционно-балансирующих новой схемы флотации секции 1.

Анализ данных позволяет сделать вывод о хорошем соответствии результатов компьютерных расчетов модулями *BT*, *BF* и *MassBall* (расхождения незначительны).

Из сравнения результатов расчетов модулями *BT* и *BF* при неполном объеме исходных данных видно, что модуль *BF* дает лучший прогноз, чем *BT*.

Методика компьютерного экспресс-балансного расчета очевидно должна включать следующие шаги:

1) создание модели технологической схемы по данным ближайшего (последнего) генерального опробования с помощью модулей *BT* или *MassBall*;

2) использование этой модели для создания модели технологической схемы в модуле *BF*;

3) применение полученной в предыдущем пункте модели для корректировки модулем *BF* показателей схемы по данным текущего опробования;

4) обновление параметров модели при получении данных нового полного опробования.

Выводы

1. Показана возможность использования для обсчетов данных генерального опробования модулей *BT* и *BF* компьютерного пакета UNIFLOT и модуля *MassBall* компьютерного пакета JKSimMet.

2. Получена хорошая сходимость результатов расчетов всеми исследуемыми методами.

3. Показана удовлетворительная точность экспресс-балансных расчетов по данным неполного (текущего) опробования модулем *BF* (UNIFLOT).

4. Разработана методика компьютерных экспресс-балансных расчетов на базе компьютерных пакетов UNIFLOT и JKSimMet.

Нучный руководитель д.т.н. проф. *О.Н.Тихонов*