© А.С. Комлев, 2008

УДК 622.7

А.С. Комлев

НОВЫЕ РЕШЕНИЯ В ПРАКТИКЕ ОПРОБОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ОБОГАЩЕНИЯ

Семинар № 25

В настоящее время только в Уральском регионе действует более ста предприятий горно-обогатительного, металлургического и химического профиля, а также более двадцати предприятий по добыче и переработке нерудных полезных ископаемых. Основная масса этих объектов введена в эксплуатацию более пятидесяти лет назад, а последняя модернизация производства осуществлялась в 80-х годах XX века. Модернизация проходила преимущественно на основных мощностях, тогда как вспомогательные и обслуживающие сегменты производства она почти не затрагивала. Одной из проблем, остро стоящих на большинстве упомянутых предприятий, является недостаточное техническое оснащение подразделений технического контроля.

На передовых предприятиях контроль технологических процессов нередко осуществляется методами вековой давности. Так, например, отбор проб от технологических потоков может осуществляться вручную непосредственно из емкостей или с конвейерной ленты. Ручной или маломеханизированный труд преобладает и на стадии подготовки проб. Поэтому вопросы механизации процессов опробования и контроля качества исходного сырья, продуктов переработки и отходов крайне актуальны.

Как правило, в подразделениях ОТК и на участках опробования основная часть операций по усреднению и сокращению больших проб (до нескольких тонн) производятся вручную способом «кольца и конуса». Отбор проб производится также вручную методом квадратования. Такой способ опробования и отбора проб допускается нормативными документами и внутренними инструкциями предприятия, но высокой точностью и представительностью он не обладает. Помимо этого, ручное усреднение и сокращение больших партий материала весьма трудоемко и низкопроизводительно. Точность и представительность данного процесса зачастую зависит от «человеческого фактора» - добросовестности и ответственности работника.

Сегодня на большинстве обогатительных фабрик и металлургических комбинатов отбор проб от технологических потоков и масс материала производится в следующих условиях [3]:

1. Отбор проб от неподвижных масс (массива).
2. Отбор проб от перемещаемых масс (потоков материала).

Отбор проб от неподвижных масс реализован в виде опробования материала на складах, в штабелях, бункерах, контейнерах, вагонах, мешках, сгустителях, зумпфах и т. п. Для этого используются специальные инструменты – щупы и желонки различных конструкций. Также возможно фракционное опробование при перегрузке массива.

Отбор проб от потоков предполагает прохождение всей массы опробуемого материала через определенную точку технологической схемы, в которой представляется возможным отобрать пробу. Опробование потоков находит применение на всех стадиях технологической схемы обогатительных фабрик и металлургического передела, начиная от рудоподготовительных операций и заканчивая опробованием товарной продукции.

Для опробования потоков предложены три способа выделения пробы:

1. Способ поперечных сечений.
2. Способ продольных сечений.
3. Способ извлечения элементов потока.

В массовом порядке в настоящее время технически реализованы только первые два способа.

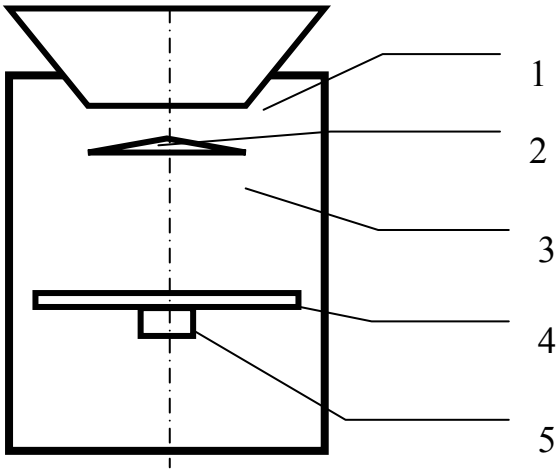
Для механизированного опробования потоков, перемещаемых кон-вейерами, используются ковшовые, ударные, скреперные и маятниковые пробоотбиратели. Также разработа-ны и находят применение баровые пробоотбиратели, реализующие принцип активного воздействия на куски материала. Как было сказано выше, отбор пробы возможен и вручную, например, при остановленном конвейере при помощи совка.

Для опробования потоков сыпучих и пульпообразных продуктов, перемещаемых по желобам, течкам и трубам, используются секторные пробоотбиратели, реализующие способ поперечных сечений, а также вакуумные и пневматические пробоотбиратели, отбирающие пробу способом продольных сечений.

Пробы, полученные тем или иным из упомянутых способов, направляются на участки пробоподготовки ОТК. На участки пробоподготовки, как правило, поступают объединенные пробы от партий материала и пробы за контрольный период работы технологической схемы. Нередко масса таких проб составляет 500–1000 кг (например, объединенная проба от партии руды или концентрата, отбираемая при разгрузке вагонов). На подготовку такой пробы с ручным перемешиванием и сокращением до конечной пробы ОТК (3 – 5 кг) может уходить до 10–12 часов. При этом около 3/4 ука-занного времени уходит на ручное усреднение и сокращение пробы между операциями уменьшения крупности. Часто пробы, доставленные на участок пробоподготовки, принимаются в работу только через несколько смен. В результате, с уче-том продолжительности нахождения проб на участке и процедуры выпол-нения анализа, запаздывание получения результата от момента формирования объединенной пробы может составлять 3–6 суток. Это, как правило, приводит к систематическим задержкам приемки и отгрузки сырья и готовой продукции, простою вагонов, накоплению готовой продукции на складах и т.п. Все это влечет за собой затягивание сведения товарных балансов, задержки во взаимных расчетах, увеличение транспортно-складских рас-ходов и ряд других сопутствующих факторов, в результате снижающих прибыль предприятия.

Решение проблемы оптимизации отбора и подготовки проб предпринято на ряде предприятий, однако далеко не всегда проблему удается снять полностью. Учитывая особенности системы организации опробования на большинстве предприятий, обозначенная проблема может быть решена в двух направлениях:

Механизация процесса пробоподготовки путем оснащения подразделений ОТК соответствующим оборудованием, уменьшающим временной интервал на усреднение и сокращение пробы.



Принципиальное устройство рабочей зоны дискового сократителя: *1* – корпус рабочей камеры; *2* – разбрасывающий конус; *3* – подводящая воронка; *4* – активирующий диск; *5* – пробоотборное устройство

1. Модернизация оборудования для опробования технологических потоков и неподвижных массивов с целью получения проб, близких по массе к конечным пробам операций пробоподготовки ОТК.

Оптимальным вариантом будет являться такая организация системы опробования, когда на участок пробоподготовки будут поступать пробы минимальной достаточной массы, а сам участок в необходимой степени будет оснащен механическими пробосократителями и другим сопутствующим оборудованием.

Масса, до которой можно довести пробу материала, напрямую зависит от его крупности. С целью минимизации массы поступающего на участок пробоподготовки материала целесообразно уменьшать крупность отобранной пробы и проводить ее сокращение непосредственно в точке отбора. Для практического воплощения минимизации массы пробы в технологических линиях на некоторых предприятиях созданы специальные пробосократительные линии (установки), позволяющие доизмельчать и сокращать первичную пробу, отобранную из потока. В состав таких линий в ка-честве основного оборудо-вания входят щековые или молотковые дробилки, гро-хоты и механические со-кратители. Примером функционирующих пробосократи-тельных линий могут являться «Башня отбора проб» ОАО ГОК «Ванадий» (г. Качканар), установки для обработки проб на обогатительной фабрике ОАО «Ураласбест» (г. Асбест), пробо-разделочные машины типа МПЛ и МПА на углеобогатительных фабри-ках. При наличии в технологической схеме пробосократительных линий нагрузка на участок пробоподготовки значительно снижается. Если в дополнение к пробосократительным линиям на участке имеется необходимое оборудование для измельчения, сокращения и фасовки проб, можно добиться минимальной задержки проб на стадии отбора и подготовки.

Основным механическим оборудованием для сокращения пробы на различных стадиях подготовки являются сократители различных конструкций. Как правило, на практике находят применение ручные желобчатые и механические секторные сократители. Также используются дробильно-сократительные агрегаты, представляющие собой совмещенные в одном аппарате щековую дробилку и секторный сократитель.

Секторные сократители могут отличаться друг от друга по конструкции, однако общая компоновка всех аппаратов одинакова. Рабочим органом секторного сократителя является

пробоотборный ковш, вращающийся на оси и в ходе движения полностью пересекающий поток материала. Стенки ковша направле-ны по радиусу от оси его вращения. Минимальное расстояние между стенками, пересекающими поток, зависит от крупности опробуемого материала. Ковш вращается внутри пробоотборной камеры, в которую материал подается при помощи воронки или питателя.

С точки зрения теории опробования секторный сократитель реализует способ квадратования для неподвижного массива. Однако на режим работы секторного сократителя накладывается существенное ограничение – скорость пересечения потока ковшом не должна превышать 0,6 м/с [3]. Это влечет за собой ограничение процесса опробования по числу точечных проб. В свою очередь, относительно малое число точечных проб на различных продуктах приводит к систематическому занижению и завышению содержания ценного компонента соответственно на бедных и богатых материалах. Вероятная систематическая погрешность такого опробования может быть недопустимо высокой [3]. Также необходимо отметить, что секторные сократители применимы только для сравнительно узкого диапазона крупности, а работа на мелком и тонком материале с влажностью свыше 7 % может привести к налипанию материала на рабочие органы аппарата и механическим сбоям в его работе.

Все это приводит к тому, что результаты опробования с использованием секторного сократителя далеко не всегда отвечают требованиям точности контроля параметров материала. Поэтому на практике зачастую отказываются от механизированного опробования на аппарате секторного типа в пользу ручного перемешивания и квартования или применения желобчатого сократителя.

Кафедрой обогащения полезных ископаемых Уральского государственного горного университета совместно с ООО «Таилс КО» разработан и производится дисковый электромеханический сократитель, предназначенный для отбора проб от технологического потока.

Принцип действия дискового сократителя заключается в принудительном перемешивании проходящего через рабочую зону продукта, формировании из него направленного кольцевого потока и отбора пробы в непрерывном режиме.

При попадании в рабочую зону сократителя продукт проходит через предварительную усреднительную камеру, в которой установлены разбрасывающий конус специального профиля и круговая подводящая воронка. При необходимости возможна установка двух предварительных усреднительных камер. После прохождения через конус по внутренней поверхности воронки продукт подается на основной активирующий диск, с которого сходит равномерным круговым веером, направленным к стенкам основной усреднительной камеры. Таким образом в усреднительной камере формируется кольцеобразный направленный поток продукта. Этот поток проходит через регулируемое пробоотборное устройство щелевого типа, на котором от потока отсекается необходимая проба в непрерывном режиме. Принципиальная схема рабочей зоны дискового сократителя показана на рисунке.

Параметры рабочей зоны (углы наклона конструктивных элементов, зазоры, скорость вращения конуса и диска, ширина щели пробоотборного устройст-

Сравнительные результаты опробования различных материалов

Наименование материала	Относительная погрешность отбора проб, %	
	Сократитель секторный	Сократитель дисковый
Катализатор отработанный «КР»	8,00 – 23,10	0,40 – 2,00
Катализатор отработанный алюмоплатиновый	8,60	0,71
Отходы аффинажного производства	13,60	1,36

ва) подбираются исходя из физико-механических и технологических свойств опробуемого материала, а также особенностей методики опробования. На каждый вид продукта выбирается и устанавливается отдельный режим работы сократителя. Таким образом дисковый сократитель целенаправленно подбирается под опробуемый материал исходя из критерия максимального снижения погрешностей сокращения и отбора пробы. Фактически, дисковый сократитель реализует способ продольных сечений с предварительным усреднением материала. Основополагающий для опробования принцип непредпочтительности в данном случае не нарушается – неоднородность потока в поперечном сечении устраняется за счет предварительного усреднения. Дисковый сократитель не имеет обязательного для большинства аппаратов ограничения по скорости пересечения потока. За счет этого достигается предельная минимизация случайной.

и вероятной систематической погрешностей опробования, обеспечивается высокая точность и представительность отбора пробы [4, 5, 6, 7].

Результаты промышленного использования дискового сократителя подтвердили его объективные преимущества перед секторным сократителем и другими пробоотборными устройствами. В частности, относительная погрешность отбора проб на дисковом сократителе в несколько раз ниже, чем при использовании аппаратов и приспособлений других конструкций. В таблице приведены данные по опробованию некоторых продуктов с использованием диско-вого и секторного сократителей.

Использование дискового сократителя возможно для различных технологических схем и продуктов. Он может использоваться как на стадии отбора проб в технологической линии в качестве основного оборудования, так и на стадии пробоподготовки для операций сокращения.

Для каждой точки в любом технологическом процессе может быть предложена индивидуальная компоновка сократителя.

Конструкция, производительность, комплектность, режим работы, технологический режим, габаритные размеры, совместимость с другим оборудованием могут быть установлены целевым образом. Возможно изготовление лабораторного (настольного) сократителя дискового типа.

По месту решается вопрос о необходимой и оптимальной автоматизации процесса управления сократителем, а также механизации загрузки и транспортировки опробуемого материала (от ручного до полностью механизированного варианта). Возможно комплексное оснащение и поставка необходимой заказчику технологической линии, включающей в себя со-

кратитель, для механизированного опробования любых материалов.

Крупность опробуемого материала – от 0,05 до 100,00 мм. Предусмотрена настройка сократителя на необходимую крупность материала.

Дисковые сократители используются в качестве основного оборудования для опробования исходного сырья и отходов аффинажного производства на ОАО «Екатеринбургский завод по обработке цветных металлов». На Филиале «Производство полиметаллов» ОАО «Уралэлектромедь» дисковый сократитель установлен на участке подготовки проб. В настоящее время проводятся работы по запуску в эксплуатацию дисковых сократителей для опробования шлака на ЗАО «Кыштымский медеэлектролитный завод» и для опробования текущих отходов обогатительной фабрики ОАО «Ураласбест».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 23148 «Порошки, применяемые в порошковой металлургии. Отбор проб».

2. ОСТ 38-01383 «Отработанные катализаторы алюмоплатиновые монометаллические и полиметаллические и отходы производства катализаторов. Правила приемки, отбор проб, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение».

3. *Козин В.З.* Контроль технологических процессов обогащения. Учебник для вузов. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2005. 303 с.

4. *Тюрина Г.Л.* Исследование погрешностей и разработка техники опробования руд и продуктов обогащения с ассиметричным распределением ценных компонентов. Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук. Екатеринбург, 2003. - 146 с.

5. *Тюрина Г.Л.* Получение количественной характеристики вероятной систематической погрешности опробования путем имитационного моделирования. // Изв. вузов. Горный журнал. 2001. № 4 – 5. – С. 76–81.

6. *Тюрина Г.Л.* Стендовые испытания механического сократителя проб // Труды Международной научно-технической конференции «Научные основы и практика разведки и переработки руд и техногенного сырья с извлечением благородных металлов». Екатеринбург, 2002. – С. 67–70.

7. *Методика* опробования отходов, содержащих драгоценные (благородные) металлы. – Екатеринбург, Таилс КО, 2002. – 21 с. ГИАБ

Коротко об авторе

Комлев А.С. – Уральский государственный горный университет.

Доклад рекомендован к опубликованию семинаром № 25 симпозиума «Неделя горняка-2007». Рецензент д-р техн. наук, проф. *А.А. Абрамов.*