

УДК 622.735

## **«КОНТРОЛЬ ГРАНУЛОМЕРИЧЕСКОГО СОСТАВА ПУЛЬПЫ В ПОТОКЕ»**

Рейдель А.О., студент гр. ОПс - 181, V курс  
Евменова Г.Л., к.т.н., доцент, научный руководитель  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева»  
г. Кемерово

Процесс измельчения руд в мельницах – один из наиболее важных операций при подготовке их к обогащению. Для получения нужного по качеству продукта измельчения необходимо контролировать многочисленные технологические параметры производственного процесса: крупность исходного сырья, подачу воды в мельницу, плотность и гранулометрический состав пульпы. Для определения и анализа их осуществляется опробование (совокупность операций отбора проб, обработки и подготовки их к анализу), Далее производится контроль технологических процессов путем сопоставления определяемой величины опробования с ее заданным значением. Очевидно, что только сопутствующими измерениями, возможно определить качество исходных и конечных продуктов и рассчитать технологические показатели, получить данные для составления технологического и товарного баланса и для поддержания установленных режимов ведения технологического процесса. Важно в каждый момент знать фактические условия, в которых протекает та или иная технологическая операция. Для осуществления контроля технологического процесса на фабрике производится ряд ручных или автоматических измерений.

Осуществление контроля связано со значительными затратами. Например, на действующих ГОК производственный персонал расходует около 30 % рабочего времени на операции контроля. Капитальные затраты на средства контроля составляют 2-4 % общих капитальных затрат на обогатительную фабрику [1].

Автоматические измерения физических и химических параметров, определяющих результаты технологического процесса, могут производиться непрерывно и служить основой для автоматического непрерывного поддержания самого процесса на оптимальном уровне. Совокупность автоматического измерения отдельных параметров, определяющих результаты работы фабрики, и автоматического изменения на их основе технологического процесса называется автоматическим регулированием процесса. Применение автоматических контрольно-измерительных приборов и автоматического регулирования на обогатительных фабриках непрерывно расширяется, так как их

введение обеспечивает увеличение производительности труда, а в ряде случаев и резкое улучшение результатов процесса обогащения.

Автоматическое измерение условий работы, кроме того, обеспечивает оперативный контроль, что позволяет уменьшить промежуток времени от момента производства замера до получения результата измерения и увеличение точности замеров.

Для оперативного контроля технологического процесса на фабриках используются также системы автоматического отбора, доставки и подготовки проб к анализу. Автоматические приборы и приспособления применяют на обогатительных фабриках для непрерывного измерения очень многих величин и условий работы. Но имеются параметры, пока с трудом поддающиеся непрерывному измерению, например, гранулометрический состав контрольного класса руды.

При анализе гранулометрического состава подлежат решению две задачи: определение размеров частиц (такие измерения могут быть осуществлены различными методами) и определение доли в процентах частиц различных классов крупности. Для решения второй задачи требуется разделение частиц по крупности.

На большинстве обогатительных фабрик для контроля гранулометрического состава применяется ситовый анализ, который занимает более одного часа времени, что исключает возможность автоматического управления технологическим процессом.

Опробование и ситовой анализ проб конечных продуктов измельчения производится службой ОТК не реже трёх раз в смену.

Полное опробование и ситовой анализ проб всех продуктов измельчения производится периодически службой исследовательской лаборатории не реже одного раза в месяц.

В процессе выполнения опробования определяются:

- крупность и гранулометрический состав продуктов (ситовые анализы каждого из продуктов выполняются на полном наборе сит);
- плотность пульпы, весовые и количественные выходы продуктов;
- удельная производительность мельниц и циклов по вновь образованному контрольному и другим классам крупности;
- измельчаемость руды;
- энергетическая эффективность измельчения по контрольному классу крупности;
- эффективность классификации отдельных операций и циклов по контрольному и другим классам крупности;
- циркулирующая нагрузка на мельницы и циркулирующая нагрузка в циклах классификации.

В табл. 1 представлена карта контроля технологического процесса измельчения полиметаллической руды. Как видно по данным, представленным в табл. 1, содержание контрольного класса ( $- 0,074$  мм) в сливе классификатора и гидроциклонов определяется 3 раза в смену, что является достаточно за-

тратным процессом по времени для определения гранулометрического состава.

При технологическом опробовании отбираются пробы пульпы за определенный интервал времени, который, в зависимости от продолжительности подготовки и анализа пробы, может составлять 2 часа и более [2]. Таким образом, информация об опробуемом продукте будет достоверна на момент отбора пробы и оперативного контроля по факту не будет.

Таблица 1

Карта контроля технологического процесса измельчения  
 полиметаллической руды

Наименование параметров	Ответственный исполнитель	период
I стадия измельчения		
Содержание твёрдого в разгрузке мельницы	Машинист мельниц	3 раза в смену
Содержание класса –0,074 мм в разгрузке мельницы	Флотатор ИЛ	1 раз в месяц
Содержание твёрдого в сливе классификатора	Машинист мельниц	ежечасно
Содержание класса –0,074 мм в сливе классификатора	Контролёр ОТК	3 раза в смену
II стадия измельчения		
Содержание класса –0,074 мм в разгрузке мельницы	Флотатор ИЛ	1 раз в месяц
Содержание твёрдого в разгрузке мельницы	Машинист мельниц	3 раза в смену
Содержание твёрдого в сливе гидроциклонов	Машинист мельниц	ежечасно
Содержание класса –0,074 мм в сливе гидроциклонов	Контролёр ОТК	3 раза в смену
III стадия измельчения		
Содержание класса –0,074 мм в разгрузке мельницы	Флотатор ИЛ	1 раз в месяц
Содержание твёрдого в разгрузке мельницы	Машинист мельниц	3 раза в смену
Содержание твёрдого в сливе гидроциклонов	Машинист мельниц	ежечасно
Содержание класса –0,074 мм в сливе гидроциклонов	Контролёр ОТК	3 раза в смену

С появлением автоматических анализаторов качества, основанных на современных физических и физико-химических методах контроля, автоматических гранулометров, уровнемеров и других технических средств значительно расширяются возможности получения аналитической информации.

Однако приборов типа гранулометров, используемых в системах автоматического контроля и управления сравнительно немного.

В нашей работе представлен метод определения гранулометрического состава, одного из контролируемых параметров пульпы при измельчении полиметаллических руд.

В ОАО «Союзцветметавтоматика» разработано и освоено производство нового автоматического гранулометра для жидких сред «ПИК-074П» [3, 4].

В этом приборе реализован метод определения гранулометрического состава, основанный на наличии корреляционной связи между процентным содержанием контрольного класса и средним диаметром крупных классов в анализируемой пульпе. Гранулометр «ПИК-074П» позволяет производить измерение крупности частиц пульпы без пробоотборных и пробоподготовительных устройств.

Гранулометр состоит из датчика крупности (рис. 1), монтируемого непосредственно на магистральном трубопроводе или желобе с контролируемой пульпой, и микропроцессорного измерительного преобразователя, устанавливаемого в металлическом шкафу вблизи места контроля.

Датчик крупности производит измерение линейных размеров частиц в потоке пульпы путем захвата частиц между пятой и подпятником и их преобразование в электрические сигналы – напряжение переменного тока. Принцип преобразования – индуктивный.



Рис. 1. Погружной датчик ДКП-04



Рис. 2. Микропроцессорный измерительный преобразователь МИП-3

Датчик крупности ДКП-04 включает в себя микрометрический щуп, состоящий из измерительного штока, подпятника с контактной пластиной, закрепленных вне корпуса на выносных штангах. Корпус датчика выполнен герметичным и влагонепроницаемым, поэтому изменение уровня измеряемой пульпы и попадание потока пульпы на датчик не влияют на его работу. Установка гранулометра для контроля грансостава осуществляется путем непосредственного помещения выносных штанг датчика в контролируемый поток. Верхняя часть измерительного штока связана с индуктивным преобразователем, который фиксирует размер частиц и в виде выходного напряжения преобразователя передает в микропроцессорный измерительный преобразователь МИП-3, общий вид которого, представлен на рис. 2.

Микропроцессорный измерительный преобразователь предназначен для реализации следующих функций:

- приема и измерения сигнала от датчика крупности;

- обработки результатов измерения и вычисления процентного содержания контрольных классов крупности в потоке пульпы в соответствии с заданным алгоритмом;
- представления на алфавитно-цифровом дисплее измеряемых значений крупности частиц и вычисляемых величин процентного содержания этих частиц в анализируемом потоке, а также констант и параметров настройки преобразователя;
- формирования выходного токового сигнала, передачу результатов измерения и вычисления по каналам связи.

Шкаф управления с микропроцессорным преобразователем МИП-3 имеет настенный монтаж и также может устанавливаться в удобном для обслуживания месте на расстоянии до 10 м от места установки датчика крупности ДКП-04.

Гранулометр «ПИК-074П» обеспечивает возможность просмотра на дисплее измеренных и вычисленных значений. Благодаря показаниям прибора можно в реальном времени изменять параметры технологического процесса измельчения руды в мельнице, например подачу воды и крупность исходной руды. Следует отметить, что данные гранулометра имеют архив и возможность просмотра технологических показателей за прошедший период.

Таким образом, в отличие от ситового анализа гранулометр ПИК-074П, способен производить непрерывный контроль заданного класса крупности пульпы в реальном времени, что позволяет осуществлять автоматический контроль и управление процесса измельчения.

#### **Список литературы:**

1. Козин, В.З. Опробование и контроль технологических процессов обогащения: учеб. для вузов.- М. : Недра, 1985. – 294 с.
2. Опробование руд [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.techade.ru/stati/oprobovanie-rudy> (дата обращения 11. 10. 22)
3. Установка для измерения крупности частиц «ПИК-074П» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://amtorg.com.ru/ustanovka-dlya-izmereniya-kрупности-chastic-pik-074p> (дата обращения 20. 01. 23)
4. Топчаев, В.П., Новый поточный гранулометр «ПИК-074П» для автоматического контроля грансостава пульпы в потоке. А.В., Топчаев, М.В.Лapidус [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://scma.ru/ru/Topchaev\\_PIK.pdf](http://scma.ru/ru/Topchaev_PIK.pdf) (дата обращения 11. 10. 22)