

2. Набойченко С.С., Агеев Н.Г., Дорошкевич А.П. Процессы и аппараты цветной металлургии. / С.С. Набойченко, Н.Г. Агеев, А.П. Дорошкевич и др. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. – 700 с.

3. Рудычева, Н. Российская промышленность 4.0: как не опоздать на поезд в будущее / Н. Рудычева // ИТ в промышленности. – 2018. URL: http://www.cnews.ru/reviews/it_v_promyshlennosti_2018/articles/rossijskaya_promyshlennost_40_kak_ne_opozdat_na_poezd_v_budushchee. (дата обращения: 23.04.2023).

4. Яргер Р. Дж. MySQL и mSQL: Базы данных для небольших предприятий и Интернета /Р. Дж. Яргер, Дж. Риз, Т. Кинг. – М., СПб: Символ-Плюс, 2017. – 560 с.

УДК 65.011.56:669-1

Ю. В. Тихонов

НЧОУ ВПО «Технический университет УГМК», г. Верхняя Пышма, Россия

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДАЧИ РЕАГЕНТОВ ВО ФЛОТАЦИЮ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ АО «УРУПСКИЙ ГОК»

Аннотация. В ходе анализа работы цеха медной флотации были выявлены недостатки текущей системы автоматической подачи реагентов, а именно дозировка реагентов собрана в виде локальной системы автоматизации, реагенты дозируются с большими погрешностями. В качестве альтернативы была предложена реализация автоматической системы дозирования, которая в последствии будет интегрирована в систему АСУТП предприятия, а именно замена локальной системы автоматизации на более современное оборудование. В данной работе описан план автоматизации подачи реагентов во флотацию с последующим внедрением в АСУТП предприятия.

Ключевые слова: флотация, дозирование реагентов, автоматизация, АСУТП.

Abstract. During the analysis of the work of the copper flotation shop, the shortcomings of the current automatic reagent supply system were revealed, namely, the dosage of reagents is collected in the form of a local automation system, reagents are dosed with large errors. As an alternative, the implementation of a dosing system was proposed, which will later be integrated into the automated process control system of the enterprise, namely, the replacement of the local automation system with more modern equipment. This paper describes a plan for automating the supply of reagents in flotation with subsequent implementation in the automated process control system of the enterprise.

Key words: flotation, reagent dosing, automation, automated control system.

Обогащение полезных ископаемых – это комплекс технологических мероприятий, направленных на повышение концентрации полезных компонентов в минералах, добытых из недр. Процесс обогащения занимает промежуточное положение между добычей и последующей переработкой полезных компонентов. Основным методом обогащения многих руд, особенно руд цветных металлов, является флотационный метод (англ. flotation - плавание на поверхности воды). Его использование резко повысило извлечение металлов и качество кон-

центратов, что позволило ему вытеснить при обогащении сульфидных и других руд менее рентабельные методы обогащения. Роль флотации в современном производстве характеризуется большими масштабами ее промышленного применения. Количество перерабатываемых флотационным методом полезных ископаемых ежегодно достигает нескольких миллиардов тонн. Флотацией обогащают руды цветных, редких и благородных металлов. Немаловажную роль в процессе обогащения флотацией играет дозирование реагентов.

Автоматизированные системы управления технологическими процессами (АСУТП) в настоящее время в России активно развиваются и внедряются на металлургические предприятия. АО «Урупский ГОК» также находится на стадии внедрения АСУТП для цифровизации технологических процессов производства с целью уменьшить финансовые затраты и сроки выпуска продукции.

Описание схемы цепи аппаратов главного корпуса обогатительной фабрики при получении медного концентрата.

На обогатительной фабрике осуществляется 3-х стадийная схема измельчения. Первая стадия измельчения осуществляется в двух шаровых мельницах МШР 3200x3100 №2 и №3 (1 – в работе, 1 – в резерве), работающих в замкнутом цикле со спиральными классификаторами 2КСН-20 (1-я стадия классификации).

Слив классификаторов первой стадии поступает на классификацию второй стадии в двух гидроциклонах ГЦР-500 и одном ГЦРК-500, слив которого поступает на контрольную классификацию в ГЦР-500. Пески гидроциклона ГЦРК-500 направляются на концентрационные столы СКО 22,5 №№ 3, 4, 5. Пески гидроциклонов ГЦР-500 направляются на измельчение в шаровой мельнице МШЦ 2700x3600 №1 (вторая стадия измельчения). Измельченный продукт и хвосты концентрационных столов возвращаются на классификацию второй стадии. Слив гидроциклонов мельницы второй стадии измельчения направляются в операцию выделения «медной головки» во флотомашине ФМ-3,2 №1 (1-4 камеры, V-3,2 м³). Пенный продукт «медной головки» является готовым медным концентратом и направляется в сгуститель №2 (1).

Хвосты (камерный продукт) медной головки поступают в операцию грубой медной флотации во флотомашине ФМ-3,2 №1 (5-10 камеры, V-3,2 м³). Концентрат которой после доизмельчения в мельнице №5 направляется в операцию первой медной перечистки.

Хвосты грубой медной флотации направляются на классификацию третьей стадии в двух гидроциклонах ГЦР-500 и одном ГЦРК-500 слив которого поступает на контрольную классификацию в ГЦР-500. Пески гидроциклона ГЦРК-500 направляются на концентрационные столы СКО 22,5 №№ 1, 2. Пески гидроциклонов ГЦР-500 направляются на измельчение в шаровой мельнице МШЦ 2700x3600 №4 (третья стадия измельчения), измельченный продукт, объединяясь с хвостами гравитации, возвращается на классификацию третьей стадии. Слив гидроциклонов мельницы третьей стадии измельчения направляется в операцию основной медной флотации, проводимой во флотомашинах ФМ-3,2 №12 и №8 (18 камер, V-3,2 м³). Хвосты (камерный продукт) основной медной флотации направляются в цикл контрольных медных операций флотации, про-

водимых во флотомашинах ФМ-3,2 №9 и №10 (18 камер, V-3,2 м³). Хвосты контрольной флотации флотомашин №10 являются отвальными.

Концентрат основной медной флотации объединяясь с концентратом грубой медной флотации и хвостами второй медной перерешетки поступает на доизмельчение в мельнице МШЦ 2700x3600 №5, работающей в замкнутом цикле с гидроциклонами ГЦР-360 (песковые насосы №№ 1, 2). Слив гидроциклонов перекачивается насосом производительностью 250 м³ напором 28 м №№ 13, 14 в операцию первой медной перерешетки ФМ-1,2 №15 (7-14 камеры, V-1,2 м³). Хвосты первой медной перерешетки объединяются с концентратом контрольной флотации и хвостами медной грубой флотации и направляются в третью стадию измельчения далее в основную медную флотацию. Концентрат первой медной перерешетки направляется во вторую медную перерешетки ФМ-1,2 №15 (3-6 камеры, V-1,2 м³). Предусмотрена возможность включения третьей медной перерешетки ФМ-1,2 №15 (1-2 камеры, V-1,2 м³). Концентрат второй медной перерешетки объединяется с концентратом медной головки и направляется в сгуститель

При обогащении медной руды применяются следующие реагенты:

- калиево-бутиловый ксантогенат;
- известь;
- МИБК (вспениватель);
- Флотореагент-оксаль.

На данный момент на обогатительной фабрике используется система автоматического дозирования флотационных реагентов, собранная на базе ТРМ-212 «Овен», прибора Пульс-117 и электромагнитного клапана, подающего реагент. Система предназначена для автоматической подачи реагентов для использования в технологическом процессе флотации.

Диапазон регулирования, частота импульсов в минуту составляет:

$$\{[0; 0,49] ; [0,5 ; 60/(t_{\text{имп}}+t_{\text{пауз}})]\},$$

где диапазон от 0 до 0,49 приравнивается к прекращению дозирования; диапазон от 0,5 до максимально возможного значения – рабочий диапазон регулирования; $t_{\text{имп}}$ – длительность импульса, сек; $t_{\text{пауз}}$ – минимальная пауза между импульсами, 3 сек.

Расход раствора реагента по точке дозирования автоматически рассчитывается контроллером и выводится на световую панель в виде физической величины – мл/мин. Контроллер ведет расчет расхода реагента по формуле:

$$Q = \nu \cdot V, \text{ мл/мин,}$$

где ν – частота импульсов в минуту; V – величина вылива за одно срабатывание (единичный вылив), мл.

Слесарь КИПиА настраивает длительность импульса и вносит данные единичного вылива согласно таблицы 1.

Единый вылив для дозаторов

Наименование реагента / операции	Единый вылив, мл
1	2
Ксантогенат	150
Сернистый натрий	
- в операции измельчения	200
- в операции флотации	150
Цинковый купорос	
- в операции измельчения	392
- в операции флотации	300
Медный купорос	300
МИБК	100
ВАЖНО! Аппаратное ограничение единого вылива – 392 мл.	

Флотатор в соответствии с режимной картой задает частоту импульсов в минуту для выбранной точки подачи. Флотатор обязан контролировать заполнение расходных бачков и единый вылив по каждой точке подачи не реже двух раз в 12-ти часовую смену.

Данная система не совершенна, так как имеет иногда критичную погрешность в дозировке реагентов, и нуждается в постоянных корректировках и калибровках выливов через дозирующий клапан. Что в последствии сказывается на качестве конечного продукта и отвальных хвостах флотации.

На предприятии была поставлена задача автоматизировать процесс подачи реагентов таким образом, чтобы повысить процент извлечения, повысить качество выпускаемой продукции и снизить отвальные хвосты.

Чтобы решить данную задачу была предложена полная замена текущей автоматизированной системы подачи реагентов на принципиально новую, для нашего предприятия. Новая система должна быть внедрена в АСУТП нашего предприятия.

Предлагается использовать потоковый рентгенофлуоресцентный анализатор (далее анализатор) предназначенного для непрерывного рентгенофлуоресцентного анализа в потоке пульпы технологического процесса переработки руды в реальном времени, связанный программируемым логическим контроллером (ПЛК) с дозирующими перистальтическими насосами.

Анализатор устанавливается в потоке пульпы на сливах классификаторов мельниц. Передает полученные данные о содержании металла в пульпе в ПЛК, который обрабатывая данные управляет перистальтическими насосами-дозаторами. Примерная схема показана на рисунке 1.

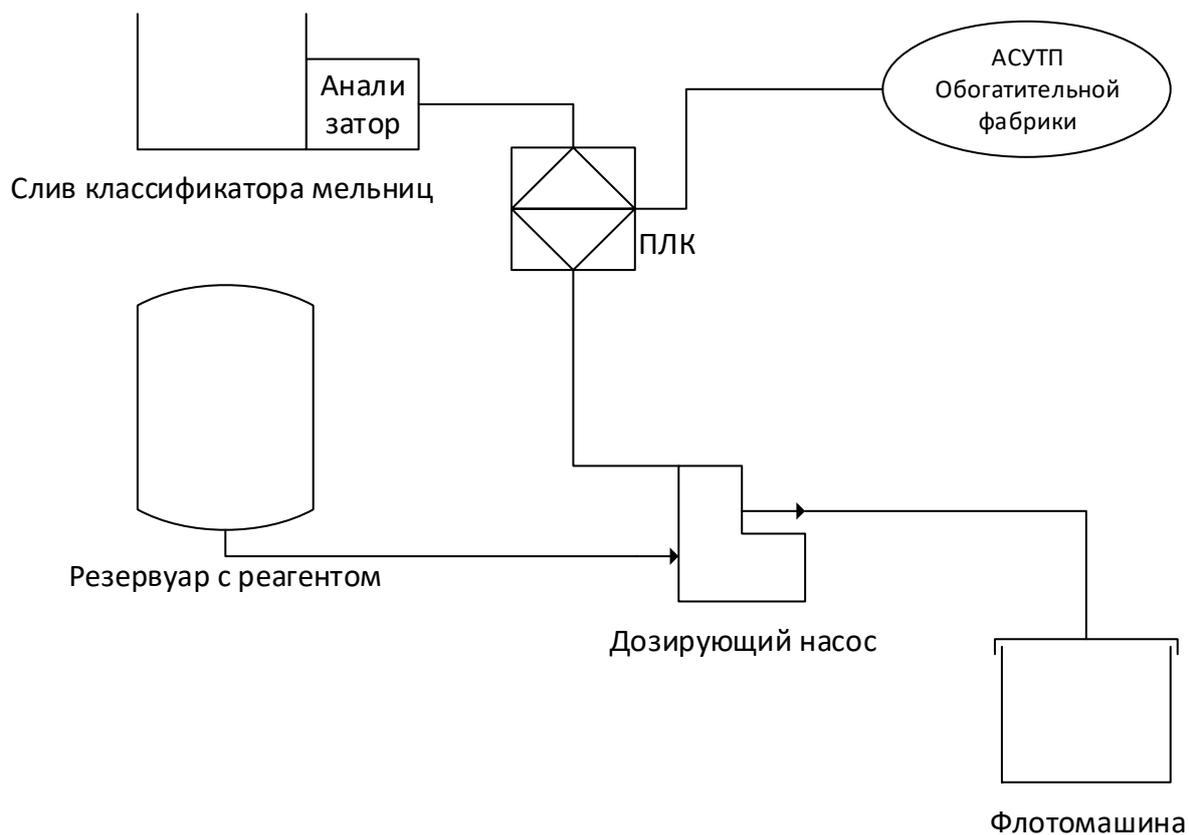


Рис. 1. Схема автоматической системы дозирования

Таким образом, использование установки дозирования реагентов в режиме автоматического регулирования или в составе АСУТП обоганительной фабрики позволяет эффективно контролировать параметры и управлять технологическим процессом пенной флотации руд полезных ископаемых, с помощью дозирующих насосов снижает погрешность вылива реагентов, повысить процент обогащения.

Список использованных источников

1. Технический регламент Обоганительной фабрики / А.Д. Акбаев. ОАО «Урупский ГОК». – 85 с.
2. Абрамов А.А. Флотационные методы обогащения: учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: МГГУ, "Горная книга", "Мир горной книги". – 2008. – 710 с.
3. Селевцов Л.И. Автоматизация технологических процессов / Л.И. Селевцов, А.Л. Селевцов. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2014. – 352 с.
4. Прокофьев Е.В. Автоматизация технологических процессов и производств: методическое пособие по выполнению курсового проекта. – Екатеринбург: УГГУ, 2007. – 44 с.