УДК 621.30783

А.О.СВИРИДЕНКО, *аспирант, sviridenko_ao@mail.ru*
Санкт-Петербургский государственный горный университет
С.А.БЕЛЯКОВ, *зам. начальника группы автоматизации, rivs@rivs.ru*
СПЗАО «ИВС», Санкт-Петербург

A.O.SVIRIDENKO, *post-graduate student, sviridenko_ao@mail.ru*
Saint Petersburg State Mining University
S.A.BELYAKOV, *deputy head automation, rivs@rivs.ru*
«IVS» Co, Saint Petersburg

СРЕДСТВА АВТОМАТИЗАЦИИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ РУД ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Описаны средства автоматизации, предназначенные для автоматической подачи реагентов в процесс пенной флотации с целью достижения максимального количества готового концентрата, а также для точного учета расхода реагентов, диагностики отказа питателей реагентов и прогнозирования остатка на конец смены. Изучены принципы работы установки дозирования реагентов УДР-РИФ в режиме локального регулирования и в составе АСУТП обогатительной фабрики.

***Ключевые слова*:** флотация, обогащение, средства автоматизации.

AUTOMATION MEANS IN TECHNOLOGICAL PROCESS OF FLOTATION OF ORES OF MINERALS

The description of the automation means intended for automatic giving of reagents in process of flotation for the purpose of achievement of a maximum quantity of a ready concentrate, and for the exact account of the expense of reagents, diagnostics of refusal of feeders and forecasting of the rest for the change end is given. The description of work of installation of reagents dispensing in a mode of local regulation and in structure ASUTP of concentrating factory is given.

***Key words*:** flotation, concentrating, automation means.

Современные автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУТП) обогатительных фабрик являются сложными многоуровневыми комплексами на базе технических средств, включающих автоматические датчики технологических параметров, исполнительные органы и средства вычислительной техники. Развитые АСУТП охватывают все переделы обогатительного производства, начиная от приема руды и заканчивая отгрузкой готового концентрата.

Одним из этапов переработки руд полезных ископаемых является технологический процесс флотации – процесс разделения мелких твердых частиц (минералов), основанный на различии их в смачиваемости водой. Увеличение объемов и расширение области применения флотации связано с пенной флотацией, при которой обработанные реагентами частицы выносятся на поверхность воды пузырьками воздуха, образуя пенный слой, устойчивость которого регулируется добавлением пенообразователей. Полученную пену сгущают и фильтруют, после чего получают готовый продукт – концентрат.

Средства автоматизации в технологическом процессе пенной флотации могут быть предназначены, например, для автоматической подачи (дозирования) реагентов в процесс флотации с целью достижения макси-

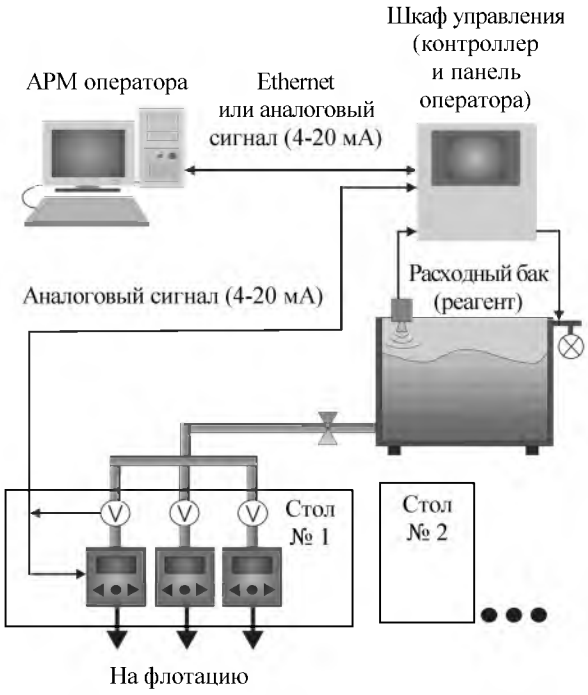


Рис.1. Структурная схема установки дозирования реагентов УДР-РИФ

мального количества готового концентрата. Дозирование реагентов по каждой точке подачи осуществляется в соответствии с заданием, устанавливаемым вручную с панели оператора, в функции от технологических параметров (расхода твердого вещества, остаточной концентрации реагентов в пульпе и т.п.) либо в соответствии с заданием, получаемым от верхнего уровня управления. Кроме этого, средства автоматизации позволяют вести точный учет расхода реагентов по каждой точке дозирования, диагностику отказа питателей реагентов по балансу заданного и фактического расхода реагентов, а также контролировать запас реагентов в емкости с возможностью прогнозирования остатка на конец смены.

Примером устройства, позволяющего осуществить все указанные функции, является установка дозирования реагентов УДР-РИФ, разработанная СП ЗАО «ИВС» (ЗАО «РИВС-проект»). Структурная схема установки представлена на рис.1.

Принцип действия установки следующий. Подача реагента осуществляется из расходного чана на вход напорного бака. Из напорного бака реагент поступает на вход дозировочного коллектора, установленного снизу дозировочного стола.

Функция напорного бака – поддержание постоянного напора на входе в дозировочный коллектор путем поддержания уровня в баке. Устройством, регулирующим уровень в баке, является поплавковый клапан, расположенный на входе в бак. Дозировочный коллектор служит для подачи реагента на вход питателей, устанавливаемых на столешницу стола.

Предусмотрена подача четырех типов реагентов: сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$, концентрация 5 %); талловое масло (ЖКТМ, концентрация 4 %); сода кальцинированная (Na_2CO_3, концентрация 2 %); syquest 3223 (сайквест, концентрация 5 %).

В качестве питателей используются: для дозирования сульфата алюминия и сайквеста – насосы типа DME (DME-19, DME-48 и DME-60 производительностью соответственно 19, 48 и 60 л/ч, питание – переменное однофазное напряжение 220 В/50 Гц, управление – 4-20 мА); для дозирования талового масла и соды кальцинированной – насосы типа DMX (DMX-765 производительностью 765 л/ч, питание – переменное трехфазное напряжение 380 В/50 Гц, управление с помощью частотного преобразователя). Питатели устанавливаются на столешницу дозировочного стола с помощью несущей конструкции из нержавеющей стали. Измерение расхода реагента производится с помощью электромагнитного расходомера. Диагностика отказов осуществляется за счет встраиваемых датчиков потока.

Для перекрытия подачи реагента на отдельные питатели предусмотрены шаровые краны. В коллекторах для насосов DME предусмотрено пять выпусков G1/2, для насосов DMX – три выпуска G3/4.

Для выдачи питания и управляющего воздействия на насосы DME и DMX используется шкаф управления. При этом управляющее воздействие для насосов DMX подается на входы преобразователей частоты, которые расположены в отдельных силовых шкафах. Корпус шкафа управления изготовлен из листовой углеродистой стали (толщина корпуса – 1,5 мм,

двери – 2,0 мм). Габариты по корпусу (Ш × В × Г) – 500 × 700 × 250 мм. Степень защиты для установленного внутри оборудования не ниже IP56.

Шкаф управления состоит из вводного автоматического выключателя, автоматических выключателей для питания насосов DME, контроллера, панели оператора. Внутри шкафа оборудование располагается на монтажной панели (оцинкованная сталь толщиной 3,0 мм). Часть оборудования (панель оператора) вынесена на лицевую панель.

Контроллер выдает управляющие воздействия на дозировочные насосы в соответствии с заданием, выставленным на панели оператора.

Установка дозирования реагентов УДР-РИФ может находиться в непосредственной близости от точек подачи реагентов. Это, во-первых, экологически более безопасно, так как позволяет осуществлять дозирование в изолированной зоне и вдали от рабочих мест персонала; во-вторых, сокращается время транспортировки реагентов, что способствует более быстрому воздействию на процесс и, соответственно, улучшению качества управления.

Таким образом, установка дозирования реагентов УДР-РИФ является эффективным средством автоматизации в технологическом процессе пенной флотации. В настоящее время подобные установки применяются на таких предприятиях, как обогатительная фабрика СП «Эрдэнэт» (Монголия), медная обогатительная фабрика Алмалыкского ГМК (Узбекистан), обогатительная фабрика Зыряновского ГОК (Казахстан), обогатительные фабрики Учалинского ГМК и комбината «Печенганикель» (Россия) и др.

Установка дозирования реагентов УДР-РИФ предполагает возможность работы как в режиме локального регулирования, так и в составе АСУТП обогатительной фабрики. В последнем случае, алгоритм работы установок можно рассмотреть на примере комплекса систем автоматизации. Блок-схема подобного комплекса представлена на рис.2.

Рудная пульпа с выхода мельниц под воздействием двух пар насосов (рабочий / резервный) через задвижки двумя потоками подается в гидроциклоны. В гидроциклонах происходит разделение пульпы на мелкую и крупную фракции (слив и пески соответственно). Крупная фракция гидроциклонов возвращается на доизмельчение, а мелкая – подается во флотомашины. В процессе флотации образуются готовый концентрат и хвосты. Концентрат отправляется на последующую переработку, а хвосты поступают в хвостохранилище.

Задвижки служат для подачи пульпы от рабочего насоса и перекрытия трубопровода от резервного насоса.

Пробоотборники служат для отбора проб пульпы с частотой 2 раза в час для дальнейшего анализа на содержание металлов. Отбор проб производится со следующих продуктов гидроциклона: питания, слива (мелкая фракция) и песков (крупная фракция).

Контроль процесса флотации осуществляется с помощью датчиков технологических параметров: уровнемеров; pH-метров; кондуктометрических концентратомеров; датчика расхода; изотопных плотномеров. Информация с датчиков поступает в шкафы управления установок дозирования реагентов № 1 и 2, где обрабатывается в контроллерах, с помощью которых осуществляется дальнейшее управление дозированием реагентов в соответствии с заложенной программой с целью достижения максимального количества готового концентрата.

Управление происходит с помощью операторских панелей, расположенных на дверцах шкафов управления. Операторские панели обладают интуитивно-понятным интерфейсом, снабжены встроенной системой помощи.

Здесь установки дозирования реагентов состоят из шкафов управления – 2 шт.; силового шкафа (только для установки № 1); дозировочных столов – 4 шт. (в составе которых – каркас, коллектор, шаровые краны, столешница, распределительная коробка, рама, реле потока, дозировочные насосы); соединительных шлангов и рукавов.

В установке № 1 в качестве питателей реагентов используются насосы DMX,

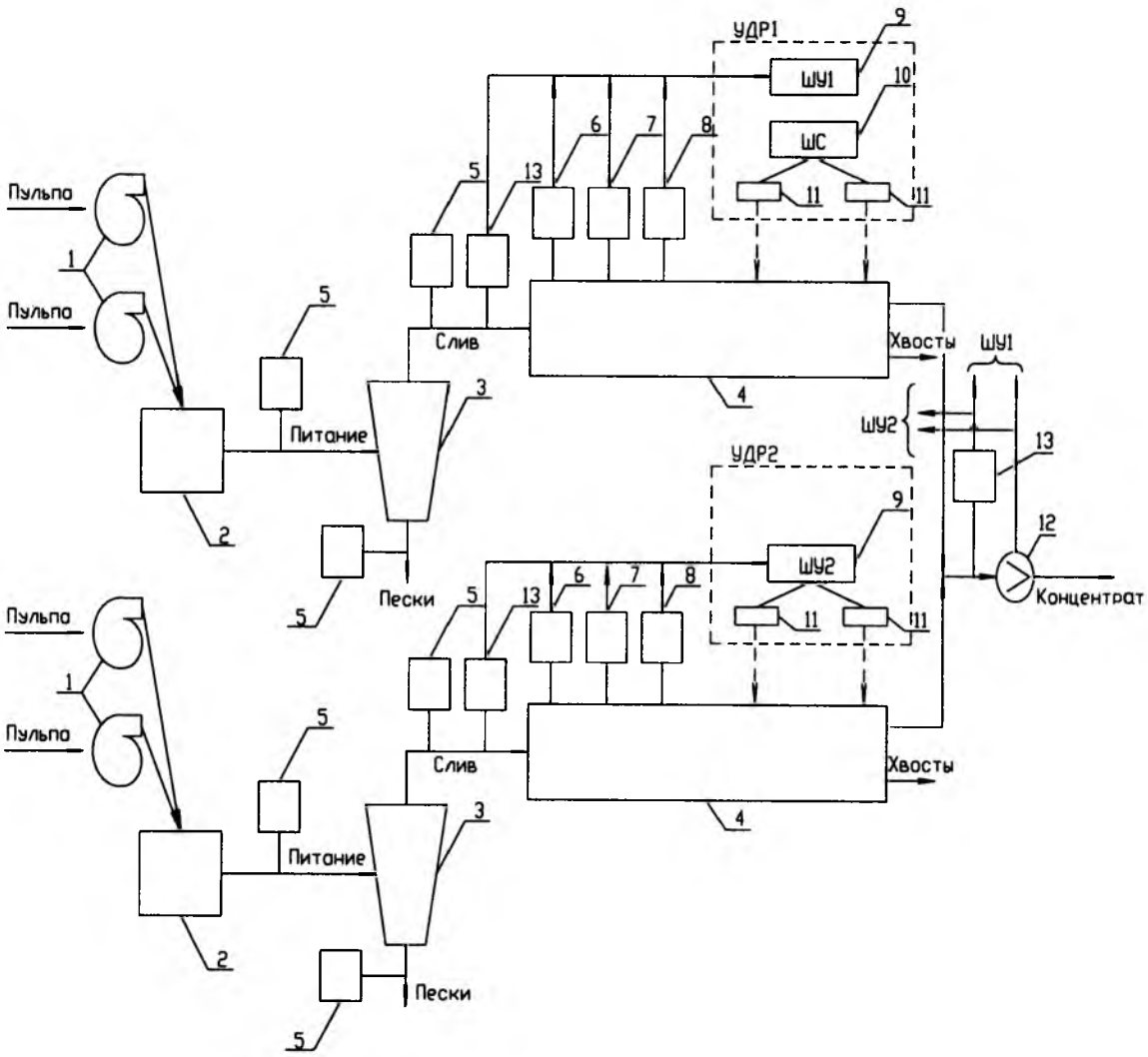


Рис.2. Блок-схема комплекса систем автоматизации обогатительной фабрики с использованием установок дозирования реагентов УДР-РИФ

1 – песковый насос; 2 – задвижка Tech Taylor; 3 – гидроциклон; 4 – флотомашина; 5 – пробоотборник ПРО-1А; 6 – уровнемер Gydroranger Plus; 7 – pH-метр DL 421; 8 – кондуктометрический концентратомер АЖЭ; 9 – шкаф управления (ШУ1, ШУ2); 10 – шкаф силовой (ШС); 11 – дозировочный стол; 12 – датчик расхода пульпы 55S3H; 13 – плотномер ПР 1027М

управление которыми осуществляется с помощью частотных преобразователей, установленных в силовом шкафу. В установке № 2 в качестве питателей реагентов используются насосы DME, управление которыми осуществляется сигналом 4-20 мА непосредственно из шкафа управления.

Реле потока находится на выходе дозировочных насосов и используется для диагностики работы насосов. Сигналы с реле потока также поступают в шкафы управления.

Информация о всех текущих состояниях технологического процесса передается от шкафов управления установок дозирования реагентов на автоматизированное рабочее место оператора.

Таким образом, использование установки дозирования реагентов в режиме локального регулирования или в составе АСУТП обогатительной фабрики позволяет эффективно контролировать параметры и управлять технологическим процессом пенной флотации руд полезных ископаемых.