

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ПРОЦЕССОМ ФЛОТАЦИИ

А.М. Курчуков (СПГИ), А.Л. Гребенешников (ЗАО "Метсо Минералз СНГ"),
А.О. Смирнов, Н.В. Лучков (ООО "ТВЭЛЛ")

В последнее время на многих зарубежных предприятиях широко применяются специализированные системы технического зрения, основанные на телеметрическом наблюдении границы раздела фаз пена/воздух, позволяющие оценивать характеристики пенного слоя в режиме РВ. Высокая информативность таких систем предоставляет возможность построения автоматического управления выходом концентрата в операции флотации и создания оптимизационных алгоритмов управления ТП.

Ключевые слова: кинетика флотации, техническое зрение, VisioFroth, управление флотацией.

Традиционно оперативное управление флотомашинами основывается на регулировании первичных технологических параметров флотомашин (расхода воздуха и уровня пульпы) и показаниях экспресс-анализов. Такое управление можно назвать *циклическим*, так как управляющие воздействия, как правило, производятся после получения экспресс-анализа. При этом длительность цикла управления зависит от интервала между анализами. Управление по циклическому принципу неизбежно вносит дополнительные возмущения в процесс, так как управляющие воздействия осуществляются на основе состояния процесса, соответствующего моменту отбора пробы, которое уже может существенно отличаться от текущего состояния процесса. При таком принципе управления настройки флотомашин предпочтительнее изменять только при наличии существенных отклонений ТП, тем самым снижая влияние "человеческого фактора". Очевидно, что при таком управлении эффективность работы флотомашин значительно снижается, так как результаты в большей степени зависят от внешних факторов.

Мировой опыт в обогащении полезных ископаемых показывает, что для корректного оперативного управления ТП необходимо контролировать в режиме РВ прямые технологические параметры, такие как кинетика флотации и выход пенного продукта. Кинетика флотации является одним из важных параметров, используемых при управлении флотацией, и определяются характеристиками пенного слоя в каждой камере флотомашин. [1] С этой целью на многих зарубежных предприятиях в последнее время широко применяются специализированные системы технического зрения, основанные на телеметрическом наблюдении границы раздела фаз пена/воздух, позволяющие оценивать характеристики пенного слоя в режиме РВ.

Данные системы, установленные на флотомашинах, могут обеспечивать контроль параметров пенного слоя, таких как скорость его движения, размер и распределение пузырей на его поверхности, стабильность схода пенного продукта, степень минерализованности пузырей, цветовые характеристики пенного слоя. Контролируемые системой технического зрения параметры описывают выход с флотомашин пенного продукта и содержание минералов (при наличии цветового различия минералов, содержащихся

в питании операции), что позволяет использовать их для построения алгоритмов автоматического управления ТП, также эти системы могут использоваться при ручном управлении.

Одной из таких систем технического зрения является VisioFroth компании Metso Minerals, включающая цифровую видеоподсистему (IP камера в промышленном исполнении), коммуникационные сети и ПК со специализированным ПО, обеспечивающим прием и обработку изображений с видеоподсистемы, и выработку управляющих сигналов в систему управления процессом флотации.

Специальное ПО (рис. 1) производит обработку потока видеоизображения и обеспечивает формирование следующих основных параметров в РВ:

- скорость движения пенного слоя (см/с по двум взаимно перпендикулярным направлениям (X, Y));
- размеры пузырьков воздуха (гистограмма распределения по крупности, средний размер);
- стабильность пены (отн. %);
- минерализация (нагруженность минеральными частицами) пузырька (отн. %);
- цветовые характеристики (интенсивности RGB, шкала серого и т. д.);
- статистические характеристики параметров (среднее, СКО и т. д.).

Система VisioFroth™ позволяет индивидуально обрабатывать изображение каждого пузырька. Встроенный математический аппарат базируется, в том числе на алгоритмах определения границы, триангуляции Вороного, а также адаптированных к специ-

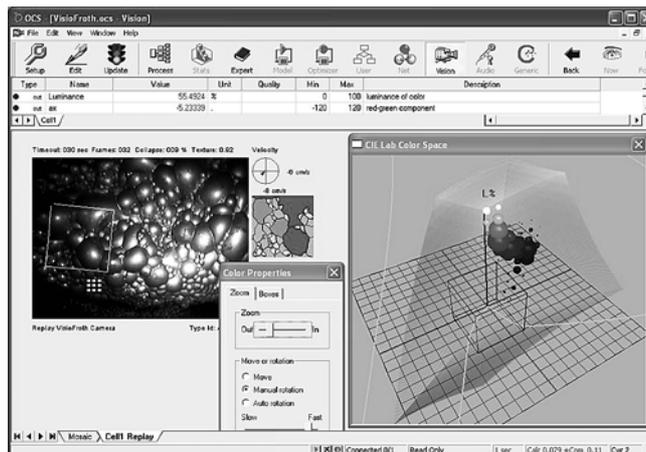


Рис. 1. Интерфейс системы технического зрения VisioFroth

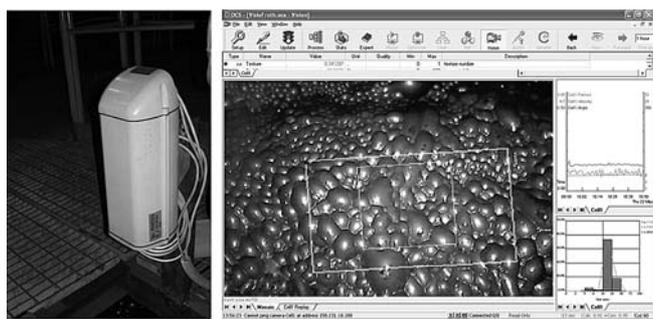


Рис. 2. Установка системы VisioFrothTM на флотомашине и интерфейс оператора системы

фическим вариантам установки, например, на открытом воздухе. Программное обеспечение позволяет определять текстуру пены независимо от определения размера пузырьков, благодаря этому формируется дополнительная, но не избыточная информация о свойствах пенного слоя. После простого автоматического обучения ПО VisioFrothTM производит распознавание типов пены на флотомашине в масштабе РВ.

Одна такая система была установлена на предприятии ОАО УГМК "Гайский ГОК" в операции межцикловой флотации с целью оценки эффективности ее применения (рис. 2). Система обеспечивает цифровую обработку изображения и определение скорости движения пены, нагруженности пузырьков, стабильности пены, цветовые характеристики, распределение пузырьков по крупности и многого другого, кроме этого оператор имеет возможность в режиме РВ визуально отслеживать состояние пенного слоя. Информация представляется в виде гистограмм, графиков и трендов, а также передается в АСУТП предприятия.

Анализ полученных от системы данных показывает, что они в существенной степени характеризуют качественное состояние ТП (рис. 3).

Коэффициент корреляции между параметрами составляет $-0,65$. Если учесть, что фронт флотации данной операции представлен тремя флотокамерами,

Курчуков А.М. – аспирант СПГИ, Гребенешников А.Л. – директор по обогащению ЗАО "Метсо Минералз СНГ", Смирнов А.О. – зам. ген. директора, Лучков Н.В. – технический директор ООО "ТВЭЛЛ".

Контактный телефон (812) 327-66-68.

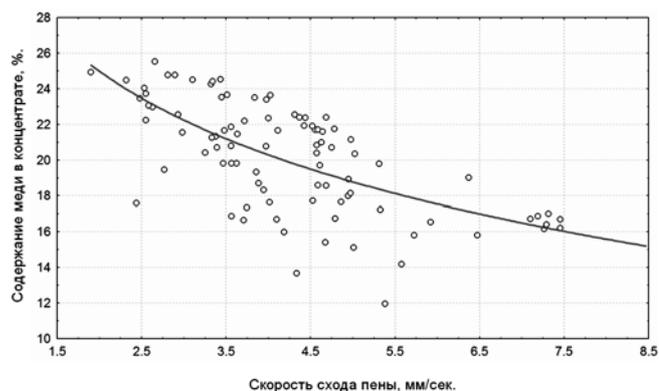


Рис. 3. Зависимость содержания меди в концентрате межцикловой флотации от скорости схода пены, контролируемой VisioFrothTM

а VisioFrothTM установлена только в одной, то парную связь параметров следует считать достаточно сильной, и измерения системы описывают в РВ выход концентрата в данной операции.

Таким образом, результаты показывают высокую информативность VisioFrothTM, что предоставляет возможность использовать получаемую от системы информацию для построения автоматического управления выходом концентрата в операции. Кроме этого, данные, получаемые от системы, можно использовать для классификации поверхности пенного слоя и создания на этой основе оптимизационных алгоритмов управления процессом [2] с целью общего повышения качества концентратов и извлечения в них полезных компонентов.

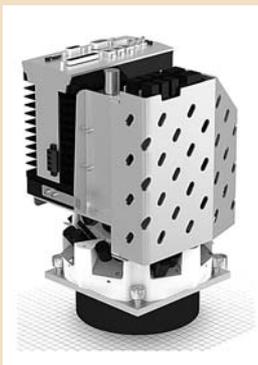
Список литературы

1. Рубинштейн Ю.Б., Филиппов Ю.А. Кинетика флотации. М.: Недра. 1980.
2. Курчуков А.М. Принципы построения автоматизированной системы управления процессом флотации // Современные технологии освоения минеральных ресурсов: сб. материалов 7-й Международной науч.-техн. конф. Красноярск: ИПК СФУ. 2009.

Новый датчик Honeywell повышает качество бумаги и картона и сокращает потери производства

Компания Honeywell объявила о выпуске Precision fotofiber – датчика ориентации углов волокон, который поможет производителям бумаги и картона улучшить общее качество продукции, а также уменьшить отбраковку продукции и снизить себестоимость. Новый датчик идеально подходит для массовой продукции: газетной и высокосортной бумаги, тарного и коробочного картона, поскольку позволяет минимизировать потребность в проверке продукции вручную. Применяемые камера и мощное освещение автоматически адаптируются к изменениям скорости машины и характеристикам поверхности листа для получения высококачественных изображений поверхности.

Подобная методика позволяет снизить разброс в профилях ориентации волокон, приводящий к ряду дефектов при производстве бумаги и картона, таких



как перекося папки, застревание бумаги в устройствах подачи, несовпадение цветов в цветной печати, скручивание в многослойном картоне и снижение прочности гофрокартона. Датчик позволяет автоматически контролировать ориентацию волокон во время производственного процесса, немедленно предупреждая персонал при отклонении продукции от требований стандартов.

Поддерживая скорость сканирования до 2000 м/мин, Precision fotofiber обладает встроенным устройством для одновременного управления камерой и интенсивностью и продолжительностью освещения. Для каждого изображения рассчитывается распределение углов ориентации волокон, так что измеряется как средний угол ориентации волокон, так и анизотропия поверхности.

[Http:// www.honeywell.ru](http://www.honeywell.ru)