

В результате проведенной работы можно сделать выводы

1. Разработана математическая модель для расчета силового воздействия струи на преграду, состоящую из слоя продуктов коррозии.

2. Получена зависимость для расчета давления в точке соударения струи с преградой, учитывающая физико-механические свойства разрушаемого материала (ρ и σ_s) и скорость струи V , воздействующей на преграду.

Литература

1. Агасарян, Р. Р., Дохинян, Р. Т. Струйно-абразивная обработка металлов/ Ереван: АрмНИИГТИ, 1990. – 51 с.
2. Меркулов, В. Н. Перспективные процессы гидрообработки материалов в машиностроении/ Киев: УкрНИИТИ, 1987. – 10с.
3. Тихомиров, Г. А., Бабанин, В. Ф., Петухов, Е. Н., Стариков, И. Д., Ковалев, В. А. Гидрорезание судостроительных материалов/ Л.: Судостроение, 1987. – 164 с.
4. Работнов, Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела/ М.: Наука, 1988. – 654 с.
5. Сторожев, М. В., Попов, Е. А. Теория обработки металлов давлением/ М.: Машиностроение, 1977. – 420 с.
6. Томленов, А. Д. Теория пластического деформирования металлов/ М.: Металлургия, 1972. – 408 с.

УДК 622.7

Интенсификация процесса обогащения сильвинитовой руды

Ледян Ю.П., Селивончик В.В., Бессолова Л.В.

Белорусский национальный технический университет

Основным технологическим процессом, применяемым для обогащения полезных ископаемых, является флотация. Этот процесс основан на различной смачиваемости добываемого минерала и пустой породы. Перед флотацией измельченную руду обрабатывают специальными реагентами, в результате чего добываемый минерал становится гидрофобным, а частицы пустой породы гидрофильными. Во флотационной машине (ФМ) создается пена и гидрофобные частицы (извлекаемый

минерал), поднимаются на поверхность вместе с пузырьками воздуха, а гидрофильные частички пустой породы опускаются на дно. Пенный продукт представляет собой концентрат добываемого минерала.

В настоящее время существует три основных типа флотационных машин: 1. пневматические; 2. флотационные машины со струйной аэрацией; 3. механические.

Во флотационных машинах пневматического типа пена создаётся за счёт воздуха, подаваемого в машину с помощью компрессора. Поступающий в машину воздух, дробится в аэраторе на пузырьки размером 1-3 мм и барботируется сквозь пульпу создавая на её поверхности пену. Гидрофобные частицы (извлекаемый минерал) прилипают к перемешивающимся вверх пузырькам и увлекаются в виде пены в пеноприёмник.

В последние годы достаточно широкое распространение получили флотационные машины со струйными аэраторами. Струя воды при вхождении её в жидкость увлекает за собой большое количество воздуха, который образует многочисленные пузырьки, создающие в объёме флотокамеры пену.

Камерный продукт, который представляет собой пульпу, содержащую как гидрофильные частицы, так и частицы извлекаемого минерала, с помощью насоса подаётся на циркуляцию через струйный аэратор камерного продукта. Специальный пеносъёмник обеспечивает удаление из флотокамеры пенного продукта. Применяются также в горнодобывающей технике комбинированные флотационные машины, в которых пузырьки воздуха создаются как за счёт вращающегося импеллера, так и за счёт струйной аэрации.

На горнодобывающих предприятиях бывшего СССР наибольшее распространение получили механические флотационные машины. В машинах этого типа пена создается с помощью механического импеллера. Используются импеллеры самых различных конструкций. Большинство импеллеров по своей конструкции и принципу действия практически ничем не отличаются от рабочего колеса центробежного насоса. Под воздействием импеллера пульпа циркулирует внутри машины и насыщается мелкодисперсными пузырьками воздуха, которые

всплывают на поверхность, увлекая за собой частицы извлекаемого минерала.

Флотация хлорида калия на ПО “Беларуськалий” осуществляется в многокамерных флотационных машинах, каждая из которых состоит из отдельной камеры и флотационного блока.

Флотационный концентрат (пенный продукт), находящийся на поверхности пульпы каждой флотационной камеры сливается самотёком в общий жёлоб. Пенный продукт представляет собой густую пену, состоящую из мелкодисперсных частиц хлорида калия и пузырьков воздуха.

Сливающаяся в жёлоб пена разбавляется маточным раствором, что приводит к разрушению пузырьков воздуха и образованию пульпы, состоящей из твёрдых частиц хлорида калия и маточного раствора. В этой же пульпе имеется некоторое количество частичек хлорида натрия, механически унесённых пузырьками воздуха. Поэтому пульпа направляется на повторную флотацию (перечистку). Для повышения качества флотоконцентрата на обогатительных фабриках он проходит тройную перечистку, т.е. подвергается флотации 3 раза.

Проводящиеся в БНТУ многолетние исследования по изучению процесса флотации позволили разработать способ интенсификации флотации. Сущность этого способа состоит в том, что создание пены в поверхностном слое осуществляется с помощью специально разработанных струйных аэраторов, представляющих собой форсунки с эжекционным подсосом атмосферного воздуха. Степень аэрации струи воздухом сравнивалась с аэрацией струи, подаваемой через сопло традиционной формы.

На первой стадии исследований опыты проводились на масштабной гидравлической модели флотокамеры, а в качестве модельной жидкости использовалась техническая вода. Вторая стадия исследований осуществлялась на маточном растворе.

Струя воды, подаваемая через специальную форсунку, создаёт достаточно большой объём мелкодисперсной пены, заполняющей флотокамеру. На начальной стадии исследований необходимо было выяснить механизм аэрации объёма жидкости пузырьками воздуха. С этой целью осуществлялось фотографирование струи воды, подаваемой через форсунку с

разными расходами и скоростями. Было установлено, что уже на расстоянии 3-4х сантиметров от торца форсунки поверхность струи, имеющая на выходе из форсунки цилиндрическую форму, приобретает большое количество выступов и впадин, что и является одной из причин аэрации пульпы воздухом.

Для повышения степени аэрации была разработана специальная форсунка-аэратор, создающая пену в поверхностном слое пульпы. Для проведения экспериментов были изготовлены форсунки, конструкция которых с помощью специальных вставок позволяет изменять диаметр струи.

На второй стадии экспериментов исследования проводились на маточном растворе третьей обогатительной фабрики ПО “Беларуськалий”. Благодаря наличию ряда реагентов раствор позволяет создать плотную устойчивую пену по всему объёму гидравлической модели флотокамеры.

В ходе проведенных исследований изучалась аэрация струи при подаче её через разработанную форсунку и через традиционное сопло, представляющее собой цилиндрический насадок. Процесс флотации изучался на масштабной гидравлической модели флотационной камеры. Эксперименты проводились на флотоконцентрате ПО “Беларуськалий”. Перед использованием концентрат тщательно перемешивался с помощью специальной мешалки для предотвращения его расслаивания и дополнительно вспенивался. Разработанная форсунка обеспечивает создание мелкодисперсной пены по всему объёму модели флотокамеры.

Исследован также способ двухкаскадной флотации, при котором черновой флотоконцентрат подвергается двойной флотационной очистке с использованием пены.

В ходе проведения исследований форсунки и сопла для аэрации струями пульпы контролировался расход воды через форсунку и расход воздуха. Расход воды определялся с помощью мерной ёмкости, а расход воздуха с помощью водяного колокола по скорости вытеснения из колокола воды. Установлено, что расход аэрированного воздуха зависит не только от расхода воды, подаваемой в форсунку, но и от расстояния форсунки от поверхности жидкой фазы. Суммарный объём пузырьков воздуха, находящегося в жидкости, заполняющей модель, определялся по понижению уровня

жидкости в модели после прекращения подачи аэрированной струи и полного разрушения пены. С увеличением расстояния от форсунки до поверхности пульпы расход аэрированного воздуха возрастает. Весьма важным фактором является также зависимость соотношения расходов воздуха и воды от расхода воды. Исследования проводились на воде и на маточном растворе, как для форсунки, так и для сопла. Именно соотношение расходов воздух-вода и определяет степень аэрации струи. Сравнение результатов, полученных для жидкостно-воздушной форсунки с результатами, полученными для обычного сопла, показывает, что при одинаковых расходах воды соотношение расходов воздух-вода для форсунки значительно больше, чем для сопла, что связано очевидно, с особенностью конструкции форсунки. Так, при прочих равных условиях, максимальное соотношение расходов воздух-вода для форсунки составляет 1,3, а для сопла всего лишь 0,13.

УДК 556

Кривые редукции дождевых осадков по времени по Минской гидрометеорологической станции

Юхновец В.М., Шаталов И.М., Артамонов И.А.
Белорусский национальный технический университет

Ординаты кривых редуции входят расчетным элементом в формулу по определению нормативных значений расходов дождевых паводков на малых водосборах. Расчетные значения расходов характеризуются нормативной обеспеченностью P , выражаемой в процентах ($P, \%$) и принимаемой по действующим строительным нормам.

Ордината кривой редуции дождевых осадков по времени t $\Psi(H_{1\%,t})$ представляет собой отношение

$$\Psi(H_{1\%,t}) = \frac{H_{P,t}}{H_{1\%}} \quad (1)$$

где $H_{1\%}$ - суточный слой дождевых осадков обеспеченностью, равной одному проценту ($P = 1\%$);