

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОРОШЕНИЯ ВСПЕНЕННЫМ МАТОЧНЫМ РАСТВОРОМ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВТОРИЧНОГО ОБОГАЩЕНИЯ

Асп. ЩЕРБАКОВА М. К., канд. техн. наук, доц. ЛЕДЯН Ю. П.

Белорусский национальный технический университет

Повышение качества флотационного концентрата является важнейшей задачей совершенствования технологического процесса производства калийных удобрений и позволяет не только увеличить извлечение хлорида калия из сильвинитовой руды, но и снизить энергоемкость процесса ее переработки. Одним из реальных направлений повышения качества флотационного концентрата является вторичное обогащение в пенном слое, осуществляемое за счет орошения поверхности концентрата промывной жидкостью. Значительный вклад в изучение закономерностей процессов вторичного обогащения в пенном слое при флотации внесли В. И. Классен, Г. А. Пиккат-Ордынский, Г. О. Ерчиковский, А. М. Годэн, А. Ф. Таггарт [1–3].

В. И. Классеном еще в 1956 г. на Карагандинской центральной обогатительной фабрике (ЦОФ) были проведены расширенные промышленные испытания способа вторичного обогащения [4]. Результаты экспериментов показали, что благодаря орошению минерализованной пены жидкостью резко улучшалось качество концентратов и заметно возрастало извлечение. Во многих случаях дополнительное орошение пены флотоконцентрата промывной жидкостью позволяет уменьшить расход реагентов и даже сократить число пересистных операций флотации.

Сложность осуществления процесса вторичного обогащения сильвинитовой руды в пенном слое заключается в том, что производить его за счет орошения поверхности минерализованной пены флотационного концентрата мелкодисперсными каплями воды практически невозможно. Связано это с тем, что хлорид калия,

извлекаемый из сильвинитовой руды, является водорастворимым минералом, и использование воды в качестве промывной жидкости приведет к его растворению и, как следствие, к существенному снижению извлечения.

В качестве промывной жидкости может быть использован только лишь оборотный маточный раствор. Однако в случае подачи маточного раствора через форсунки с отверстиями малого диаметра [4] они уже через несколько минут после начала эксплуатации полностью выходят из строя, забиваясь кристаллами солей, выпадающими из маточного раствора в результате кристаллизации.

Увеличение же диаметра отверстий с целью предотвращения их забивания кристаллами приведет к резкому снижению эффективности дробления промывной жидкости на капли, что существенно сказывается на качестве и эффективности вторичного обогащения флотационного концентрата. В этой связи было предложено использовать промывную жидкость не в виде мелкодисперсных капель, а в виде пены.

В оборотном маточном растворе, используемом при флотации, содержится достаточно большое количество остаточных реагентов, благодаря чему он без применения дополнительных ПАВ хорошо пенится, создавая устойчивую пену, которая может быть эффективно использована для вторичного обогащения минерализованной пены флотационного концентрата непосредственно на поверхности флотационной камеры.

В ходе проведения многолетних исследований по совершенствованию и интенсификации

процесса флотации сильвина из сильвинитовой руды в Белорусском национальном техническом университете совместно с ОАО «Беларуськалий» был разработан новый способ вторичного обогащения флотационного концентрата в поверхностном слое. Способ вторичного обогащения флотоконцентрата в пенном слое может быть использован совместно с механической (импеллерной) или пневматической флотацией в качестве как основной флотации, так и дополнительных перечисток.

Сущность разработанного способа заключается в применении в качестве промывной жидкости предварительно вспененного оборотного маточного раствора, пена которого равномерным слоем наносится на поверхность флотационного концентрата непосредственно в камере флотационной машины. Вспенивание оборотного маточного раствора осуществляли в разработанном для этой цели пеногенераторе, в который раствор подавали через форсунки в виде струй, а образующаяся пена сливалась через сливной порог устройства, распределяясь равномерным слоем по всей поверхности минерализованной пены флотационного концентрата, находящегося во флотационной камере.

Образующиеся после разрушения пены маточного раствора мелкодисперсные капли, стекая сквозь слой минерализованной пены флотоконцентрата между минерализованными пузырьками воздуха, смывают механически вынесенные в процессе флотации в пену частицы пустой породы, в частности галита и нерастворимого остатка. Смываются также слабо закрепленные на пузырьках воздуха мелкодисперсные (0,1 мм и менее) частицы сильвина.

Для исследования в лабораторных условиях процесса флотации и промывки минерализованной пены маточным раствором была разработана и изготовлена лабораторная установка пеногенератора. Исследованы струи разной конфигурации (круглые, плоские, кольцеобразные) с различными геометрическими размерами. Цель всех проведенных исследований заключалась в отработке оптимальных технологических режимов предложенного способа вторичного обогащения и разработке промышленного варианта струйного пеногенератора, позволяющих создавать слой пены маточного

раствора для осуществления процесса вторичного обогащения в пенном слое [5].

При разработке конструкции пилотной установки пеногенератора были реализованы те технические решения, которые успешно прошли испытания на лабораторной масштабной модели пеногенератора. В ходе проводившихся исследований были разработаны, изготовлены и испытаны в производственных условиях совместно с ОАО «Беларуськалий» на сильвинитовой обогатительной фабрике третьего рудоуправления (СОФ ЗРУ) пилотные установки секции пеногенератора для вторичного обогащения флотационного концентрата в пенном слое.

Пилотный агрегат состоял из пяти отдельных секций, устанавливаемых на флотационную камеру одна независимо от другой. Для перекрытия секциями пеногенератора всей поверхности флотационной камеры на ней были смонтированы направляющие секций пеногенератора в количестве четырех штук.

Две направляющие располагались у боковых стенок флотационной камеры перпендикулярно продольной оси флотационной секции, две другие – возле корпуса флотационного блока параллельно первым двум направляющим. Четыре секции имели длину $L = 715$ мм, одна $L = 600$ мм.

Промышленные испытания в условиях действующего производства разработанного способа и пилотной установки пеногенератора проводили на второй флотационной камере первой перечистки и на второй камере второй перечистки флотационной секции № 8 на СОФ ЗРУ ОАО «Беларуськалий». Первую серию испытаний проводили на второй флотационной камере второй перечистки. В ходе испытаний контролировали соотношение жидкой и твердой фаз (Ж/Т), содержание хлорида калия, содержание нерастворимого остатка (Н.О.), а также гранулометрический состав твердой фазы. Расход маточного раствора Q , подаваемого в пеногенератор, изменялся от 1,0 до 1,5 м³/ч.

Анализ полученных результатов показал, что после обработки флотационного концентрата пеной маточного раствора соотношение Ж/Т возросло с 0,9 (среднее значение для контрольных проб) в среднем до 1,3 (пробы после обработки вспененным маточником). Содержа-

ние Н.О. после обработки практически осталось без изменения (0,7–0,8 %), содержание KCl возросло в среднем с 88,2 до 88,9 %, т. е. на 0,8 % по сравнению с содержанием в концентрате, не подвергавшемся вторичному обогащению. Выход частиц крупностью 0,1 мм снизился в среднем с 30,5 до 25,6 %, а крупностью –0,1 мм – с 36,9 до 24,0 %, т. е. соответственно на 17,15 и 34,96 % от выхода для концентрата, не подвергавшегося вторичному обогащению.

Вторую серию испытаний проводили на второй флотационной камере первой перемешивающей той же флотационной секции № 8. Расход маточного раствора Q , подаваемого в пеногенератор, в ходе испытаний изменялся от 1,5 до 2,0 м³/ч.

Анализ результатов экспериментов позволяет отметить следующее. При обработке пенного слоя флотационного концентрата на поверхности флотационной камеры значительно изменяется цвет поверхности минерализованной пены флотоконцентрата. Исчезает сероватый налет, имеющийся на поверхности минерализованной пены, расположенной вне зоны действия секций пеногенератора. Пена между направляющими пеногенератора, обработанная вспененным маточным раствором, приобретает ярко выраженный красноватый оттенок, который исчезает после прекращения подачи промывного маточного раствора в пеногенератор. Сероватый оттенок на поверхности минерализованной пены флотационного концентрата, исчезающий после подачи вспененного маточного раствора из пеногенератора, создается мелкодисперсными частицами Н.О., которые в ходе вторичного обогащения промывной жидкостью удаляются из слоя минерализованной пены флотационного концентрата.

Визуальные наблюдения за работой пеногенератора позволяют сделать вывод, что его конструкция обеспечивает создание устойчивой пены и равномерное распределение ее вдоль всего сливного порога устройства при подаче маточного раствора через форсунки из системы оборотного маточного раствора. Результаты испытаний, проведенных на второй флотационной камере первой перемешивающей, показали, что содержание хлорида калия (KCl) в концентрате, не подвергавшемся вторичному обогащению вспененным маточным раствором, колебалось от 68,7 до 81,7 % при среднем значении 75,04 %; содержание Н.О. изменялось

от 1,0 до 2,9 % при среднем значении 1,87 %. Соотношение Ж/Т колебалось от 0,4 до 1,4 при среднем 0,9.

При осуществлении процесса вторичного обогащения флотоконцентрата предварительно вспененным маточным раствором содержание хлорида калия (KCl) в концентрате колебалось от 72,4 до 85,7 % при среднем значении 79,7 %; содержание Н.О. изменялось от 0,9 до 2,6 % при среднем значении 1,61%. Соотношение Ж/Т колебалось от 0,7 до 1,7 при среднем 1,13.

Анализ полученных результатов показал, что прирост содержания хлорида калия (KCl) в концентрате после вторичного обогащения в пенном слое для отдельных проб составлял до 24,75 % при среднем значении 6,12 %, содержание Н.О. снизилось в среднем на 13,9 %, а соотношение Ж/Т возросло в среднем на 25,6 %.

Вторичное обогащение вспененным маточным раствором приводит также к изменению гранулометрического состава флотационного концентрата. Выход мелкодисперсных фракций крупностью 0,1 мм во второй серии экспериментов после обогащения снизился в среднем с 22,64 до 20,82 %, а фракции крупностью –0,1 мм – с 30,88 до 26,5 %, т. е. соответственно на 8,03 % и 14,18 %. Снижение содержания мелкодисперсных фракций крупностью 0,1 мм и –0,1 мм является положительным фактором, свидетельствующим о возрастании качества флотационного концентрата.

ВЫВОДЫ

1. Разработан новый способ вторичного обогащения флотационного концентрата сливиной в пенном слое, заключающийся в предварительном вспенивании маточного раствора, используемого в качестве промывной жидкости, и нанесении образующейся пены равномерным слоем на поверхность флотационного концентрата непосредственно в камере флотационной машины.

2. Установлено, что генерацию пены с использованием маточного раствора и получение устойчивой пены можно осуществлять за счет удара струй или отдельных капель маточного раствора об отбойную поверхность пенообразующей емкости пеногенератора.

3. В лабораторных условиях отработаны оптимальные режимы струйного пенообразова-

ния, позволяющие создавать устойчивую пену с мелкодисперсными пузырьками воздуха из оборотного маточного раствора без добавления к нему каких-либо дополнительных пенообразователей.

4. Разработана конструкция промышленного пеногенератора, позволяющего реализовать предложенный способ вторичного обогащения в пенном слое в промышленных условиях. Разработанный способ вторичного обогащения прост в реализации и не требует использования каких-либо дополнительных реагентов или дорогостоящего оборудования.

5. Проведенные в условиях действующего производства в ОАО «Беларуськалий» промышленные испытания показали, что разработанный способ вторичного обогащения в пенном слое флотационного концентрата сильвина с использованием пены маточного раствора и конструкция пеногенератора имеют достаточно высокие потенциальные возможности

и могут быть с успехом использованы для флотационного обогащения любых полезных ископаемых в горнорудной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мещеряков, Н. Ф. Кондиционирующие и флотационные аппараты и машины / Н. Ф. Мещеряков. – М.: Недра, 1990. – 237 с.
2. Годэн, А. М. Флотация / А. М. Годэн; пер. с англ. Г. О. Ерчиковского. – М.: ГОНТИ, 1934. – 464 с.
3. Справочник по обогащению полезных ископаемых: доп. и переработ.; пер. с англ. / сост. группой авторов под ред. А. Ф. Таггарта; под общ. ред. С. И. Полькина. – М.: Металлургиздат, 1952.
4. Вторичная концентрация минералов при флотации / В. И. Классен [и др.]; под общ. ред. Н. К. Вериги. – М.: ЦНИИцветмет, 1961. – 75 с.
5. Провести исследования и разработать способ повышения качества концентрата методом орошения минерализованной пены: отчет о НИР (заключ.) / Белор. национ. техн. ун-т; рук. Ю. П. Ледян. – Минск, 2007. – 506 с. – № ГР 20066235.

Поступила 28.02.2013

УДК 676.1.022

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА БУМАГИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ УПАКОВКИ

Докт. техн. наук КАРПУНИН И. И.

Белорусский национальный технический университет

Работа посвящена изучению качественных показателей бумаги, полученной из древесной целлюлозы с введением целлюлозы из низкосортного короткого волокна льна, которое является отходом. При этом следует отметить, что полученная бумага должна обладать повышенной прочностью. Это имеет особое значение для производства высокопрочной упаковки.

В Республике Беларусь выращивается около 140–150 тыс. т льняной соломы. Лубоволокнистые растения (лен, конопля, кенаф и другие, содержащие луб) – это ценное сырье, пригодное для получения высококачественной бумаги и упаковки. Преимущество и особая ценность такого сырья перед древесиной в том, что оно содержит луб с очень прочной длинноволокнистой целлюлозой, а получаемое низкосортное

короткое волокно пригодно для производства ценных видов бумаг и высококачественной упаковки. Немаловажно, что в производстве такого волокнистого полуфабриката из низкосортного короткого волокна и низкокачественной льняной соломы исключается энергоемкая операция по приготовлению щепы. При этом лен возобновляется ежегодно, а для развития древесного растительного сырья требуются многие десятилетия.

Обычно для изготовления бумаги в качестве волокнистого полуфабриката применяют небеленую сульфатную хвойную целлюлозу. Однако для изготовления прочной упаковки используется указанного вида бумага. Существенным недостатком производства такой бумаги является применение древесины хвойных пород,