

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ ЦЕНТРОБЕЖНОГО СЕПАРАТОРА С ТУРБУЛИЗАЦИЕЙ ПРИСТЕНОЧНОГО СЛОЯ

Комлев А.С., Фалей Е.А., Киселёв М.Ю.

Уральский государственный горный университет

Теоретические и практические исследования процесса центробежной концентрации свидетельствуют о высокой эффективности данного процесса при извлечении тонкодисперсных частиц благородных металлов. В процессе разработки и совершенствования центробежных аппаратов важным технологическим новшеством явилось создание условий для взвешивания слоя материала, находящегося внутри вращающейся части. В настоящее время разработан ряд аппаратов для центробежной сепарации с разрыхлением пристеночного слоя, наиболее распространёнными из которых являются центробежные концентраторы фирмы Knelson Inc. и концентраторы фирмы Falcon Inc. Отличительной чертой этих аппаратов является внешняя подача промывной воды снаружи через отверстия в стенках конуса.

К недостаткам данных аппаратов относится высокая стоимость, сложность конструкции и эксплуатации, связанная с забиванием отверстий в конусе. Адекватное уплотнению частиц разрыхление взвеси противотоком воды не обеспечивает увеличение эффективности разделения частиц по их плотности, так как этим противотоком выносятся в хвосты мелкие классы тяжелых фракций.

В УГГУ разработан центробежный сепаратор, отличительной особенностью которого является турбулизация пристеночного слоя материала изнутри конуса, обеспечивающая периодическое взвешивание материала за счёт напряжения сдвига с последующим его уплотнением. Частота турбулизации слоя и центробежные ускорения при уплотнении определяются конструктивными параметрами аппарата и технологическими параметрами процесса центробежной сепарации.

Для реализации процесса разработан типоразмерный ряд центробежных сепараторов с диаметрами конуса в верхней части 62, 180, 210, 400, 600 и 1000 мм.

Исследования по оптимизации режимов выполнены на сепараторе К-62 на одном из продуктов дражной переработки с суммарной массовой долей золота и платины 0,16 %.

Поставлена серия опытов в широком диапазоне изменения переменных факторов. В качестве переменных факторов использованы скорость вращения конуса сепаратора и расход турбулизирующей воды. Результаты экспериментов после математической обработки приведены в таблице 1. Доверительный интервал значений для вероятности 95 % составил: для выхода

$\pm 0,02$ %, для массовой доли металлов $\pm 0,52$ %, для извлечения металлов $\pm 1,74$ %.

Таблица 1

Результаты разделения продукта дражной переработки в центробежном сепараторе при различных технологических режимах

Скорость вращения конуса, об/мин	Выход концентрата, %	Массовая доля металлов в концентрате, %	Извлечение металлов в концентрат, %	Извлечение металлов в концентрат в классе минус 0,1 мм, %
Расход турбулизирующей воды 0,036 м ³ /ч				
340	0,84	17,56	92,19	92,96
620	1,05	13,65	89,60	88,90
1060	1,62	8,15	82,52	60,48
Расход турбулизирующей воды 0,072 м ³ /ч				
340	0,27	47,18	79,62	16,38
620	0,47	27,71	81,40	23,50
1060	1,51	9,57	90,33	70,47
Расход турбулизирующей воды 0,108 м ³ /ч				
340	0,08	87,43	43,72	3,20
620	0,16	80,91	80,91	7,36
1060	0,27	56,20	94,84	91,98

Выход концентрата центробежной сепарации с увеличением скорости вращения конуса возрастает при любом расходе турбулизирующей воды. При одной и той же скорости вращения конуса выход концентрата уменьшается с увеличением расхода турбулизирующей воды. Так, для скорости вращения конуса 1060 об/мин выход концентрата с увеличением расхода воды с 0,036 м³/час до 0,108 м³/час снижается с 1,62 % до 0,27 % при одновременном повышении извлечения и массовой доли металлов. Для каждой скорости вращения конуса имеется свой оптимальный расход турбулизирующей воды. Чем выше скорость вращения конуса, тем эффективнее извлекаются тонкодисперсные частицы благородных металлов (при этом пропорционально должен быть увеличен расход турбулизирующей воды).

Для класса крупности минус 0,1 мм эти закономерности проявляются в более ярком виде. Так, при скорости вращения конуса 340 об/мин с увеличением расхода воды от 0,036 м³/ч до 0,108 м³/ч извлечение металлов в классе минус 0,1 мм снижается от 92,96 % до 3,20 %, а при скорости вращения конуса 1060 об/мин с увеличением расхода воды в тех же пределах извлечение металлов в классе крупности минус 0,1 мм увеличивается с 60,48 % до 91,98 %.

Оптимальные режимы использованы при центробежной сепарации в промышленных условиях. При переработке отходов бывшей Семеновской ЗИФ (Баймакский р-н, Республика Башкортостан) испытаны центробежные сепараторы К-1000Н и К-210П. Центробежная сепарация позволила получить концентрат с массовой долей золота 35 г/т. Также центробежные сепараторы К-1000Н включены в технологическую линию переработки текущих и лежащих хвостов обогатительной фабрики ЗАО “Бурибаевский ГОК” (п. Бурибай, Республика Башкортостан). В тяжёлой фракции центробежного сепаратора наблюдалось увеличение концентрации золота в 2-4 раза. Получен концентрат с массовой долей золота 3,2 г/т при извлечении 32 %. Центробежной сепарации подвергнуты золотопиритные продукты обогащения руды Игуменского месторождения Магаданской области. Испытания проведены на центробежном сепараторе К-210П. Установлено, что центробежная сепарация исходного материала позволяет получать концентрат с массовой долей золота до 480 г/т при извлечении его в концентрат 45-53 %, а после гидроударного измельчения материала при массовой доле золота в концентрате 798 г/т извлечение его в концентрат составило 86,5 %.

В целом, полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности центробежной концентрации в разработанных сепараторах при обеспечении оптимальных технологических параметров процесса.