УДК 622.8.055.2

**В.Б.КУСКОВ**, *канд. техн. наук, доцент, opikvb@mail.ru*
**Я.В.КУСКОВА**, *аспирантка, ledizet@rambler.ru*
*Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург*

**V.B.KUSKOV**, *PhD in eng. sc., associate professor, opikvb@mail.ru*
**YA.V.KUSKOVA**, *post-graduate student, ledizet@rambler.ru*
*National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg*

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ ВИДОВ ДИСКОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ СТОЛОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРАВИТАЦИОННОГО ОБОГАЩЕНИЯ

Среди гравитационных процессов обогащения мелких частиц одним из наиболее эффективных является концентрация на столах. Концентрационные столы используются для обогащения мелких классов крупности руд олова, вольфрама, редких, благородных металлов и других полезных ископаемых.

Разработаны новые конструкции дисковых вращающихся концентрационных столов. Проведены сравнительные испытания качающегося концентрационного стола, винтового шлюза и базовой экспериментальной модели круглого вращающегося концентрационного стола на искусственных смесях. Использование круглых концентрационных столов позволяет повысить эффективность разделения и извлечение мелких плотных частиц.

***Ключевые слова:*** концентрационные столы, дисковый концентрационный стол, центробежная сила, технологические испытания, искусственные смеси, эффективность разделения.

# USE OF NEW KINDS OF DISK CONCENTRATION TABLES FOR INCREASE OF EFFICIENCY OF GRAVITY CONCENTRATION

One of the most effective gravity aggregate is concentrating tables. Concentrating tables are used for tin, tungsten, rare, precious metal ores beneficiation.

The new designs of rotating disk concentrating tables are developed. Comparative tests of concentrating shaking table, spiral sluice and of the basic experimental model of a rotating circular table were conducted for concentration of artificial mixtures. The using of round tables can increase recovery and efficiency of separation of dense particles.

***Key words:*** concentrating tables, disk concentrating tables, the centrifugal force, technological tests tables, artificial mixtures, increasing recovery and efficiency of separation.

Гравитационный метод обогащения отличается экономичностью и минимальным негативным воздействием на окружающую среду. Основным недостатком гравитационного метода является низкая эффективность разделения мелких частиц.

Концетрационный стол – один из гравитационных аппаратов, показывающий высокую эффективность разделения мелких частиц. Особым видом концентрационных столов являются круглые концентрационные столы.

Сейчас круглые столы фактически не применяют. Но этот вид аппарата может оказаться более эффективным, чем используемые в настоящее время плоские качающиеся концентрационные столы. Это объясняется тем, что у круглых столов появляются дополнительные силы, воздействующие на разделяемые частицы, прежде всего это центробежная сила. Следовательно, такой стол можно отнести к гравитационно-центробежным аппаратам (наряду с винтовыми сепараторами и шлюзами).

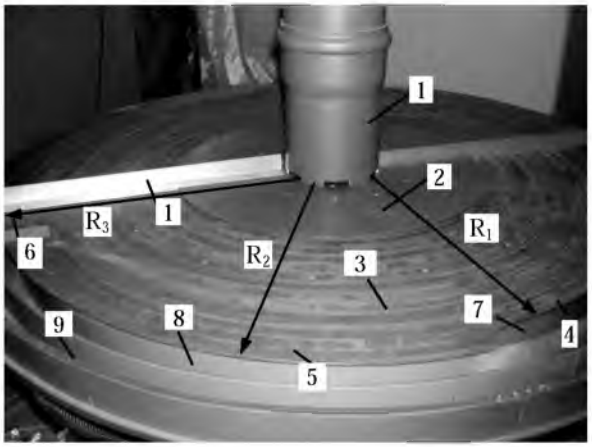



Рис.1. Круглый концентрационный стол

1 – распределительный бункер; 2 – дека стола; 3 – нарифления; 4, 5, 6 – зона разгрузки, соответственно удельно-легкого, промежуточного и тяжелого продуктов; 7, 8, 9 – кольцевые сборники соответственно для удельно-легкого, промежуточного и тяжелого продуктов; 10 – разделитель деки на сектора

Авторами были разработаны и испытаны аппараты, которые можно отнести к новым конструкциям круглых вращающихся концентрационных столов [1-3].

Базовая модификация стола (рис.1) имеет подвижную дисковидную деку с круговыми нарифлениями, разделенную на два сектора, распределительный бункер. Сектора деки имеют три зоны разгрузки продуктов разделения с последовательно увеличивающимися радиусами. Первая зона с наименьшим радиусом служит для разгрузки удельно-легкого продукта; вторая зона с промежуточным радиусом – для разгрузки промежуточного продукта; третья зона с наибольшим радиусом – для разгрузки самого плотного продукта.

Соответственно аппарат имеет сборные кольцевые коаксиальные желоба для удельно-легкого продукта (наименьший радиус), для промежуточного продукта (промежуточный радиус), и для удельно-тяжелого продукта (наибольший радиус).

Привод стола работает таким образом, что по ходу вращения дека движется с меньшей скоростью и проходит больший путь, а в противоположном движении (противоходе) дека движется с бóльшей скоростью и проходит меньший путь. В качестве привода был использован шаговый двигатель. Количество секторов стола и разгрузочных зон может быть различным. Но наиболее рациональным является деление деки стола на два сектора и каждого сектора на три разгрузочных зоны.

Сравнительные испытания проводились на винтовом шлюзе ВШ 250, столах СКО-0,5 и базовом экспериментальном образце круглого вращающего концентрационного стола. Экспериментальный образец (рис.1) имел следующие параметры: $D \times H = 1{,}25 \times 1{,}5$ м; радиусы секторов соответственно $R_1 = 507$ мм, $R_2 = 551$ мм, $R_3 = 595$ мм; масса около 40 кг. Дека была изготовлена из винипласта, рифли составляют единое целое с декой.

В качестве исходного материала были использованы искусственные смеси: ферросилиций – кварц и вольфрам – кварц. Для создания искусственной смеси использован дробленый ферросилиций марки ФС 45, плотность около 5000 кг/м$^3$, и ферросилиций марки ФС 15, плотность около 7000 кг/м$^3$, содержание ферросилиция в смеси 10 %. Плотность вольфрама около 19000 кг/м$^3$, содержание $W$ в смеси 2 %.

Гранулометрический состав исходных материалов, используемых для сравнительных испытаний, приведен в табл.1.

*Таблица 1*

**Гранулометрический состав исходного питания**

| Крупность класса, мм | Выход класса, % | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Кварц | Ферросилиций ФС 45 | Ферросилиций ФС 15 | Вольфрам |
| –0,2 | 1,1 | 0,8 | 0 | 0,07 |
| –0,4 | 5,3 | 1,3 | 0,1 | 0,11 |
| –0,2 | 7,9 | 1 | 0,8 | 0,83 |
| –0,1 | 4,2 | 7,2 | 5,1 | 5,12 |
| –0,026 | 15 | 9,5 | 8,1 | 7,31 |
| –0,011 | 17,6 | 10,6 | 11,2 | 10,27 |
| –0,013 | 18,1 | 12,2 | 14,3 | 22,22 |
| –0,01 | 14 | 24,3 | 25,2 | 21,97 |
| –0,04 | 16,8 | 33,1 | 35,1 | 32,1 |
| Итого: | 100 | 100 | 100 | 100 |

Предварительно для каждого аппарата и вида материала подбирался оптимальный режимы работы: для стола СКО-0,5 – частота и амплитуда колебаний деки, поперечный наклон деки, производительность и расход смывной воды; для круглого стола – скорость вращения деки, длительность и

*Таблица 2*

**Результаты разделения материалов на различных аппаратах**

| Материал | Продукт | Выход, % | Содержание, % | Извлечение, % | ε – γ, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | | *Концентрационный стол СКО-0,5* | | | |
| Вольфрам – кварц | Концентрат | 1,29 | 55,82 | 72,3 | |
| | Промпродукт | 18,59 | 1,01 | 18,85 | |
| | Хвосты | 80,12 | 0,11 | 8,85 | 71,01 |
| | Итого: | 100 | 1 | 100 | |
| Ферросилиций ФС 45 – кварц | Концентрат | 9,65 | 55,65 | 53,22 | |
| | Промпродукт | 18,56 | 14,45 | 26,58 | |
| | Хвосты | 71,79 | 2,84 | 20,2 | 43,57 |
| | Итого: | 100 | 10,09 | 100 | |
| Ферросилиций ФС 15 – кварц | Концентрат | 7,72 | 79,65 | 60,72 | |
| | Промпродукт | 15,83 | 17,21 | 26,9 | |
| | Хвосты | 76,45 | 1,64 | 12,38 | 53 |
| | Итого: | 100 | 10,13 | 100 | |
| | | *Круглый концентрационный стол* | | | |
| Вольфрам – кварц | Концентрат | 1,15 | 73,11 | 80,08 | |
| | Промпродукт | 14,73 | 1,02 | 14,31 | |
| | Хвосты | 84,12 | 0,07 | 5,61 | 78,93 |
| | Итого: | 100 | 1,05 | 100 | |
| Ферросилиций ФС 45 – кварц | Концентрат | 7,97 | 69,76 | 55,47 | |
| | Промпродукт | 21,17 | 14,12 | 29,82 | |
| | Хвосты | 70,86 | 2,08 | 14,71 | 47,5 |
| | Итого: | 100 | 10,02 | 100 | |
| Ферросилиций ФС 15 – кварц | Концентрат | 7,02 | 91,24 | 64,03 | |
| | Промпродукт | 19,55 | 14,12 | 27,6 | |
| | Хвосты | 73,43 | 1,14 | 8,37 | 57,01 |
| | Итого: | 100 | 10 | 100 | |
| | | *Винтовой шлюз ВШ – 250* | | | |
| Вольфрам – кварц | Концентрат | 6,14 | 8,14 | 49,21 | |
| | Промпродукт | 12,74 | 1,12 | 14,05 | |
| | Хвосты | 81,12 | 0,46 | 36,74 | 43,07 |
| | Итого: | 100 | 1,02 | 100 | |
| Ферросилиций ФС 45 – кварц | Концентрат | 16,87 | 35,67 | 58,61 | |
| | Промпродукт | 24,57 | 12,34 | 29,53 | |
| | Хвосты | 58,56 | 2,08 | 11,86 | 41,74 |
| | Итого: | 100 | 10,27 | 100 | |
| Ферросилиций ФС 15 – кварц | Концентрат | 15,73 | 41,66 | 64,68 | |
| | Промпродукт | 20,31 | 12,14 | 24,34 | |
| | Хвосты | 63,96 | 1,74 | 10,98 | 48,95 |
| | Итого: | 100 | 10,13 | 100 | |

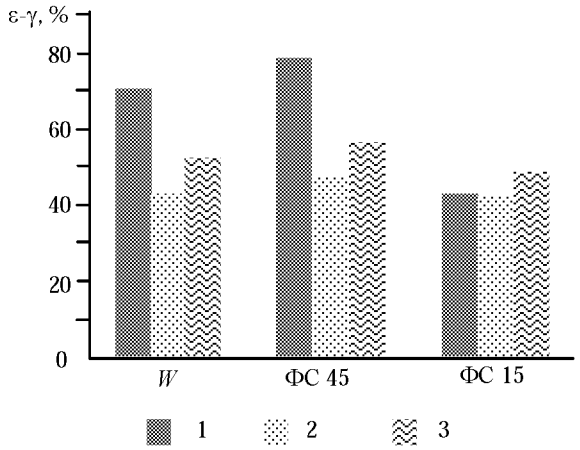



Рис.2. Сравнительные результаты разделения
1 – концентрационный стол СКО-0,5; 2 – круглый конценрационный стол; 3 – винтовой шлюз ВШ-250

скорость противохода деки, производительность и расход смывной воды; для винтового шлюза – производительность и содержание твердого в питании (табл.2, рис.2).

Таким образом, использование круглого концентрационного стола позволяет повысить извлечение мелких плотных частиц и эффективность разделения материалов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Пат. 2372994 РФ. Концентрационный стол / Е.Е.Андреев, В.Б.Кусков, Я.В.Кускова, А.Г.Цай. Опубл. 20.11.2009. Бюл. № 32.

2. Пат. 2438788 РФ. Дисковый концентрационный стол / В.Б.Кусков, Я.В.Кускова, А.Г.Цай. Опубл.10.01.12. Бюл. № 1.

3. Пат. 2438789 РФ. Дисковый концентрационный стол / В.Б.Кусков, Я.В.Кускова. Опубл.10.01.12. Бюл. № 1.

**REFERENCES**

1. Pat. RF. 2372994. Shaking table / E.E.Andreev, V.B.Kuskov, J.V.Kuskova, A.G.Tsaj. Publ.20.11.2009. Bul. N 32.

2. Pat. RF. 2438788. Disk concentration table / V.B.Kuskov, J.V.Kuskova, A.G.Tsaj. Publ.10.01.2012. Bul. N 1.

3. Pat. RF. 2438789. Disk concentration table / V.B.Kuskov, J.V.Kuskova. Publ. 10.01.2012. Bul. N 1.