

## **АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ ГРАВИТАЦИОННО-ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ СТОЛОВ**

**Онищенко С. А.**, студент группы ЭМОск-15, ГОУ ВПО «ДонНТУ».

**Букин С. Л.**, руководитель НИРС, профессор, к.т.н., ГОУ ВПО «ДонНТУ».

*В статье приведена классификация центробежных концентрационных столов.*

*Установлено, что вращающиеся концентрационные столы имеют существенные преимущества по сравнению с концентрационными столами с «классической» плоской декой. Рассмотрены новейшие гравитационно-центробежные концентрационные столы. Выявлены их достоинства и недостатки.*

*The article presents the classification of the centrifugal concentrating tables. Found that rotating concentration tables have significant advantages compared to a concentration tables with the "classic" flat deck. Deals with the latest gravity centrifugal concentration tables. Identified their strengths and weaknesses.*

***Центробежные концентрационные столы, гравитационно-центробежные столы, анализ, конструкции, достоинства, недостатки***

Одним из основных методов обогащения большинства руд чёрных, цветных и благородных металлов, а также каменных углей и антрацитов является гравитационный метод. Этот метод считается наиболее эффективным для мелких классов многих полезных ископаемых, однако глубина гравитационного обогащения ограничивается 100 мкм. Снизить минимальный размер обрабатываемых зёрен позволяет использование центробежного поля, воздействующего на рабочий орган машины. Таким образом, к перспективным машинам для обогащения тонких и сверхтонких классов полезных ископаемых можно отнести и концентрационные столы, снабжённые вращающейся с асимметричным угловым ускорением декой [4]. Такие машины входят в класс

гравитационно-центробежных сепараторов. К другому классу относятся столы, деки которых совершают как вращающееся равномерное движение, так и колебательное. Этот класс назовём «Центробежно-инерционные сепараторы». Оба этих класса объединены в группу: «Центробежные концентрационные столы».

Дека центробежных концентрационных столов имеет круглую форму, чаще всего она плоская, однако встречаются столы с конической декой с малым углом образующей конуса к горизонту.

Вращающиеся концентрационные столы имеют несомненные преимущества по сравнению с концентрационными столами с «классической» плоской декой. Это объясняется тем, что при работе круглого стола появляются дополнительные силы, воздействующие на разделяемые частицы в потоке материала, прежде всего, это центробежная сила [4].

В настоящее время наиболее интересные работы по созданию гравитационно-центробежных концентрационных столов проводятся в Национальном минерально-сырьевом университете «Горный» (г. С.-Петербург, РФ). Разработан ряд новых конструкций круглых вращающихся концентрационных столов [7-12].

Гравитационно-центробежный концентрационный стол (рис. 1) [3, 5] имеет подвижную дискообразную деку с круговыми нарифлениями, разделенную на два симметричных сектора, распределительный бункер с секторами для подачи исходного питания и смывной воды.

Количество секторов стола и разгрузочных зон может быть различным, но, по мнению авторов, наиболее рациональным является деление деки стола на два сектора и каждого сектора на три разгрузочных зоны.

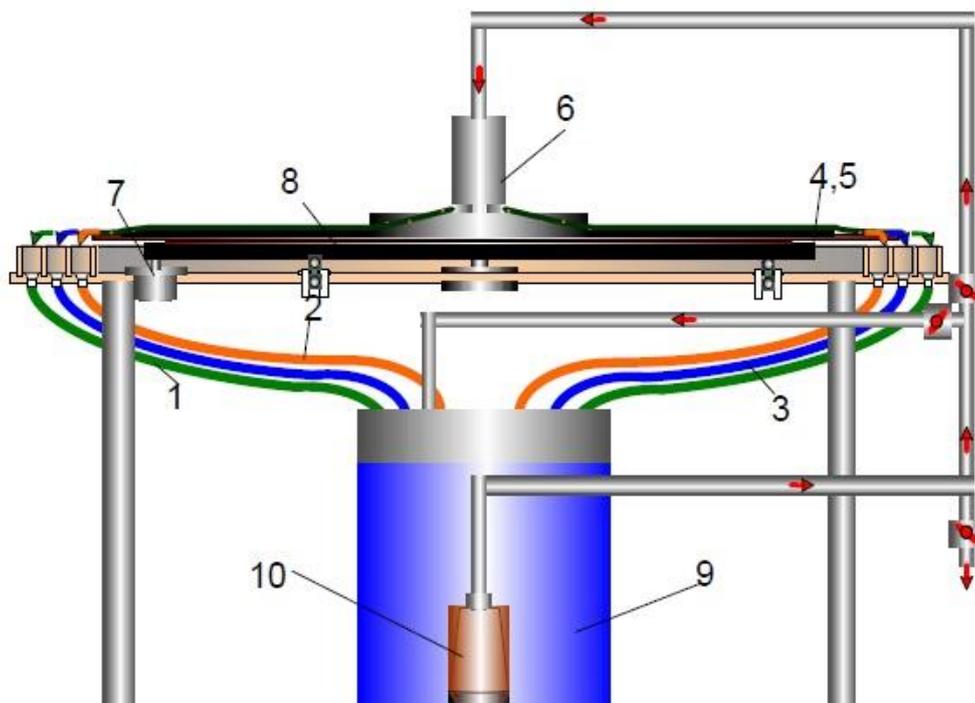


Рисунок 1 - Гравитационно-центробежный концентрационный стол с шаговым двигателем [3, 6]:

- 1 – шланг для разгрузки концентрата; 2 – шланг для разгрузки хвостов;  
 3 – шланг для разгрузки промпродукта; 4, 5 – дека с рифлями;  
 6 – распределительный бункер; 7 – привод; 8 – зубчатый венец;  
 9 – сборный зумпф; 10 – погружной песковый насос

Одним из эффективных способов создания гравитационно-центробежной силы соответствующих концентрационных столов является вращательное асимметрично-реверсивное движение деки, которое может быть организовано разными способами. Перспективным является применение в качестве привода вращения деки высокочастотного шагового электродвигателя, управляемого регулятором с блоком возбуждения противоимпульсов заданной частоты и скважностью.

В работах [1-6] авторы утверждают, что использование асимметрично-реверсивного движения деки позволяет повысить эффективность разделения

руд за счёт увеличения длины рифлей, приходящихся на единицу занимаемой площади и соответствующего удлинения траектории движения частиц, а также обеспечить лёгкость оперативного регулирования стола.

Стол университета «Горный» работает следующим образом [6]: привод стола обеспечивает асимметричное вращение деки вокруг вертикальной оси, т.е. по ходу вращения (здесь по часовой стрелке) дека движется с меньшим ускорением и скоростью, а при противоположном вращении (противоходе) дека движется с большим ускорением и скоростью. Материал из распределительного бункера вымывается на поверхность деки. На работающем столе одновременно идут три процесса: разрыхление материала, его смывание по радиусу и транспортировка вдоль рифлей. Разрыхление, являющееся необходимым условием разделения, происходит в основном из-за асимметричного вращения деки. Смывание по радиусу осуществляется за счет подачи смывной воды и центробежной силы, транспортировка вдоль рифлей происходит также за счет асимметричного вращения деки. Частицы разделяются в соответствии с их плотностью, крупностью и формой.

На круглом столе угловое ускорение и скорость растут от нуля в центре стола до максимума – на периферии, также линейные ускорение и скорость изменяются по радиусу.

По мнению авторов, некоторыми недостатками испытанного экспериментального образца круглого стола является сравнительная трудность точной регулировки разгрузки продуктов разделение в соответствующие пульпоприёмники и появление, так называемых, «мертвых зон» - мест, где почти отсутствует поток воды и происходит накапливание материала. При этом «мертвая зона» не участвует в работе деки, что несколько снижает производительность стола. Поэтому были разработаны модернизированные конструкции стола – с разгрузочными окнами и с дугообразными разделителями секторов деки [6]. Разделитель секторов, выполненный в форме дуги с изгибом в направлении вращения деки позволяет исключить появление на поверхности концентрационного стола «мертвой зоны». При этом

повышается удельная производительность аппарата за счет более полного использования рабочей поверхности деки.

Сравнение результатов работы дискового концентрационного стола и других гравитационных аппаратов, как на искусственных смесях, так и на различных рудах доказывают перспективность их применения для различных материалов [2].

Авторы объясняют процесс разделения зёрен полезного компонента от хвостов следующим образом [6]. «На круглом столе центробежное ускорение и скорость растут от нуля в центре стола до максимума – на периферии, также линейные ускорение и скорость изменяются по радиусу. Поэтому в зоне подачи питания разрыхления практически нет, и, лишь на некотором расстоянии от центра деки, ускорения будет достаточно для того, чтобы происходило разрыхление и началось разделение материала. Но, с определенного расстояния от центра деки, ускорение будет слишком велико и начнётся перемешивание частиц, т.е. стол имеет рабочую кольцевую зону строго определённых размеров. Кроме того, центробежная сила переменная, в момент, когда стол не вращается – нет центробежной силы, потом он начинает вращаться, и появляется центробежная сила, доходит до какого-то предела, потом стол останавливается и крутится в обратную сторону, тогда центробежная сила у него становится сначала равной нулю, а потом снова увеличивается. Т.е. центробежная сила «пульсирует», что дополнительно разрыхляет материал. Направление центробежной силы постоянно (по радиусу). За счет воздействия на частицы дополнительной центробежной силы появляется возможность обогащать более мелкие фракции руд и материалов, чем на традиционных столах».

Несмотря на перспективность развития гравитационно-центробежных концентрационных столов в рассмотренных конструкциях необходимо отметить следующие недостатки:

- существенное снижение числа факторов, которые способны управлять технологическим процессом по сравнению с «традиционными» плоскими столами;

- большие сложности при создании многоярусных вращающихся столов;

- применение в конструкциях в качестве привода вращения деки шаговых двигателей с зубчатой передачей существенно повышает стоимость стола, что, в свою очередь, снижает конкурентоспособность машины;

- в межрифельной зоне снижаются условия турбулизации радиального потока пульпы, что препятствует процессу сегрегации частиц и выносу лёгких фракций в верхние слои;

- отсутствуют рекомендации по применению систем нарифлений, оптимизированных хотя бы для наиболее востребованных полезных ископаемых.

По нашему мнению большой качественный потенциал имеют вращающиеся концентрационные столы, относящиеся к центробежно-инерционному классу. Естественно, концентрационные столы этого класса имеют вращающуюся деку, однако в отличие от гравитационно-центробежных концентрационных столов круглая дека вращается равномерно, совершая колебания вдоль вертикальной оси. К сожалению, мы не имеем возможности описать все особенности конструкции стола нового типа (идёт процесс патентования) однако уже на стадии разработки экспериментального образца вырисовываются существенные преимущества конструктивной схемы, которые позволяют устранить или существенно снизить недостатки концентрационных столов гравитационно-центробежного класса.

#### **Список источников:**

1. Андреев Е.Е. Круглый вращающийся концентрационный стол / Е.Е. Андреев, В.Б. Кусков, Я.В. Кускова, А.Г. Цай //Мат. науч. конф. РИВС, 2008. - С. 52.
2. Кускова Я.В. Повышение эффективности обогащения с использованием гравитационно-центробежной сепарации / Я.В. Кускова // Мат. международ.

научно-техн. конф. «Комбинированные процессы переработки минерального сырья: теория и практика», 19-20 мая 2015, г. Санкт-Петербург. - С. 68-69.

3. Андреев Е.Е. Аппарат для гравитационно-электромагнитной сепарации / Е.Е. Андреев, В.Б. Кусков, Я.В. Кускова. // Мат. науч.-практ. конф. молодых учёных и студентов, 24-29 апреля 2009. - С. 159-161.

4. Кусков В.Б. Повышение эффективности гравитационного обогащения мелких частиц / Кусков В.Б., Кускова Я.В. // Мат. международ.о совещания «Плаксинские чтения-2013», 16-19 сентября 2013. Томск. - С. 140-143.

5. Кусков В.Б. Испытания концентрационных столов различных типов / В.Б. Кусков, Я.В. Кускова, К.Е. Ананенко // Цветные металлы, 2012, №10.

6. Кускова Я.В. Повышение эффективности обогащения тонких фракций руд и материалов с использованием гравитационно-центробежной сепарации: Автореф. дисс. ... к.т.н. Специальность 25.00.13 «Обогащение полезных ископаемых» / Я.В. Кускова // Санкт-Петербург, 2012. – 23 с.

7. Патент РФ на изобретение № 2372994. Концентрационный стол // Е.Е. Андреев, В.Б. Кусков, Я.В. Кускова, А.Г. Цай. Опубл. 20.11.09. Бюл. № 32.

8. Патент РФ на изобретение № 2380163 Гравиэлектромагнитный сепаратор // Е.Е. Андреев, В.Б. Кусков, Я.В. Кускова, А.Г. Цай. Опубл. 27.01.10. Бюл. 3.

9. Патент РФ на изобретение № 2424060 Гравитационно магнитный сепаратор // В.Б. Кусков, Я.В. Кускова, А.Г. Цай. Опубл. 20.07.11. Бюл. 20.

10. Патент РФ на изобретение № 2438788 Дисконный концентрационный стол // В.Б. Кусков, Я.В. Кускова, А.Г. Цай. Опубл. 10.01.12. Бюл 1.

11. Патент РФ на изобретение № 2438789 Дисконный концентрационный стол // В.Б. Кусков, Я.В. Кускова. Опубл. 10.01.12. Бюл. 1.

12. Патент РФ на полезную модель № 116370. Дисконный концентрационный стол // В.Б. Кусков, Я.В. Кускова. Опубл. 27.05.12. Бюл. изобр.