

Список литературы

1. Самойлик В.Г. Классификация твёрдых горючих ископаемых и методы их исследований: Монография / В.Г. Самойлик. – Харьков: Водный спектр Джи-Ем-Пи, 2016. – 308 с.
2. Основные фазы процесса образования твёрдых горючих ископаемых / В. Г. Самойлик, А. В. Малюта // Материалы конф. «Современные машины и технологии обогащения полезных ископаемых». – Донецк, ДонНТУ, 26.04.2018. – С. 38-43.
3. Скляр С. Ю. Сенсационная история Земли / С. Ю. Скляр, – Москва: Вече, 2011. – 288 с.
4. Берёзкин В. И. О сажевой модели происхождения карельских шунгитов / В. И. Березкин. // Геология и физика, 2005. т.46, № 10. – С.1093-1101.
5. Дигонский С. В. Неизвестный водород: [монография] / С. В. Дигонский, В. В. Тен. – Санкт-Петербург: Наука, 2006. – 292 с.

УДК 622.7.1

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ГИДРОЦИКЛОНОВ

Несвитей Е. А., студентка группы ОПИ-15 ГОУВПО «ДОННТУ»,
Самойлик В. Г., доцент каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ», к.т.н, доцент.

эл. адрес: samoylik@donntu.org

Аннотация. Описаны конструктивные особенности работы гидроциклонов. Выполнен анализ конструктивных и технологических факторов, влияющих на эффективность их работы.

Ключевые слова: угольный шлам, гидроциклон, классификация, сгущение, конструктивные и технологические факторы.

Annotation. The design features of the work of hydrocyclones are described. The analysis of structural and technological factors affecting the efficiency of their work.

Key words: coal sludge, hydrocyclone, classification, thickening, design and technological factors.

Гидроциклоны применяются, в основном, для классификации по крупности. На некоторых обогатительных фабриках гидроциклоны используются для обогащения, сгущения пульп и для обесшламливания продуктов перед последующими операциями, например перед флотацией.

В промышленности используются гидроциклоны диаметром от 250 до 1400 мм. На обогатительных фабриках применяются, главным образом, цилиндрикоконические гидроциклоны малых типоразмеров с углом конусности 10° и больших типоразмеров с углом конусности 20° . Гидроциклоны малых диаметров работают с относительно высоким давлением, больших диаметров – с низким давлением. В зависимости от назначения гидроциклоны имеют разный угол при вершине конической части корпуса (угол конусности): сгустительные – 10° ; классификационные – 20° ; тяжелосредные – $40-60^\circ$; обогатительные (короткоконусные) – более 90° [1, 2].

При работе гидроциклонов в режиме сгущения уменьшение диаметра песковой насадки приводит к увеличению содержания твёрдого в песках и песковый продукт вытекает в виде густых витков. Но одновременно это приводит к увеличению выхода и крупности слива. Чрезмерное уменьшение диаметра песковой насадки может привести к забиванию насадки песками.

Сгущающие и осветляющие гидроциклоны работают при давлениях, значительно больших, чем гидроциклоны для классификации. Для получения тонких сливов давление должно быть в пределах 0,15-0,2 МПа и поддерживается постоянным.

При использовании гидроциклонов для сгущения в некоторых случаях применяют сгущающе-осветляющую схему из двух групп гидроциклонов.

Двухступенчатые батарейные гидроциклоны скомпонованы из блоков – по три гидроциклона в каждом. Один из гидроциклонов диаметром 350 мм предназначен для первичного сгущения пульпы, а два гидроциклона диаметром 250 мм – для вторичного осветления слива первого гидроциклона. Сгущённые продукты обеих групп гидроциклонов объединяются.

Классификационный гидроциклон представляет собой цилиндроконический аппарат (рис. 1). Питание под давлением подаётся в верхнюю часть цилиндра с помощью тангенциально расположенного питающего патрубка 3. Слив выгружается через сливной патрубок 4 в цилиндрической части 1 гидроциклона, а пески – через песковую насадку 5, расположенную в конической части 2.

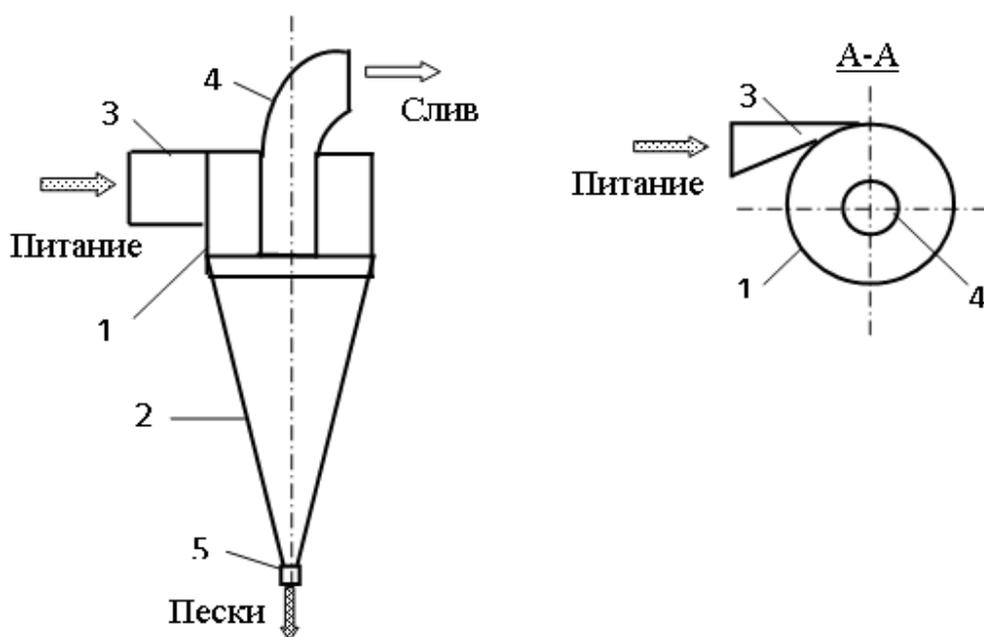


Рисунок 1 – Гидроциклон:

- 1 – цилиндрическая часть; 2 – коническая часть; 3 – питающий патрубок;
4 – сливной патрубок; 5 – песковая насадка

В результате тангенциального ввода исходной пульпы в гидроциклон она приобретает интенсивное вращательное движение с частотой, достигающей нескольких тысяч оборотов в минуту. В таких условиях внутри гидроциклона

возникает центробежная сила, значительно превосходящая силу тяжести. При вихревом движении пульпы в гидроциклоне образуются два вращающихся потока – внешний, перемещающийся вдоль стенок конуса вниз к песковой насадке 5, и внутренний цилиндрический, направленный вверх вдоль оси к сливному патрубку 4. Вблизи геометрической оси аппарата центробежная сила становится настолько большой, что происходит разрыв сплошности потока и образование воздушного столба диаметром до 0,7 от диаметра сливного патрубка.

На показатели работы гидроциклонов влияют конструктивные и технологические факторы. К конструктивным факторам относятся: форма и геометрические размеры гидроциклона, песковой насадки, питающего и сливного патрубков, способ установки гидроциклона; к технологическим факторам – давление на входе и свойства обрабатываемой пульпы (содержание твёрдого, его гранулометрический и вещественный составы).

Конструктивные факторы:

- диаметр D (м) гидроциклона определяет его производительность по твёрдому:

$$Q = 200 D^2, \text{ т / ч,}$$

Выбирая гидроциклон, следует стремиться к установке минимального числа аппаратов, обеспечивающих необходимую крупность частиц слива. С увеличением диаметра гидроциклона увеличивается крупность слива, поэтому тонкие сливы получают в аппаратах малых размеров;

- размер и форма питающего патрубка $D_{\text{п}}$ мало влияют на качественные показатели работы гидроциклона, в то же время производительность гидроциклона прямо пропорциональна размеру питающего патрубка. Форма отверстия питающего патрубка обычно выполняется прямоугольной (щелевой), эквивалентный диаметр питающего патрубка принимается в пределах:

$$D_{\text{п}} = (0,08 - 0,25) D, \text{ м;}$$

- диаметр сливного патрубка $d_{\text{сл}}$ влияет на все показатели работы гидроциклона. Увеличение диаметра сливного патрубка вызывает пропорциональное увеличение производительности и приводит к получению более грубых сливов в связи с сокращением времени пребывания материала в аппарате. Диаметр сливного патрубка принимается в зависимости от диаметра гидроциклона и на 20...25% больше диаметра песковой насадки:

$$d_{\text{сл}} = (0,2 \dots 0,4) D, \text{ м};$$

$$d_{\text{сл}} = (1,20 \dots 1,25) d_{\text{п}}, \text{ м}.$$

Выбранный гидроциклон должен быть проверен на производительность по пескам $Q_{\text{п}}$. Удельная производительность гидроциклона по пескам $q_{\text{п}}$, проходящим через песковую насадку выбранного размера $d_{\text{п}}$, составляет:

$$q_{\text{п}} = Q_{\text{п}} / (0,785n d_{\text{п}}^2), \text{ т}/(\text{ч} \cdot \text{м}^2),$$

где $Q_{\text{п}}$ – производительность гидроциклонов по пескам, т/ч;

n – число принятых в операции гидроциклонов.

Нормированная удельная производительность выбранного гидроциклона должна составлять $5 \cdot 10^3 - 2,5 \cdot 10^4$ т/(ч·м²). Если удельная производительность не входит в указанный интервал, надо принять другой размер насадки и проверить номинальную крупность слива при новом диаметре насадки $d_{\text{п}}$;

- разгрузочное отношение $d_{\text{п}} / d_{\text{сл}}$, то есть отношение диаметра песковой насадки к диаметру сливного патрубка, является основным фактором, определяющим показатели работы гидроциклона. С увеличением разгрузочного отношения увеличивается выход песков, снижается их крупность и содержание твёрдого. В соответствии с этим меняется характеристика слива. Эффективность классификации достигает максимума при оптимальном разгрузочном отношении, составляющем 0,3-0,5. Если изменение разгрузочного отношения производится за счет изменения диаметра песковой насадки, то при постоянном

давлении на входе производительность гидроциклона меняется мало, если же за счет диаметра сливного патрубка, то производительность меняется прямо пропорционально этому диаметру;

- угол конусности α определяет объем гидроциклона и время пребывания в нем материала. С увеличением угла конусности увеличивается крупность классификации, уменьшаются выход песков и объемная производительность:

$$Q_0 = 3 \cdot 10^4 k_\alpha k D_\pi d_{\text{СЛ}} p_0^{0,5}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где p_0 – давление пульпы на входе в гидроциклон, МПа;

k_α – поправка на угол конусности α гидроциклона (при $\alpha = 10^\circ k_\alpha = 1,15$, при $\alpha = 20^\circ k_\alpha = 1,0$);

k – поправка на диаметр гидроциклона, определяемая по формуле:

$$k = 0,8 + 1,2 / (1 + 10 D);$$

- способ установки гидроциклона зависит от его размера и давления на входе. На работу гидроциклонов больших размеров при небольших давлениях на входе может влиять гравитационное поле. В этом случае рекомендуется устанавливать гидроциклоны в наклонном или горизонтальном положении. В наклонном положении устанавливают также тяжелосредные гидроциклоны.

Технологические факторы:

- давление p_0 на входе в гидроциклон для получения удовлетворительных результатов разделения должно быть постоянным и достаточно высоким. При заданной объёмной производительности оно определяется главным образом размерами сливного $d_{\text{СЛ}}$ и питающего D_π патрубков. Повышение давления способствует уменьшению предельной крупности разделения и получению более мелких сливов. При получении грубых сливов допускается работа гидроциклона с давлениями 0,05 МПа, при получении тонких сливов – не менее 0,2 МПа;

- содержание твёрдого в исходной пульпе β влияет на крупность и разжиженность продуктов разделения. Получение тонких сливов возможно лишь при достаточно низких содержаниях твёрдого в исходной пульпе. В противном случае крупность слива растёт вследствие увеличения вязкости и плотности пульпы в гидроциклоне. Кроме того, повышение содержания твёрдого в пульпе приводит к увеличению нагрузки на песковую насадку, которая может не обеспечить выгрузки песков, что приведёт к нарушению процесса разделения;

- гранулометрический состав исходного материала влияет на качественные показатели процесса разделения. При разделении крупнозернистых шламов слив более крупный, а пески более густые, чем при работе на тех же условиях, но на более мелких материалах. Результаты классификации ухудшаются при увеличении содержания в материале классов, близких к предельной крупности разделения.

При выборе гидроциклона его типоразмер определяется исходя из требуемой производительности по питанию, с учётом крупности получаемого слива. Номинальная крупность частиц слива d_H гидроциклона может быть определена по формуле:

$$d_H = 15 \cdot \left(\frac{D \cdot d_{\text{СЛ}} \cdot \beta}{k_D \cdot d_{\text{П}} \cdot (\delta - 1) \sqrt{p_0}} \right)^{0,5}, \text{ мкм},$$

где D , $d_{\text{СЛ}}$, $d_{\text{П}}$ – диаметры гидроциклона, сливного патрубка и песковой насадки, м;

β – содержание твёрдого в питании гидроциклона, %;

k_D – поправочный коэффициент на диаметр гидроциклона;

δ – объёмная плотность твёрдой фазы, т / м³;

p_0 – давление на входе в гидроциклон, МПа.

Учёт как конструктивных, так и технологических факторов при выборе гидроциклонов даст возможность эффективно проводить операции разделения

шлама по крупности, подобрать оптимальное количество оборудования для переработки шламовых вод. А, как известно, эффективная работа всей фабрики напрямую зависит от надёжности функционирования её водно-шламовой схемы.

Список литературы

1. Пути совершенствования водношламовых схем углеобогатительных фабрик / В. Г. Самойлик, В. А. Шаманская // Материалы конф. «Современные машины и технологии обогащения полезных ископаемых». – Донецк, ДонНТУ, 26.04.2018. – С. 51-55.

2. Гидроциклон [Электронный ресурс]: // Горная энциклопедия: сайт. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://www.mining-enc.ru/g/gidrociklon/> – Загл. с экрана.

УДК 622.723

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИОМЕТРИЧЕСКОЙ СЕПАРАЦИИ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЯ

Самойлик В. Г., доцент каф. ОПИ ГОУВПО «ДОННТУ» к.т.н., доцент,

Онищенко В. В., студентка группы ОПИЗ-14 ГОУВПО «ДонНТУ».

эл. адрес: samoylik@donntu.org

Аннотация. Рассмотрены перспективы применения радиометрической сепарации для предварительного обогащения каменного угля. Описан принцип работы промышленных сепараторов, основанных на рентгеноабсорбционном методе разделения.

Ключевые слова: рентгеноабсорбционный метод, тяжелосреднее обогащение, отсадка, сепаратор, уголь.