

В. И. Петров, А. Г. Сизов, И. Ф. Фатихов

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ГИДРОЦИКЛОНОВ

Ключевые слова: гидроциклон, эффективность, размер граничного зерна, производительность.

В статье представлен обзор конструкций гидроциклонов, перечислены их основные характеристики. Проведен анализ конструкций гидроциклонов фирмы AKW. Проанализированы факторы, влияющие на эффективность работы гидроциклонов. Представлен гидроциклон, принятый к внедрению на Крымском содовом заводе, описаны его конструктивные особенности, достоинства и недостатки.

Keywords: hydrocyclone, efficiency, taperangle, sizeofgrainboundary, solidparticle.

The article presented an analytical review constructions of hydrocyclones, lists their main features. The analysis of constructions hydrocyclones company AKW. The factors were analyzed, which affecting the efficiency of the hydrocyclone. The hydrocyclone was examined embedded in production in the Crimean Soda Plant. In this article describes its constructional features, advantages and disadvantages.

При всем многообразии конструктивного исполнения можно выделить четыре основные группы: цилиндрические, конические, цилиндроконические гидроциклоны, а так же турбоциклоны. Наибольшее распространение, как в отечественном промышленном производстве, так и за рубежом, получили цилиндроконические гидроциклоны [1-3].

Нами был проведен анализ работы гидроциклонов зарубежной фирмы AKW[4]. На рис.1 представлены зависимости улавливаемых частиц от изменения диаметра гидроциклона.

Данный график позволяет определить, какие гидроциклоны необходимо использовать для улова частиц заданного размера. Например, для частиц кварцевого песка размером 50 микрон теоретически должен подойти гидроциклон диаметром от 200 до 270 мм. Разумеется, вероятность улова частиц заданного размера будет выше на гидроциклоне меньшего диаметра (т.е. 200 мм).

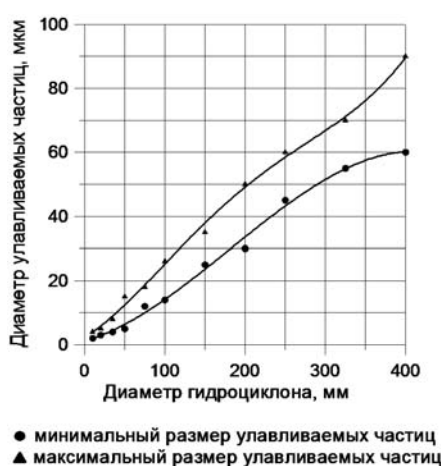


Рис. 1 - Зависимость диаметров улавливаемых частиц от диаметра гидроциклона

Важным технологическим показателем является производительность гидроциклона. На рис. 2 представлены минимальная и максимальная производительности гидроциклонов в зависимости от их диаметров.

В зависимости от размера улавливаемых частиц (рис.1) можно определить какую максимальную и минимальную производительности может обеспечить один гидроциклон.

Для очистки большого потока жидкости от мелкодисперсных частиц целесообразно использование батарейных гидроциклонов. Видно, что для тонкой очистки необходимы гидроциклоны размером от 40 до 100 мм, а для сверхтонкой с той же производительностью целесообразно использование батарейных гидроциклонов диаметром менее 40 мм.

Анализ проводился на основе данных, полученных для кварцевого песка с максимальной массовой долей шлама в суспензии 10%.

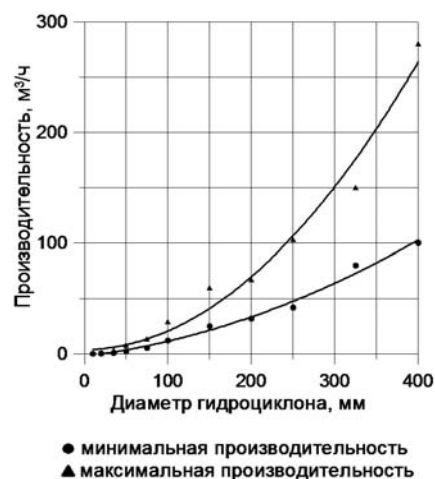


Рис. 2 - Зависимость производительности от диаметра гидроциклона

Одной из наиболее важных характеристик гидроциклона является степень разделения. Известно, что сила, действующая на частицу в поле центробежных сил, прямо пропорциональна её массе и квадрату линейной скорости, и обратно пропорциональна радиусу гидроциклона. На рис. 3 показано, как изменяется степень разделения в зависимости от размеров частиц. Анализ был проведен для гидроциклона диаметром 350 мм при отделении кварцевого песка [5].

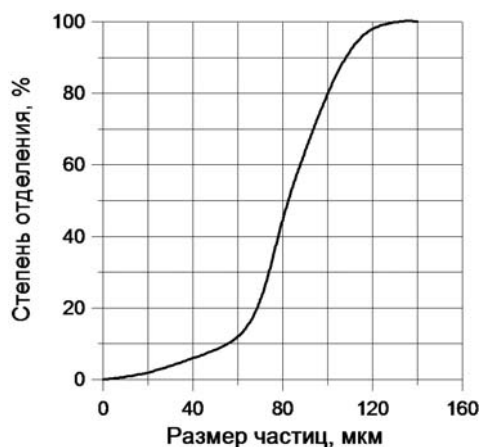


Рис. 3 - Зависимость степени отделения от размеров частиц

Актуальной проблемой при производстве кальцинированной соды является очистка рассола дистиллерной жидкостью и известкового молока. При очистке рассола от солей кальция и магния образуется осадок гидроксида магния и карбоната кальция в количестве 20-30 л на 1 м³ очищенного рассола. В шламе содержится 265-295 г/л NaCl, до 295 г/л CaCO₃ и около 40-50 г/л прочих примесей (гидроксидов магния, кальция и др.).

Шлам из отделения рассолоочистки в количестве 8-12 м³/ч (для содового завода производительностью 600000 т в год Na₂CO₃) разбавляется водой до отношения Т:Ж=1:6 и насосом перекачивается в накопитель "белое море".

В процессе получения кальцинированной соды образуются сточные воды, общее количество которых зависит от применяемой системы водоснабжения. Самым "тяжелым" отходом производства, способным наносить значительный ущерб природе, является дистиллерная жидкость (8,5 м³ на 1 т кальцинированной соды).

Дистиллерная жидкость содержит большое количество CaCl₂, NaCl и других солей, значительное количество взвешенных веществ. Плотность дистиллерной жидкости составляет 1,145 г/см³. При производстве 1 т Na₂CO₄ со сточной водой (дистиллерной жидкостью) сбрасывается до 1,1 т CaCl₂, 0,7 т NaCl и других солей. В последние годы для очистки сточных вод стали широко применяться различные конструкции гидроциклонов.

Проанализировав влияние конструктивных факторов на работу гидроциклона, нами была разработана конструкция опытно – промышленного гидроциклона очистки рассола производительностью 12 м³/ч для Крымского содового завода (рис.4).

Гидроциклон состоит из цилиндрического корпуса 1, 2, тангенциально расположенного патрубка 4 для ввода загрязнённой жидкости, нижнего сопла 3 для отвода сгущённого осадка, патрубка 5 для выхода очищенной жидкости, фланцевых соединений 6, 7, 8, 9, разгрузочной насадки, включающей втулку 11, упор 12, гайки 13.

Угол между образующей части называется углом конусности гидроциклона. С уменьшением

угла конусности эффективность очистки изменяется. Гидроциклон устанавливается в вертикальном положении и крепится к раме с помощью фланца 12. Затем к нему крепится подводящий и сливной трубопроводы.

Эффективность работы гидроциклона во многом определяется соотношением его конструктивных размеров. Оптимальное соотношение конструктивных размеров гидроциклона зависит от физических свойств загрязненной жидкости (вязкости суспензии, вязкости дисперсной среды, содержания в ней твёрдых частиц, их гранулометрического состава и их удельного веса) [6].

Изменение указанных конструктивных соотношений и, в первую очередь, так называемого разгрузочного соотношения (отношение диаметра разгрузочного отверстия к диаметру сливного отверстия) является одним из основных методов регулирования работы гидроциклона (производительности, крупности разделения, выхода верхнего слива и разгрузочной жидкости и содержания в них твёрдых частиц).

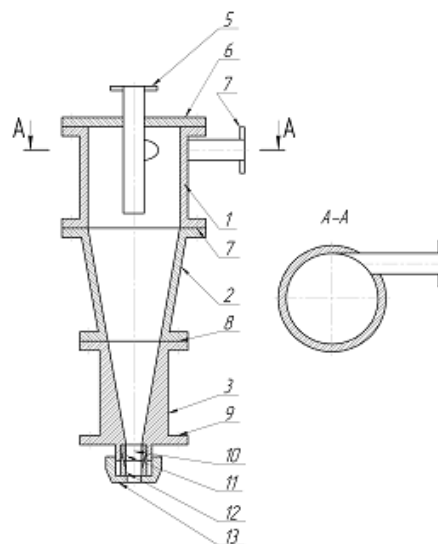


Рис. 4 - Гидроциклон: 1 – цилиндр; 2 – конус; 3 – сопло; 4 – патрубок входа; 5 – патрубок выхода; 6, 7, 8, 9 – фланцевое соединение; 10 – выход шлама; 11 – втулка; 12 – упор; 13 – гайка

В процессе изготовления гидроциклона технологически сложно получить необходимую конусность (порядка 10⁰), поэтому коническую часть проектируют из двух частей, которые при сборке соединяются фланцами. Данный подход позволяет значительно уменьшить стоимость производства и минимизировать издержки.

Анализ конструктивных факторов и графиков зависимости уловленных частиц от диаметра гидроциклона позволил нам спроектировать аппарат для очистки рассола. Аппарат принят к внедрению на Крымском содовом заводе, г. Красноперекоспк.

Литература

1. Терновский, И.Г. Гидроциклонирование / И.Г. Терновский, А.М. Кутепов. М.: Наука, 1994. - 350 с.

2. *Валеев, С.И.* Гидродинамика цилиндрических и цилиндроконических гидроциклонов с малым расходом через верхний слив. / Н.И. Степанов, В.А. Иванов, В.А. Булкин // Вестник Казанского государственного технологического университета 1998, №2 - с. 56-59.

3. Пат. 2465060 РФ, МПК В04С5 00/06, В03В5 34/06. Гидроциклон системы фракционного разделения суспензий руд тонкого помола / С.Г. Валюхов, В.Н. Веселов, А.И. Житенёв, В.П. Запорожец, Н.П. Селиванов; заявитель и патентообладатель ЗАО "ТЭН". - №

2011139037/05; заявл. 26.09.2011; опубл. 26.09.2011, Бюл. № 45 - 5с.

4. http://www.akwauv.com/xist4c/web/АКА-VORTEX-Hydrocyclones_id_4810_.htm;jsessionid=0E0134312F09F87D912CCADD324D0BA4

5. *Шестов, Р.Н.* Гидроциклоны / Р.Н. Шестов Л.: Машиностроение, 1967, - 77 с.

6. *Поникаров, С.И.* Интенсификация технологических процессов использованием центробежного поля / И.И. Поникаров, В.А. Булкин, О.А. Перельгин // Вестник Казанского технологического университета. 1998, №1, - С.96.

© **В. И. Петров** - д.т.н., проф. каф. оборудования химических заводов КНИТУ; **А. Г. Сизов** – магистрант той же кафедры, AlfredGSx@gmail.com; **И. Ф. Фатихов** – магистрант той же кафедры, Fatikh2105@yandex.ru.