

ЭФФЕКТИВНОЕ ВИБРОИЗМЕЛЬЧЕНИЕ СУЛЬФАТКАЛЬЦИЕВЫХ ОТХОДОВ ФТОРОВОДОРОДНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю.М. Федорчук, д.т.н., проф.,

Н.В. Замятин, д.т.н., проф.,

Е.Н. Пашков, к.т.н., доцент.,

В.А. Данекер, к.т.н., доцент.,

Л.А. Аниканова, к.т.н., доцент.,

Д.В. Нарыжный, аспирант гр. А7-19

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,

E-mail: divkut@mail.ru

Актуальной задачей экологического характера является проблема переработки постоянно накапливающихся отходов промышленности, решение которой целесообразно рассматривать на основе использования энергосберегающих технологий.

В данной статье приведены результаты исследований производительности измельчения лабораторной установки виброизмельчителя при обработке сульфаткальциевых отходов фтороводородных производств химической промышленности. Полученные результаты позволили путём расчётных аналогий определить параметры промышленного виброизмельчителя, которые легли в основу изготовления экспериментального образца. Испытания экспериментального образца продемонстрировали существенно высокие эксплуатационные показатели процесса измельчения фторангидрита по сравнению с традиционно применяемым оборудованием типа шаровой мельницы.

Целью данной статьи является исследование эффективности виброизмельчения одного из твердых промышленных отходов – фторангидрита, аналога природному минеральному сырью – ангидриту, и разработка модели масштабирования лабораторного виброоборудования с заданной промышленной производительностью в одном из способов утилизации сульфаткальциевых отходов фтороводородных производств химической промышленности.

При получении целевого продукта – фтороводорода по реакции 1



попутно образуется твердый отход сульфат кальция безводный, в технической и научной литературе именуемый фторангидритом. Основу фторангидрита составляет твердый сульфат кальция безводный – до 98,2 % масс., представляющий собой гранулообразный материал с переменным гран.составом от 30 до 0,1 мм, при этом насыпная масса колеблется в пределах (1,37-1,57) т/м³, истинная масса равна - 2,57 т/м³. Ранее было установлено, что наиболее перспективным направлением применения фторангидрита после его обезвреживания является использование вяжущих свойств указанного отхода при получении различных строительных материалов и изделий [1].

Из теории схватывания вяжущих материалов известно, что чем больше активная поверхность вяжущего, тем более прочными получаются строительные изделия [2]. Поэтому для строительной промышленности помимо обезвреживания, т.е. нейтрализации кислых компонентов фторангидрита, требуется измельчение и усреднение состава сырьевого материала. Таким образом, процесс измельчения вышеназванного минерального техногенного материала является составной частью энерго- и ресурсосберегающей технологии получения ангидритового вяжущего.

Ранее сотрудниками ТПУ процессы обезвреживания и измельчения фторангидрита проводили в шаровой мельнице [3], но при этом наблюдалась относительно низкая объемная производительность указанной мельницы – около $0,04 \text{ т/м}^3 \cdot \text{час}$, и недостаточная степень механоактивации – максимальный размер получаемых гранул был около $0,6 \text{ мм}$ (при увеличении степени измельчения понижалась производительность мельницы). Эти обстоятельства вызвали необходимость усовершенствования указанного процесса измельчения, поэтому было предложено процесс механоактивации фторангидрита проводить в виброизмельчителе [4]. Использование вибрации, оказывающей активационное воздействие на свойства веществ, известно и позволяет для целого ряда задач решить их наиболее эффективно [5].

Лабораторный виброизмельчитель (ЛВИ) представляет собой камеру измельчения, выполненную из металлической трубы внутренним диаметром 80 мм и высотой 800 мм , в нижней части, ограниченной металлической перфорированной перегородкой (рис. 1).

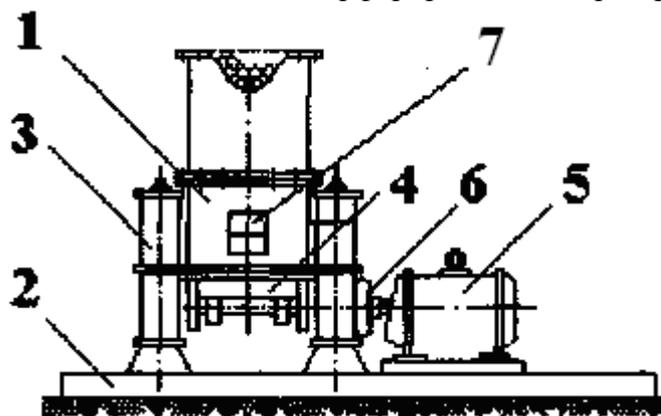


Рис. 1. Лабораторный виброизмельчитель

1 – камера измельчения объемом $3,2 \text{ л}$; 2 – фундаментная плита; 3 – стальные амортизаторы; (4 – 6) – электромеханический вибратор; 7 – окно выгрузки, оборудованное перфорированной перегородкой.

Внутренняя полость камеры заполнена одноразмерными стальными шарами диаметром 15 мм на высоту от 100 до 200 мм . Виброизмельчитель содержит пружинный подвес, эксцентриковый электромеханический вибратор и бункер со шнеком-дозатором для подачи дозированных количеств измельчаемого материала в камеру измельчения. С помощью лабораторного виброизмельчителя (ЛВИ) были определены параметры для измельчения фторангидрита до заданной тонины помола и с максимально эффективной производительностью.

В результате проведения многочисленных экспериментов были получены высокие эксплуатационные характеристики на ЛВИ, дающие основания для проектирования экспериментального образца, обладающего аналогичными удельными эксплуатационными параметрами в промышленных масштабах. На основании лабораторного образца виброизмельчителя была изготовлена многокамерная шаровая вибромельница с вертикальным расположением камер измельчения, показанная на рис. 2.

Мельница представляет собой вертикальную стальную конструкцию, установленную на амортизирующее основание 1, имеющую проем 2 для удаления измельченного материала. Она состоит из скрепленных торцами камер, в том числе верхней - 3, средней - 4 и нижней - 5. Камеры 3,4 и 5 разделены между собой перфорированными перегородками, в том числе верхней-6, средней - 7 и нижней - 8, причем нижняя перегородка 8 снабжена металлическим ситом 9 с калиброванными отверстиями. Камеры 3,4 и 5 заполнены мелющими элементами, в частности верхняя камера 3 заполнена стержнями 10 либо крупными шарами, средняя - шарами 11 средних размеров, нижняя - 5 мелкими шарами 12 либо цельбепсами. При этом размеры отверстий перфорированных

перегородок 6,7 и 8 в каждой из вышерасположенных камер больше, чем ниже - расположенных камерах. Мельница снабжена вибрационным приводом в виде дебалансного вибратора 13, который установлен в верхней её части. Верхняя камера 3 имеет загрузочное отверстие 14 для загрузки мельницы измельчаемым материалом.

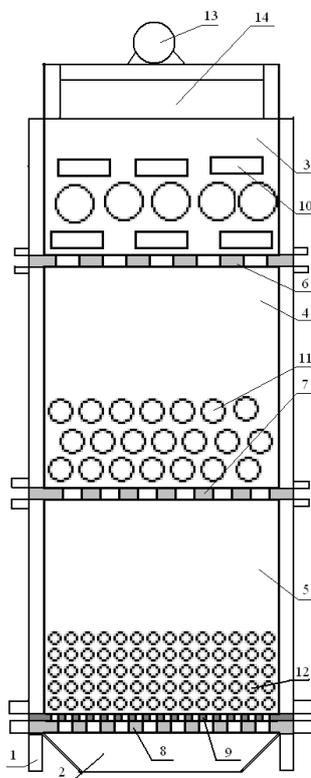


Рис. 2. Многокамерная вибромельница

1 – амортизирующее основание; 2 – проем для удаления материала; 3,4,5 – камеры; 6,7,8 – перфорированные перегородки; 9 – сито с калиброванными отверстиями; 10 – стержни металлические; 11 – шары металлические, средние; 12 – шары металлические, мелкие; 13 – дебалансный вибратор; 14 – загрузочное отверстие.

Через загрузочное отверстие 14 засыпают измельчаемый материал и включают дебалансный вибратор 13. При этом стенки камер 3,4 и 5 и перфорированные перегородки 6,7 и 8 начинают колебаться. Вместе с ними колебательные движения получают и мелющие элементы 10,11 и 12. Эти элементы, сталкиваясь между собой, а также ударяясь о стенки камер 3,4 и 5 и перфорированные перегородки 6,7 и 8, дробят и истирают измельчаемый материал. При достижении определенных размеров частицы материала под действием вибрации и силы гравитации через отверстия перфорированных перегородок поступают сначала в камеру 4, затем в камеру 5, в которых процесс измельчения материала продолжается. Благодаря тому, что нижняя перфорированная перегородка 8 снабжена стальным металлическим ситом 9 с калиброванными отверстиями размеры частиц измельченного материала мало отличаются друг от друга. Просеянный через сито 9 измельченный материал с помощью ленточного транспортера (на чертеже не показано) через проем 2 в основании I поступает в бункер-накопитель.

Таким образом многокамерная конструкция мельницы исключает переизмельчение материала, делает его более равномерным, а в совокупности с ударным воздействием мелющих элементов на частицы материала ускоряет процесс измельчения и делает его более экономичным с точки зрения затрат энергии.

С целью определения эффективности многокамерной мельницы с вибрационным приводом, была разработана экспериментальная двухкамерная мельница с приводом в

виде дебалансного вибратора и мелющими элементами - шарами. Основные параметры конструктивных элементов мельницы:

- диаметр камер 800 и 600 мм и высота 700 и 300 мм соответственно;
- диаметр отверстий перфорированной верхней перегородки – 8 мм, нижней перегородки – 6мм.
- размер отверстий металлического сита - 0,63мм;
- диаметр крупных шаров - 60 мм, мелких шаров – 15 мм.

Испытания вибромельницы доказали, что по сравнению с обычной барабанной мельницей с приводом вращения, заявляемый вариант вибромельницы обладает следующими технико-экономическими преимуществами:

- объемная производительность возросла на два порядка, а расход электроэнергии снизился в 4 раза;
- разброс размера фракций измельченного материала снизился с 90 до 10 %;
- металлоемкость вибромельницы уменьшилась более чем в 10 раз.

Технический результат полезной модели: повышение производительности мельницы, снижение энергозатрат на измельчение материала.

При промышленных испытаниях многокамерная мельница входила в резонанс и нарушалась целостность конструкции, поэтому была спроектирована экспериментальная промышленная установка, представленная на рис. 3, имеющая следующие характеристики:

масса подвижных элементов установки, кг	700
диаметр стальных шаров, мм	30
жѐсткость подвеса, Н/м*10 ³	72,56
возмущающая сила, Н	85 000
частота вибратора, Гц	50

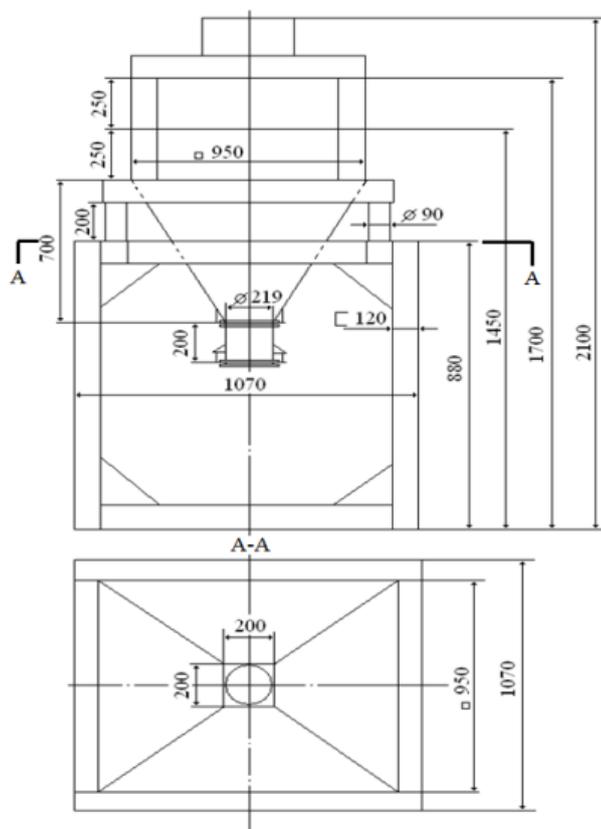


Рис. 3. Размеры промышленного виброизмельчителя производительностью 1,5 т/час.

В заключение следует отметить, что виброизмельчение по сравнению с измельчением в шаровой мельнице обладает предпочтительными преимуществами как с позиций ресурсоэффективности (металлоемкость шаровой мельницы (ШР) производительностью 1,6 т/час составляет 13,8 тонны, виброизмельчителя (ВИ) – 0,7 тонны; объемная производительность ШР составляет 0,04 т/м³·час, ВИ – 4 т/м³·час;), так и с позиций энергосбережения (мощность электродвигателя ШМ составляет 55 кВт или 34,375 кВт/т измельчаемого материала, мощность электродвигателя ВИ – 5,5 кВт или 3,67 кВт/т измельчаемого материала).

Список литературы

1. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение. Изд. ТПУ. Томск. – 2005. - 111 с.
2. Воробьев Х.С. /Гипсовые вяжущие изделия (Зарубежный опыт). – Москва. – Стройиздат. - 1983. 312 с.
3. Федорчук Ю.М. Результаты пуско-наладочных и технологических испытаний производства унификации ангидрита, получаемого из твердых отходов фтороводородного производства Сибирского химического комбината. // Химическая промышленность. - 2004.- №3. - с. 113-115.
4. Федорчук Ю.М., Волков А.А., и др. Многокамерная мельница с мелющими элементами. Патент РФ на полезную модель № 86119 заявлен 13.04.2009 г., опубликован 27.08.2009 г.
5. Лоскутова Ю.В., Данекер В.А. и др. Изменение реологических свойств высокопарафинистых нефтей под воздействием виброструйной магнитной активации. ИФЖ/Национальная академия наук Беларуси, Т.77, №5, 2004. – С.146-150