

УДК 621.928.235

Т. В. Денискина, аспирант, Московский государственный горный университет

E-mail: tofych@rambler.ru

Современное оборудование для переработки горных пород в замкнутом цикле с повышенной эффективностью работы и ремонтпригодностью

Представлен краткий анализ измельчителей и классификаторов, используемых для отсева тонких частиц. Рассмотрены преимущества применения комплексных агрегатов, сочетающих процессы измельчения и классификации. Даны описания конструкции и принцип действия вибрационного измельчителя-классификатора.

Ключевые слова: измельчитель-классификатор, агрегат, тонкоизмельченные частицы, ремонтпригодность.

T. V. Deniskina

The Modern Equipment for the Processing of Rocks in a Closed Cycle with High Efficiency Operation and Maintainability

A brief analysis of the grinders and classifiers used for sieving of fine particles. The advantages of integrated units that combine the processes of grinding and classification. Describes the design and operation of the vibratory grinder-classifier.

Keywords: chopper classifier, aggregate, fine particles, repairability.

В последние годы повысился интерес к тонкоизмельченным частицам, получаемых из различных природных материалов, используемых при производстве строительной керамики, красок, пластических масс, металлокерамики, в порошковой металлургии и других отраслях промышленности.

В технологическом процессе наряду с мельницами в обязательном порядке должны использоваться классификаторы и транспортирующие средства, чаще всего конвейеры, для отделения мелких частиц от общей массы измельчаемого материала и предотвращения переизмельчения и снижения производительности измельчительного оборудования.

Наличие в арсенале современной техники достаточно надежных пылеочистительных систем, а также возможность проведения разделения в замкнутом контуре создают реальные предпосылки для широкого применения воздушных методов классификации.

В настоящее время созданы и успешно работают пневматические вихревые классификаторы, типа «вентилятора», которые имеют широкий диапазон регулировки точности и классификации. Точная классификация достигается путем активизации (ускорения, повышения скорости) потока частиц вентиляционными струями. Сила и направление вентиляционных струй в классификаторе определяет точность механизма классификации. Типичные примеры классификаторов представлены на рисунках 1, 2, 3, 4.

Рисунок 1 иллюстрирует центробежный сепаратор в внутренней циркуляцией «Турбо». Принцип действия аппарата заключается в том, что разбрасываемый тарелкой материал, поступающий на нее из питателя, попадает в поток поднимающегося снизу воздуха, который отделяет мелкие фракции и выносит их в пространство между конусами. В результате вращения крыльчатки происходит закручивание воздуха, что способствует выводу мелких фракций на стенку наружного конуса, где они осаждаются.

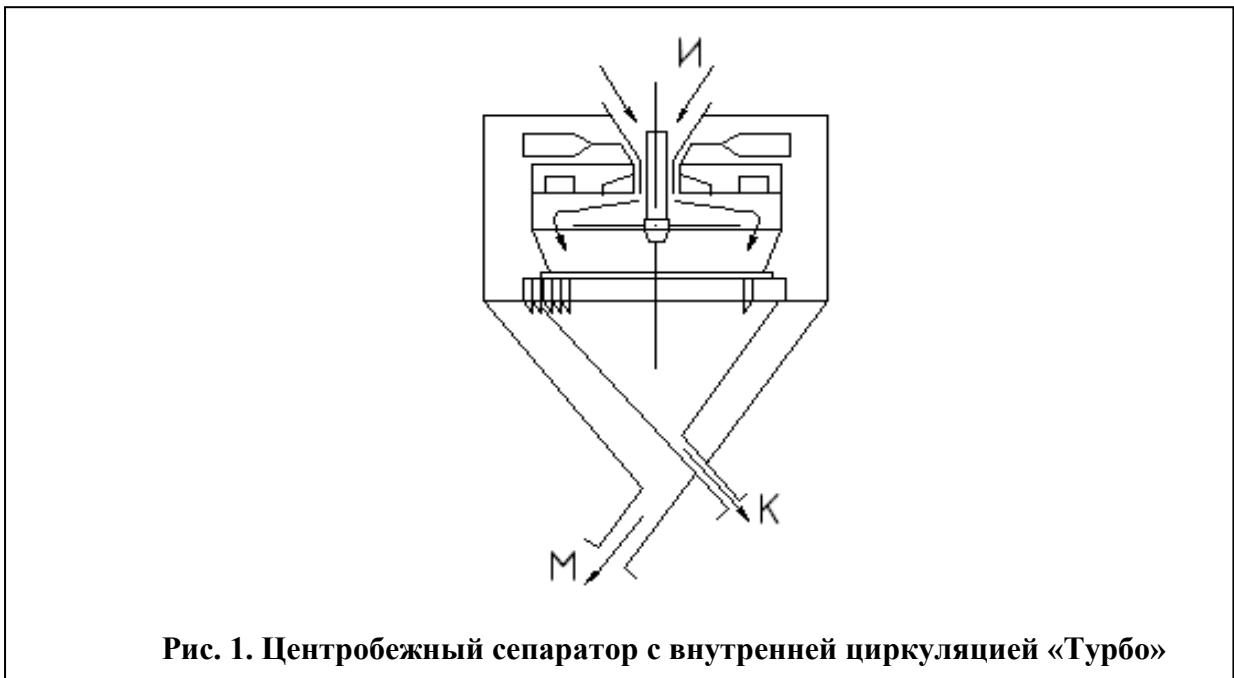


Рис. 1. Центробежный сепаратор с внутренней циркуляцией «Турбо»

На рисунке 2 приведена схема сепаратора «Ведаг» с выносными циклонами и внешним вентилятором. Характерной особенностью этого аппарата следует признать каскадную перечистку крупного продукта, организованную в нижней части корпуса.

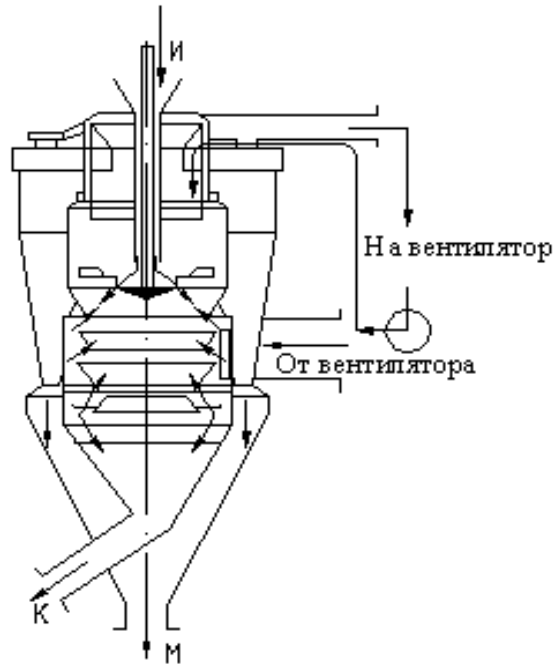


Рис. 2. Центробежный сепаратор с выносными циклонами («Ведаг»)

Граничную крупность разделения в данной конструкции регулируют как изменением угла поворота системы лопастей в зоне сепарации, так и изменением скорости потока воздуха.

Влияние отрицательных факторов, связанных с неравномерностью концентрации твердой фазы вблизи места ввода и с образованием агломератов, в некоторой степени ослаблено в конструкциях, снабженных ситовыми поверхностями (рисунок 3)

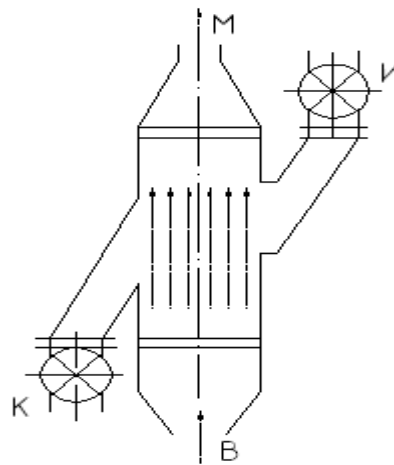


Рис. 3. Гравитационный классификатор с почти горизонтальной решеткой

В классификационной камере полидисперсный материал разделяется: тонкие фракции воздухом уносятся вверх, крупные, перемещаясь по решетке, поступают к разгрузочному патрубку сепаратора. Кроме того, над

решеткой создается нечто похожее на кипящий слой, в котором реализуются благоприятные условия для разрушения агломератов.

Новое слово в технике разделения было сказано тогда, когда удалось реализовать каскадное разделение в одном аппарате, состоящем из ряда соединенных секций, через которые последовательно проходит полидисперсный материал. В этом отношении первыми были аппараты типа «Зигзаг» (рисунок 4). Кроме организации каскадного принципа разделения в этом аппарате решались принципиально новые способы движения потоков в каждой ступени сепарации.

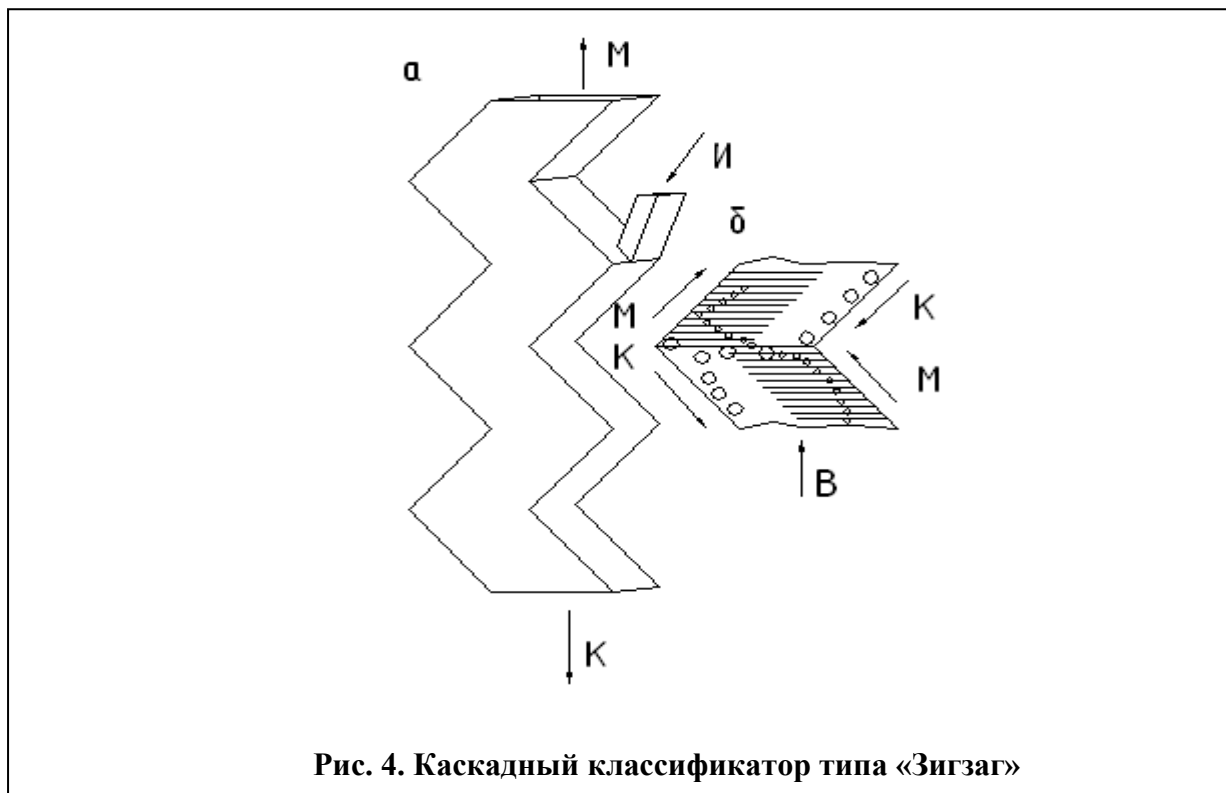


Рис. 4. Каскадный классификатор типа «Зигзаг»

В качестве примера технологического процесса производства сверхтонкого порошка для красок показан на рисунке 5.

В этом процессе используется закрытая система кругооборота продукта в классификаторе и роторно-вихревой мельнице. Эффективная классификация в этой системе возможна потому, что рассеянные частицы постоянно выводятся из процесса классификатором.

Как правило, измельченные частицы имеют широкую гистограмму распределения размеров. Особенно это характерно для шаровых мельниц (барабанных, вибрационных и планетарных). Для того, чтобы перевести крупность частиц в смеси в класс меньше определенного было необходимо использовать мельницу в циклическом режиме в течение длительного периода времени.

Однако даже в этом случае некоторые частицы, являющиеся готовым продуктом, могут все еще оставаться в камере измельчения. То есть

готовый продукт может содержать переизмельченные (некондиционные) частицы.

Чтобы избежать этой ситуации, необходимо включать классификаторы в состав технологической линии после мельницы.

Замкнутая система кругооборота частиц (мельница – классификатор - мельница) может уменьшить нагрузку на мельницу (которая имеет прямую зависимость с потребляемой энергией) по сравнению с системой, построенной только на мельнице.

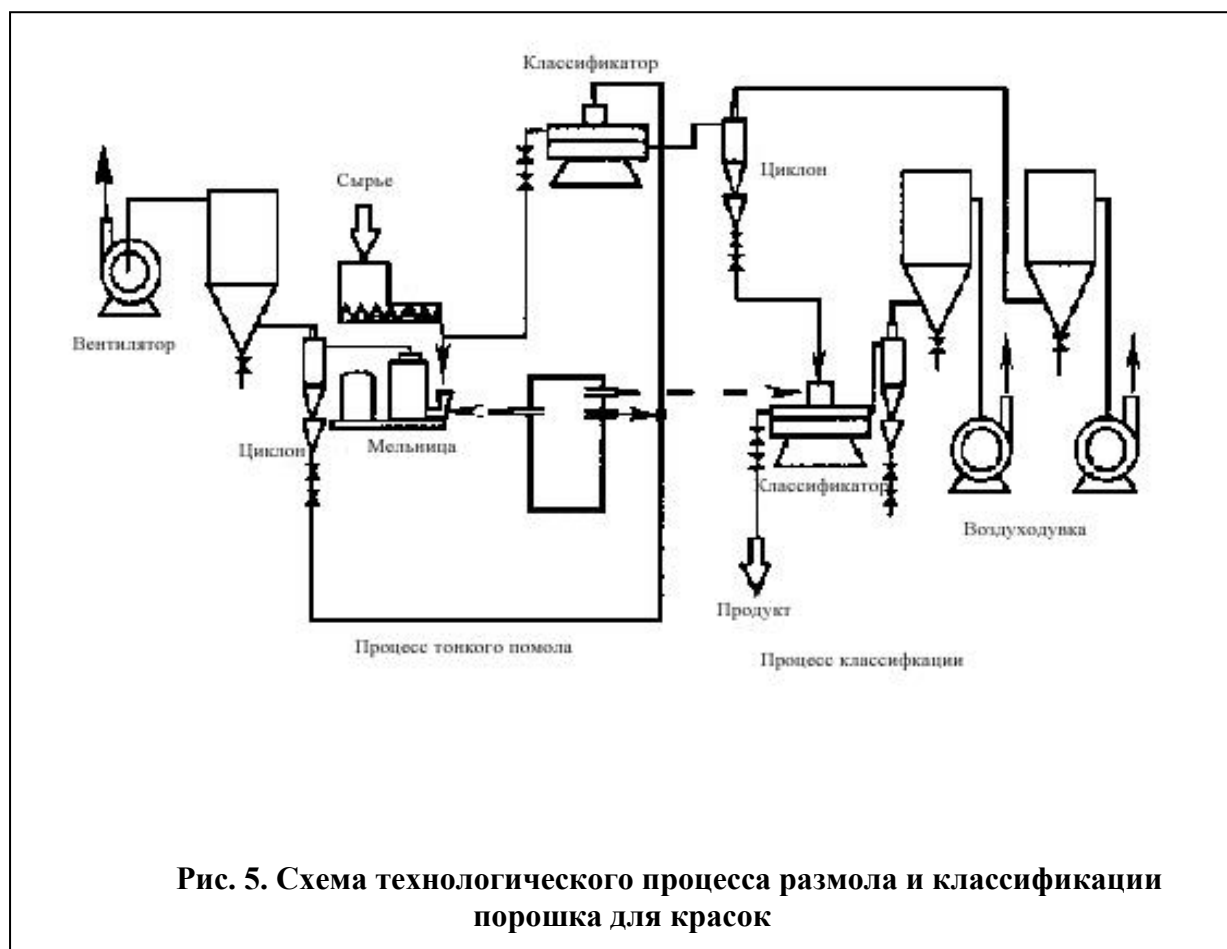


Рис. 5. Схема технологического процесса размола и классификации порошка для красок

Таким образом традиционные методы получения тонкоизмельченного продукта требуют значительного количества технологических переделов, отрицательным образом влияющих на энергоемкость процесса, требует использования воздухоочистительного оборудования и затрат ручного труда по уборке просыпей под конвейерами, по стыковке конвейерной ленты, обслуживанию узлов перегрузки и др.

Для исключения вышперечисленных негативных явлений при получении тонкоизмельченного продукта технологический процесс совершенствуют путем совмещения процессов измельчения и классификации в единый замкнутый цикл.

По этому принципу разработаны и находятся в эксплуатации конструкции мельниц-классификаторов, включающих в себя струйные,

роторно-вихревые, планетарные, дисковые истирающие мельницы и другие, совмещенные с воздушными классификаторами. Характерным примером может явиться так называемая «Супер гибридная мельница» (SH мельница), представленная на рисунке 6, и «Струйная мельница с классифицирующей полкой (AFG)

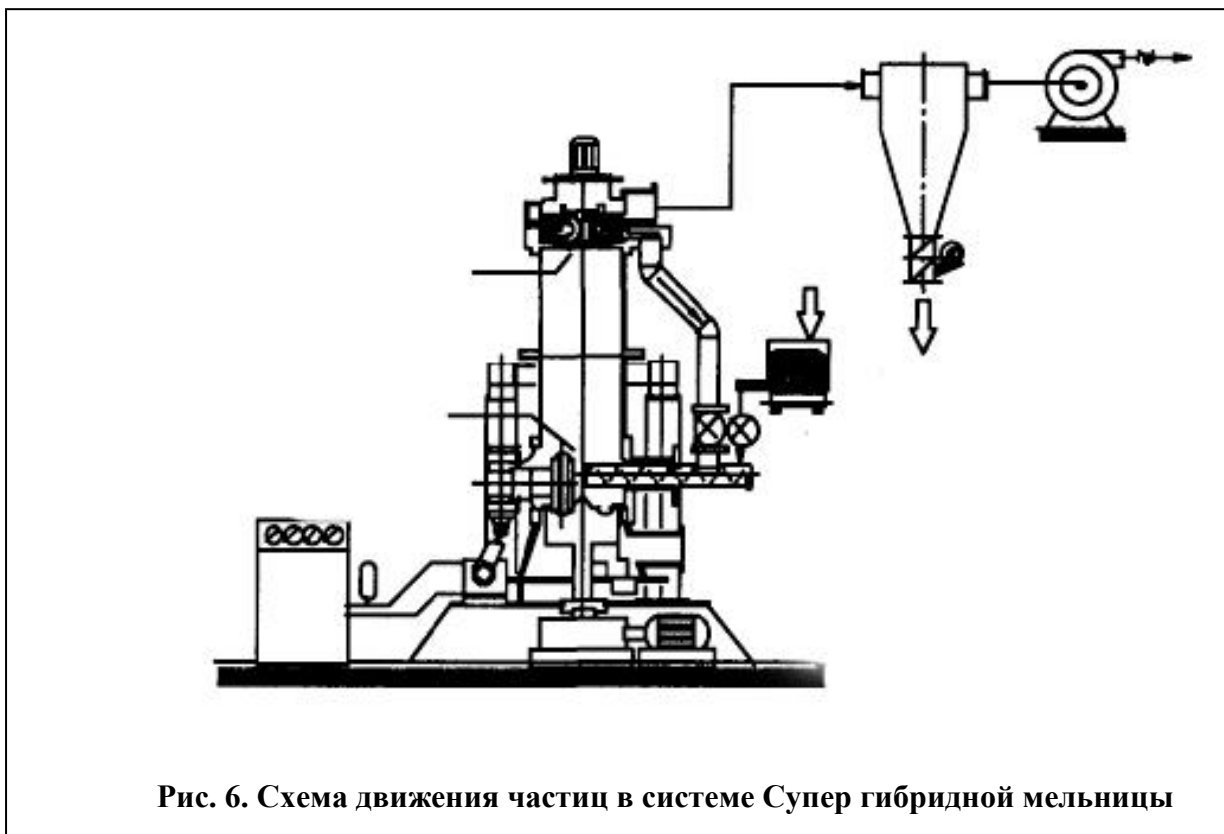


Рис. 6. Схема движения частиц в системе Супер гибридной мельницы

В данной системе применена вертикальная роликовая мельница с высокой производительностью.

В системах такого типа можно получить продукт размером 0,5 мкм, хотя при использовании традиционных технологий получения тонкоизмельченного продукта размер частиц составляет 1-3 мкм.

Большие роторно-вихревые мельницы (РВМ) часто используется для того, чтобы размолоть полезные ископаемые (типа карбоната кальция, талька и кварцевого песка) вплоть до 1 мкм или порядка доли мкм с высокой производительностью при минимальной стоимости.

Струйная мельница также используется для тонкого размола. Однако, струйная мельница имеет достаточно низкий КПД (основная работа идет на разгон воздуха, а не на движение перемалываемых частиц), поэтому из-за низкого КПД стоимость энергии размола высока. Особенно это явление проявляется при больших производительностях.

Чтобы увеличить эффективность классификации, очень важно, чтобы измельчаемый материал, подаваемый в классификатор, был качественно дезинтегрирован (рассеян) на отдельные частицы. Когда классификатор используется в замкнутой технологической линии вместе с мельницей,

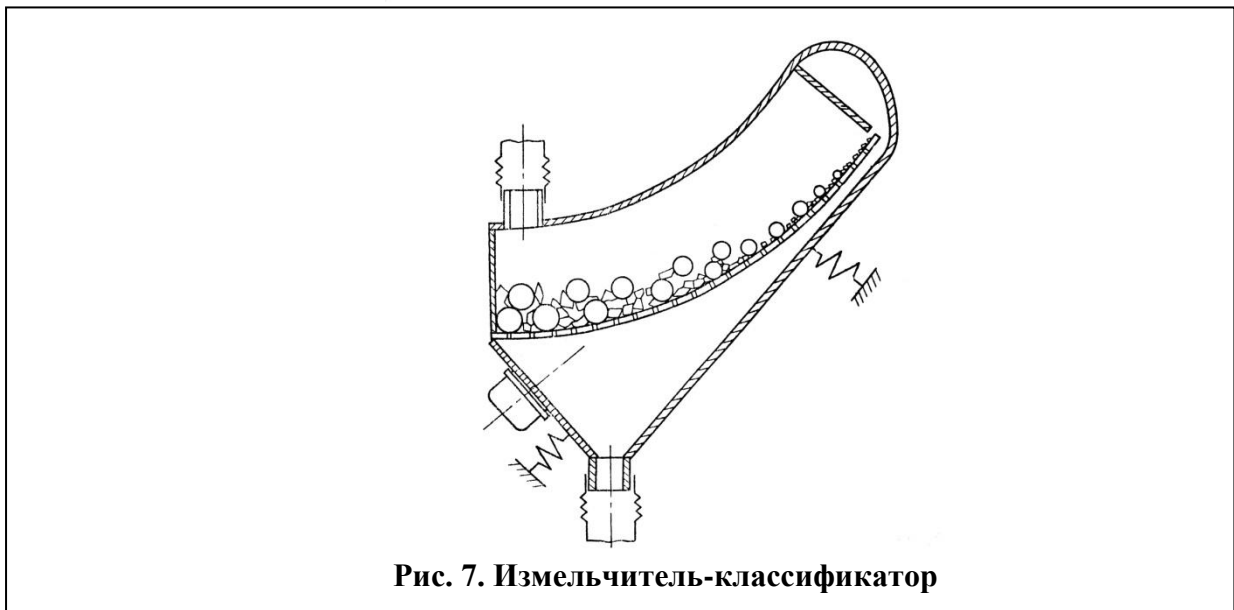
функция мельницы должна заключаться в дезинтеграции слипшихся (агломерированных) частиц одновременно с процессом размола. Полученные таким образом и рассеянные в мельнице частицы могут более эффективно классифицироваться. Поэтому очень важно, чтобы период времени, когда частица находится между мельницей и установленным за ней классификатором был минимальным.

Особенно важно применение таких систем на технологических линиях, используемых при получении продукта сверхтонкого помола, в котором измельченный продукт стремится агломерироваться.

В работах [1, 2] представлены результаты сравнительных характеристик продукта сверхтонкого помола, полученного по классической технологии и технологии замкнутого цикла. В работах отмечается, что при использовании технологии замкнутого цикла значительно снижается потребление электроэнергии.

Аналогичные конструктивные решения могут быть использованы для помола и классификации значительно крупных частиц. Основным преимуществом этих систем является сокращение числа стадий переработки, объединение двух и более отдельных процессов в самостоятельный технологический передел.

Одним из конструктивных вариантов такого вида агрегатов представлен на рис. 7.



Агрегат состоит из помольной камеры с перфорированным дугообразным днищем с нижним приемным и верхним разгрузочным устройствами, мелющих тел разного диаметра, вибропривода и пружинных опор.

Измельчитель-классификатор работает следующим образом.

С помощью направленной вибрации в загрузочном слое мелющие тела распределяются виброфракционированными группами, крупность

которых уменьшается в сторону выгрузки. Вслед за крупными мелющими телами, производящими грубый помол материала, размещаются более мелкие тела, осуществляющие соответственно более мелкий размол уже измельченных частиц. Одновременно с помолом материал классифицируется через перфорацию днища.

Применение измельчителя-классификатора позволит повысить эффективность процессов, уменьшить капитальные и энергозатраты, сократить занимаемые площади, упростить аспирационную систему обогатительной фабрики, а значит значительно снизить техногенную нагрузку на окружающую среду.

Список литературы

1. **Y. Yamada , T. Ibori and I. Shimogawa**, Effect of Circulating Mechanism on the Air Classifier, Rosemont, IL, 1989
2. **N. Tonoike, S. Akiyama, T. Ichikawa, H. Okabe and K. Ishito**: Fine Pulverizing of Heat Sensitive Plastics using Mechanical Mills, Powder and Bulk Solids, 1997
3. **Y. Yamada , O. Kano and K. Yabuta**: Coupling System of Air Jet Pulverizer and Air Classifier, Proceedings of the Technical Program, Powder and Bulk Solids, 1992
4. **Аннинский Б.А.**, «Пневмо – транспортные установки », Издательство «Машиностроение», 1969.
5. **Барский М.Д.** «Фракционирование порошков», Издательство «Недра», 1980.