

Доктора технических наук Г.А. Шевченко,
В.Г. Шевченко
(ИГТМ НАН Украины)

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРАЦИОННОГО ПОЛИЧАСТОТНОГО ГРОХОТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ОБОРОТНОЙ ВОДЫ ПРИ ПРОМЫВКЕ РУДЫ РОФ

Викладено технічні пропозиції по використанню вібраційного полічастотного грохоту МВГ2.0 для очищення оборотної води при промиванні руди радіометричної збагачувальної фабрики.

THE FEASIBILITY OF VIBRATING MULTIFREQUENCY SCREENS TO CLEAN RECYCLED WATER FOR WASHING ORE REF

The technical proposals for the use of vibrating multifrequency screen MVG2.0 to clean recycled water for washing the ore radiometric processing plant are set out.

В процессе переработки и обогащения урановой руды образуются отходы, как в сухом, так и в редком виде, которые преимущественно представлены частицами, крупность которых не превышает 1,0 мм. Эти отходы захороняются или складироваются на поверхности в техногенных шламохранилищах. При этом необратимо теряются ценные компоненты, в том числе минералы урана и тратятся значительные материальные ресурсы на содержание шламохранилищ, которые являются чрезвычайно вредными для окружающей среды. Извлечение из твердых отходов фракций с повышенным содержанием урана и выделение и обезвоживание твердых частиц из редких отходов обогащения урановых руд позволит привлечь к переработке фракции урановых руд, которые безвозвратно терялись, уменьшить количество жидких отходов и их отрицательное влияние на среду, сократить затраты на содержание техногенных шламохранилищ.

Для привлечения отходов урановых руд к переработке необходимо исследовать процессы тонкой классификации и обезвоживания отходов урановых руд на просеивающей поверхности, осуществляющей поличастотные колебания, установить параметры вибрационного поличастотного грохота для эффективного разделения по крупности и обезвоживания отходов урановых руд и разработать рекомендации по созданию ресурсосберегающей технологии, средств тонкой классификации и обезвоживания отходов урановых руд в цепи процессов их переработки [1-3].

Из зарубежных специалистов в направлении создания вибрационных грохотов для тонкой классификации сыпучих материалов, их обезвоживания работают такие фирмы как "DERRICK Corporation" (США), "KROOSH Technologies" (Израиль), "Ревум", "Уде", ВМФ, АЕФ (Германия), Механобр, ИОТТ (Россия) и прочие. Из отечественных научных организаций значительный вклад в теорию и практику процессов классификации и обезвоживания тонкодисперсных материалов внесли и вносят специалисты Укрниуглеобогащение, Гипромашуглеобогащение, ЗАО "Луганский машиностроительный

завод” и прочие.

Отечественными и иностранными специалистами разработаны теоретические основы расчета параметров вибрационных грохотов для тонкой классификации, исследованы и установлены закономерности процессов классификации и обезвоживание частиц минерального сырья. Ведущую роль в разработке и создании вибрационных грохотов для классификации малых и тонких фракций минерального сырья занимают специалисты “DERRICK Corporation” (США) и “KROOSH Technologies” (Израиль). При этом исследование факторов, которые влияют на эффективность классификации и обезвоживание мелких и тонких фракций отходов урановых руд до настоящего времени в полной мере не выполнены. Не созданы научные основы ресурсберегающих технологий и средств классификации по крупности и обезвоживания медких и тонких фракций отходов урановых руд при их переработке. Все это сдерживает развитие технологий и средств переработки отходов уранового производства.

В ИГТМ НАН Украины накоплен значительный научный опыт в разработке теории расчета параметров вибрационных грохотов, исследовании и установлении закономерностей процессов классификации по крупности и обезвоживания минерального сырья. В основу работы положены результаты предыдущих исследований процессов разделения и обезвоживания тонких фракций полезных ископаемых на ненапряженном решете под влиянием нелинейных поличастотных колебаний, разработанные методы выбора и расчета параметров вибрационных грохотов для этих процессов, опыт и задел авторов по созданию вибрационных грохотов и технологий для переработки минерального сырья [4-9].

В ИГТМ НАН Украины созданы вибрационные поличастотные грохоты МВГ для разделения по крупности тонкодисперсных сред, выделения и обезвоживания твердой фазы из жидкой. Разделение на грохоте осуществляется по крупности частиц от 20 мкм.

Для рассмотрения предложения на использование грохота МВГ2.0 (рис. 1) для очистки оборотной воды при промывке руды радиометрической обогатительной фабрики ниже приведены технические характеристики грохота (табл. 1) и описание его конструкции.

Грохот МВГ2.0 (рис. 1, рис. 2) состоит из короба 1, который посредством опор 2 через виброизоляторы 3 установлен на раме 4. На коробе закреплены вибровозбудители колебаний 5 и восемь частотных преобразователей механических колебаний 6.

В коробе на осях 7 преобразователей 6 закреплены ударники 8 и упругое сито 9 с крупной ячейкой, установленное с натяжением в направлении продольной оси грохота, с зазором или в контакте с ударниками 8. Сито 9 изготавливается из металлической сетки с ячейкой до 20 мм или из транспортерной ленты толщиной 10 - 12 мм с просечными отверстиями заданного размера. Необходимая упругость сита 9 обеспечивается за счёт системы натяжения 10 с амортизаторами 11.

Таблица 1 – Технические характеристики грохота МВГ2.0

Наименование параметров, единицы измерений	Значение
Частота вынужденных колебаний корпуса, Гц	25
Количество электромеханических вибраторов, тип ИВ-25-25, производство ОАО «Ярославский завод Красный маяк», Россия	2
Мощность мотор вибратора, кВт	2,3
Частота тока, Гц	50
Номинальное напряжение, В	380
Номинальный ток, А	5
Максимальная вынуждающая сила мотор - вибратора, кН	25
Масса вибратора, кг	130
Класс изоляции, степень защиты	F, ГОСТ 14254-96
Соединение обмотки статора	Y
Условные размеры просеивающей поверхности, мм:	
- ширина	1000
- длина	2600
Активная площадь разделения, м ²	2,5
Производительность по исходному питанию при улавливании шламов из хвостов с Т/Ж = 3 г/л на ситах с ячейкой 100 мкм, м ³ /ч	75,0
Остаточная влага в надрешетном продукте, не более, %	17,0
Габаритные размеры грохота с рамой, мм:	
- длина	4030
- ширина	1820
- высота	2985
Масса грохота, кг	2800
Масса грохота с рамой, кг	4020
Максимальная вертикальная составляющая нагрузки грохота на основание, кН.	32,0
Максимальная статическая нагрузка грохота на основание, кН	27,5

При разделении сыпучих материалов по крупности частиц меньших размера ячейки сита 9, на сито с крупной ячейкой свободно без натяжения укладывается тонкое сито 12 с требуемой ячейкой (например, тканая металлическая сетка или тканые полимерные сита), которое при помощи прижимных планок 13 закрепляется в корпусе 1. В этом случае сито 9 является опорным для тонкого сита 12. Закрепление тонкого сита без натяжения позволяет избежать растягивающих напряжений в его проволоках (лесках) и увеличить долговечность тонкого сита. Между тонким и опорным ситом может укладываться защитное сито (не показано), изготовленное из полиамидной сетки с крупной ячейкой, что повышает долговечность тонкого сита. Ситовая поверхность для разделения расположена под углом 10° к горизонту при нулевом угле наклона корпуса 1 грохота. Уменьшение или увеличение угла наклона грохота к горизонту в диапазоне до 5° осуществляется при помощи специальных проставок в опорах 2 грохота (не показано).

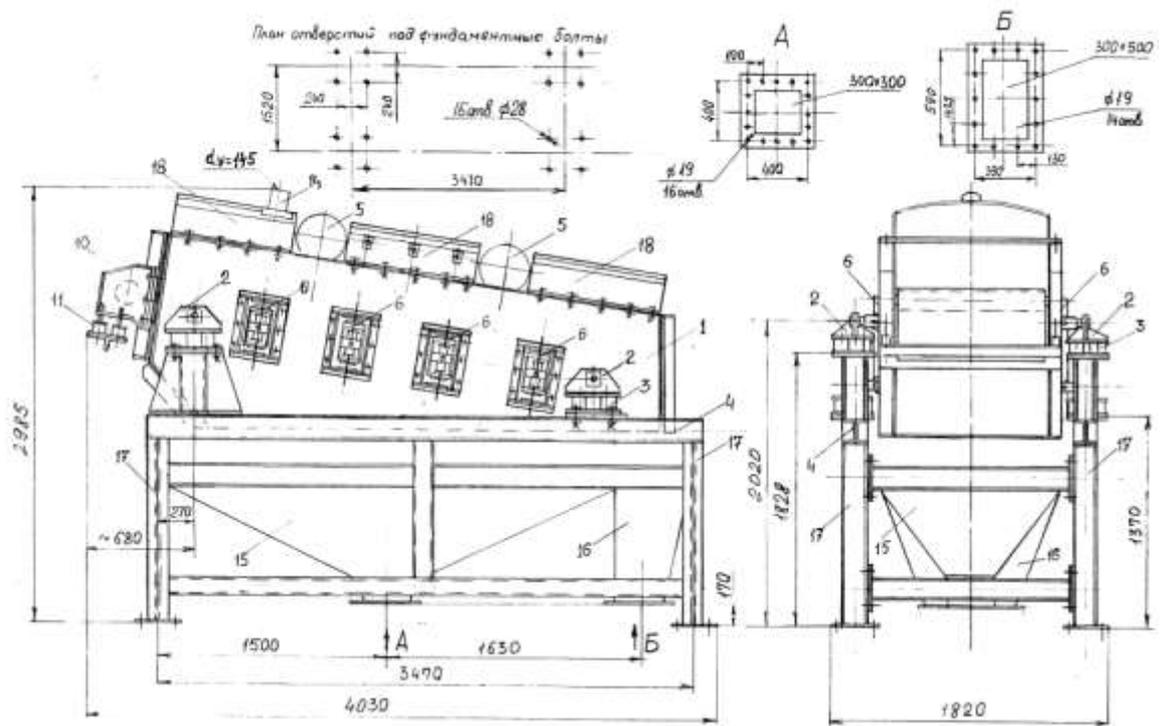


Рис. 1 – Грохот МВГ2.0 на раме

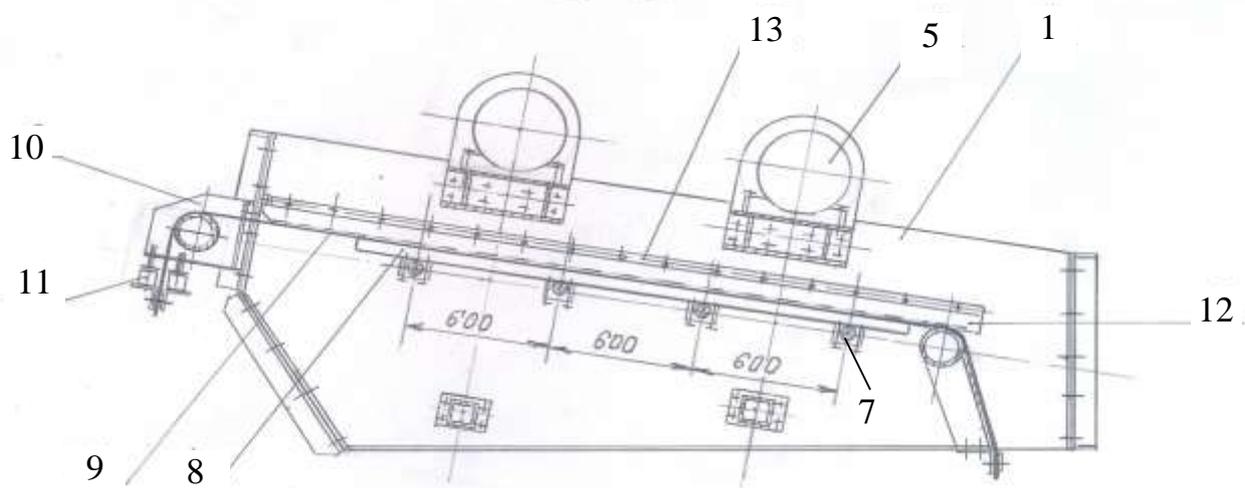


Рис. 2 – Продольное сечение грохота

Подача исходной пульпы в грохот осуществляется через патрубок 14, выгрузка продуктов разделения из грохота производится в приемные воронки 15 подрешетного и 16 надрешетного продуктов. Приемные воронки 15 и 16 закреплены на раме 4 грохота, которая на четырех стойках 17 установлена на неподвижное основание. Сверху короб грохота закрыт герметичными крышками 18 со смотровыми окнами для контроля процесса разделения. В крышке 18 установлены распределитель исходного питания по ширине сита грохота, патрубки, трубопроводы и брызгала для подачи дополнительной промывочной воды на ситовую поверхность грохота (не показано).

Регулирование параметров колебаний сит и сыпучей среды осуществляется при помощи изменения статического момента эксцентриковых масс вибровозбудителей 5 и параметров виброударных колебаний частотных преобразователей 6.

Грохот работает следующим образом. При включении вибровозбудителей 5 с противофазным вращением роторов, короб 1 начинает осуществлять моночастотные гармонические колебания, направленные в плоскости перпендикулярной плоскости ситовой поверхности грохота, которые в частотных преобразователях 6 преобразуются в поличастотные, при этом усиливаются и передаются на ударники 8, сита 9, 12 и сыпучей среде на ситовой поверхности. Исходный продукт для разделения, подается на ситовую поверхность через патрубок 15, распределитель питания и под действием поличастотных колебаний и наклона сит перемещается по ситам и при этом разделяется по крупности и обезвоживается. Надрешетный продукт в результате наклона и вибраций ситовой поверхности транспортируется по ситам и разгружается из грохота в приемную воронку 16. Частицы прошедшие вместе с жидкостью через отверстия сит 12 и 9 выгружаются в приемную воронку 15.

В частотных преобразователях 6 моночастотные колебания, возбуждаемые вибровозбудителями 4, преобразуются в широкополосные колебания сит и сыпучей среды в диапазонах от несколько Гц до кГц. При этом в колеблющейся системе грохота на резонансных частотах происходит резонансное усиление колебаний с амплитудами ускорений сит и сыпучей среды в тысячи м/с^2 , что способствует интенсивной сегрегации частиц в слое сыпучей среды, разрушению связей между частицами, частицами и поверхностью сит, высвобождению частиц застрявших в ячейках сита и их прохождению через ячейки сита. Все это повышает эффективность разделения сыпучих сред на просеивающих поверхностях, совершающих широкополосные колебания, особенно тонкодисперсных частиц, которые невозможно эффективно разделять по крупности на ситовых поверхностях типовых вибрационных грохотов в связи с увеличением влияния сил поверхностного взаимодействия при увеличении удельной свободной поверхности таких частиц.

Частотные преобразователи 6 - это надежная упруго-механическая виброударная система, не требующая дополнительных источников энергии для преобразования частот и усиления колебаний сит и сыпучей среды. Управление частотного спектра преобразования колебаний осуществляется простым регулированием параметров виброударных колебаний преобразователей. При этом широкополосные резонансные колебания с ускорениями в тысячи м/с^2 реализуются только на ситах и в сыпучей среде, а короб грохота и вибровозбудители совершают колебания с ускорениями ниже ускорения свободного падения. Благодаря этому обеспечивается более надёжная работа вибрационного грохота, снижаются потери мощности в подшипниках дебалансных масс и шум вибровозбудителя, повышается безопасность его работы и, передаются минимальные нагрузки на основание.

Резонансные колебания в динамической системе поличастотного грохота

при возбуждении широкополосных вибраций являются устойчивыми к изменению в широком диапазоне параметров системы, поскольку в ней возникает эффект самовозбуждающихся резонансных колебаний. Перераспределение частот резонансных колебаний системы вследствие, например, изменения массы среды на сите грохота не приведёт к выходу её из резонансных режимов, поскольку благодаря широкому непрерывному частотному спектру возбуждения, резонансные частоты всегда будут совпадать с частотами возбуждения.

Такой характер вибрационного воздействия обеспечивает абсолютные преимущества вибрационных грохотов с широкополосным возбуждением просеивающих поверхностей над типовыми вибрационными грохотами при классификации любых сыпучих материалов, даже таких, которые невозможно эффективно разделять по крупности на колеблющихся ситовых поверхностях (тонкие классы крупности, повышенной влажности, с вязкими включениями и т. д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бэкман И.Н. Уран. Учебное пособие / И.Н. Бэкман / - М.:МГУ, 2009. - 300 с.
2. Ляшенко В.И. Природо- и ресурсосберегающие технологии и технические средства для подземной разработки урановых месторождений / В.И. Ляшенко // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. 2003. № 4. С. 128– 133.
3. Франчук В.П. Динамика грохота с двухприводным инерционным вибровозбудителем / В.П. Франчук, В.З. Дятчин // *Збагачення корисних копалин: Наук.-техн. зб.* 2003. Вип. № 17(58). С.51– 58.
4. Шевченко Г.А. Исследования процесса разделения частиц различной плотности в слое горной массы на решетке, совершающем колебания в водной среде / Г.А. Шевченко, В.Г. Шевченко // *Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць*. – Дніпропетровськ, 2005. - Вип. 60 – С. 168 – 183.
5. Шевченко Г.А. Поличастотные грохоты для разделения тонких сыпучих материалов / Г.А. Шевченко, В.Г. Шевченко, А.Р. Кадыров / *Збагачення корисних копалин*. – Дніпропетровськ: НГУ, 2009. – Вип. 38 (79). – С. 44 – 50.
5. Пат. 45544 Украина, МПК В07В 1/42. Привод поличастотного грохота / Булат А.Ф., Шевченко Г.А., Шевченко В.Г. - № u200906845; заявл. 30.06.09; опубл. 10.11.09, Бюл. №21. – 2с.
7. Булат А.Ф. Влияние поличастотных колебаний просеивающих поверхностей вибрационных грохотов на разделение сыпучих материалов / А.Ф. Булат, Г.А. Шевченко // *Науковий вісник Національного гірничого університету*. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 4. – С. 92 – 97.
8. Шевченко Г.А. Обоснование параметров колебаний сит поличастотных вибрационных грохотов / Г.А. Шевченко, А.А. Бобылёв, М.А. Ишук // *Науковий вісник Національного гірничого університету*. – Дніпропетровськ, 2010. – Вип. 5. – С. 64 – 71.
9. Бобылёв А.А. Вычислительные алгоритмы моделирования и анализа нелинейных колебаний систем с односторонними связями / А.А. Бобылёв, Г.А. Шевченко, М.А. Ишук // *Математичні проблеми технічної механіки* – 2010 - Матеріалі міжнародної наукової конференції. - Дніпродзержинськ, 2010. – С. 115.

Д-р техн. наук В. П. Куринной
(ГВУЗ «НГУ»),
канд. техн. наук В. А. Никифорова
(ИГТМ НАН Украины)

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ К ИССЛЕДОВАНИЮ ВЗРЫВНОГО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Проаналізовано різні теоретичні моделі для дослідження процесів руйнування гірських порід вибухом.

THEORETICAL MODELS TO RESEARCH EXPLOSIVE DESTRUCTION OF MINING ROCKS

Different theoretical models for research of processes of destruction of mining rocks by the explosion are analysed.

Взрывное разрушение – быстропротекающий процесс разделения твердой среды на отдельные под действием взрыва. В результате взрывного разрушения за счет высокой скорости приложения нагрузки и деформирования среды образуется множество трещин, в отличие от статического разрушения, для которого характерно образование единичных трещин [1].

Действие взрыва в твердых телах представляет собой весьма сложное явление, включающее в себя разнообразные физические процессы, такие, как детонация взрывчатых веществ, распространение ударных волн, разрушение и неустановившееся движение среды. Для изучения этих процессов привлекаются достижения математики, физики и механики сплошных сред. Однако для взрывного дела, как раздела техники, требуются инженерные расчеты максимальной простоты, допускающие в то же время возможность достаточно широких эмпирических вариаций [2].

При построении моделей взрывного разрушения необходимо на основании качественного анализа рассматриваемого явления сложный процесс расчленить на отдельные предельно простые «блоки», учитывающие только основные черты явления. Неосновные черты явления можно учитывать как поправки к полученным решениям на основе опытных данных.

Общеизвестно, что неоднородность структуры присуща практически всем горным породам. Это вызвано, прежде всего, многокомпонентностью горных пород, а также наличием дефектов в структуре, максимальный размер которых сравним с размерами исследуемого образца горной породы. М. А. Садовский со своими сотрудниками в работах [3–5] убедительно доказывают, что неоднородность, присущая горным породам, упорядоченная, что во всех структурных отдельностях, существующих в горных породах, а также в гранулометрическом составе разрушенных горных пород наблюдается группирование отдельностей определенных размеров вокруг отдельностей с преимущественными размерами. В результате выполненных исследований авторами сделан вывод, что всем твердым материалам присуще общее свойство, состоящее в том, что при разделении их на части, а также при объединении отдельных частиц, распределение