

СЕКЦИЯ ГЕОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 608

СОЗДАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ОБОГАЩЕНИЮ РУД ЦВЕТНЫХ И ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОЦЕССА КАВИТАЦИИ

Абдуллин Самат Рашитович

Общеобразовательная школа-интернат IT-лицей
ФГАОУ ВО Казанский Приволжский федеральный университет

Аннотация: в статье рассматривается новое технологическое решение обогащения руд черных и цветных металлов, а также возможность утилизации хранилищ отходов горнодобывающей, обогатительной и металлургической промышленности с применением кавитационной машины. Особо отражена экологическая проблема, возникшая в результате скопления на территории Российской Федерации огромного количества отходов обогатительной промышленности и необходимость срочного решения данной проблемы.

Ключевые слова: кавитация, кавитационная машина, флотация, руда, обогащение руд, шлак, хвосты.

CREATION OF AN ENTERPRISE FOR THE ENRICHMENT OF NON-FERROUS AND FERROUS METAL ORES USING THE CAVITATION PROCESS

Abdullin Samat Rashitovich

Abstract: the article discusses a new technological solution for processing ferrous and non-ferrous metal ores, as well as the possibility of recycling waste storage facilities in the mining, processing and metallurgical industries using a cavitation machine. Specifically cover environmental problem resulting from the accumulation in the Russian Federation huge amounts of waste and processing industry and the need for an urgent solution to this problem.

Key words: cavitation, cavitation machine, flotation, ore, ore dressing, slag, tailings.

Черные и цветные металлы, как полезные ископаемые, входят в состав земной коры в виде руды. Большая часть руд в естественном состоянии не пригодна для непосредственного металлургического передела. При добыче железной руды вследствие низкого содержания железа и высокого пустой породы при плавке получается большое количество шлака, требующего повышенного расхода топлива. Повышение концентрации железа в рудах даст существенный экономический эффект.

Авторским коллективом разработана технологическая цепочка по обогащению руд черных и цветных металлов, основанная на принципе Кавитации.

Термин "Кавитация" происходит от латинского *Cavitas* (впадина, углубление, полость). «Кавитация — это процесс образования в жидкости полостей (кавитационных пузырьков или каверн), заполненных газом, паром или их смесью, возникает в результате местного понижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении ее скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении акустической волны большой интенсивности во время полупериода разрежения (акустическая кавитация). При повышении скорости потока относительно тела давление потока понижается до давления насыщенных паров (вакуума). При этом жидкость как бы «вскипает» за счет образования парогазовых пузырьков микроскопических размеров. Перемещаясь с потоком в область с более высоким давлением или во время полупериода сжатия, кавитационный пузырек захлопывается, излучая при этом ударную волну. Из-за большого количества кавитационных пузырьков захлопывание происходит много тысяч раз в секунду. Резкое (внезапное) исчезновение кавитационных пузырьков приводит к образованию гидравлических ударов, и как следствие к созданию волны сжатия и растяжения в жидкости с ультразвуковой частотой. Если ударная волна встречает на своем пути препятствие, то она разрушает его поверхность» [1].

Влияние кавитации на технологические процессы в области переработки минерального сырья является довольно перспективным направлением и привлекает как молодых, так и маститых специалистов, чему посвящено большое количество научных исследований и публикаций.

Важным и открытым вопросом для исследования и использования данной технологии в реальном секторе являются физические способы инициирования кавитационных процессов.

На сегодня известны три основных метода:

1) Вспенивание жидкости за счет пропускания газа высокого давления.

2) Получение кавитационного фронта в ультразвуковой волне.

3) Получение кавитационного фронта в ударной волне, возникающей в жидкости в результате электрического высоковольтного разряда.

Если удержание микрочастиц на поверхности микропузырьков за счет химических связей на сегодня хорошо изучено, то эффективные методы создания кавитации и способы управления этим процессом представляют значительный научный и практический интерес.

Например, успешное сочетание разных методов в одном технологическом цикле позволит увеличить эффективность разделения необходимых компонентов до 2-3%, что сопоставимо с содержанием нужных минералов в отвалных породах.

Важно, что поиск этих методов может вестись небольшими научными и студенческими коллективами в формате лабораторных физических установок. Это существенно влияет на стоимость исследования и внедрения технологии.

Ярким примером является работа, проведенная в Томском политехническом университете группой исследователей [2].

Сегодня одним из основных способов обогащения руд является Пенная Флотация. Этот способ основан на способности одних частиц – гидрофильных - легко смачиваться жидкостью и отделяться от других частиц – гидрофобных. В установках через смесь руды в воде пропускаются маленькие пузырьки воздуха, которые всплывают на поверхность и собираются с нее. Помимо воды, в качестве флотационной жидкости могут использоваться другие вещества.

При более углубленном изучении процесса пенной флотации становится понятно, что, по сути, процесс пенной флотации схож с кавитационным.

Опираясь на данный физический процесс, была разработана технологическая линия обогащения руд для небольших предприятий с применением кавитационной машины.

Производственная схема (Рис.1) рассчитана на принципах максимально простого, но в то же время максимально эффективного и экологически чистого построения производственной цепочки.

Руда доставляется на склад, затем в бункер, откуда по транспортеру направляется в шаровую мельницу мокрого помола для измельчения в однородную массу.

Измельченное сырье поступает в кавитационную машину для разделения на концентрат черных металлов, концентрат цветных металлов и песок. При необходимости получения более обогащенного концентрата его можно повторно пропустить через кавитационную машину.

В дальнейшем обогащенные концентраты проходят через декантер для обезвоживания материалов и сушильный барабан.

Вода, выделяемая из сырья в процессе обезвоживания и сушки, возвращается в промежуточную емкость для хранения технологической воды, для дальнейшей подачи в технологическую цепочку.

Технологическая линия довольно проста, требует значительно меньше места для размещения, чем имеющиеся сегодня обогатительные фабрики.

Предлагаемая линия имеет свои технические особенности и отличия от действующих обогатительных фабрик, применяющих иные технологии. Технологическая цепочка, основанная на применении кавитационной машины:

- делит руду на 3 сегмента: концентрат черных металлов, концентрат цветных металлов и песок, который востребован в сфере строительства;
- в процессе кавитации раздел сырья на товары происходит сразу, за 1 проход сырья через кавитационную машину, что снижает затраты на обогащение;
- имеет меньшую стоимость, чем имеющиеся технологии;
- обеспечивает корректную и адекватную производительность, низкую энергоемкость и безопасность;
- не предусматривается применение каких-либо химических и прочих реагентов, отрицательно влияющих на экологическую безопасность;
- все оборудование производится в России;
- может не только обогащать рудное сырье, но и способна перерабатывать отходы горнодобывающей промышленности (хвосты),

Последний факт - возможность использования данной технологической линии в процессе переработки отходов горнодобывающей (отвалы), обогатительной (хвосты) и металлургической (шлаки) промышленности - нужно выделить особо.

«Техногенные минеральные образования – скопления минеральных веществ на поверхности Земли или в горных выработках, образовавшиеся в результате отделения их от природного массива и складирования в виде отходов горного, обогатительного и металлургического производств.» [3].

При этом в результате отсутствия в 20 веке экономически выгодных способов утилизации данных отходов, а также отсутствия должного внимания на созданную и все более возрастающую экологическую проблему, данные отходы как возможное сырье для дальнейшего передела просто не рассматривались. Они складировались открытым способом, зачастую вблизи населенных пунктов, разрушая экологическую составляющую.

Нужно выделить основные факторы загрязнения окружающей среды через воздействие на техногенные минеральные образования.

Постоянно действующие внешние факторы: температуры, атмосферные осадки, ветра, изменение температур.

Внутренние факторы: химический состав, минералогический состав, водопроницаемость (способность прохождения влаги через отвалы).

Воздействие данных факторов на техногенные минеральные образования приводит к серьезным экологическим проблемам. В результате попадания минеральных частиц в почву и их взаимодействия с почвенными водами происходит переход частиц в экологически опасные элементы в подвижных почвах: стронций, фтор, тяжелые металлы. В результате внешнего воздействия образуется минеральная пыль. Как результат - воздействие на здоровье населения, проживающего в районах расположения хранилищ отходов. Яркий пример такого воздействия – г.Карабаш Челябинской области. За 100 лет добычи меди выжжена и засыпана шлаком огромная территория вокруг города.

«При разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом на земной поверхности формируются отвалы вскрышных пород, занимающие огромные земельные площади. Добытое сырье, как правило, поступает на обогатительные фабрики, в результате чего образуя отходы обогатительной фабрики, размещенные в хвостохранилищах. Только в России накоплено свыше 45 млрд.т. отходов различного класса опасности. В последние годы восстановление сырьевых ресурсов из горнопромышленных отходов и их комплексное использование является вопросом государственной важности. Поэтому, «Воспроизводство и использование природных ресурсов» и «Охрана окружающей среды» являются долгосрочной программой РФ, принятой Минприроды России. Сущность их заключается в дополнительных мерах по повышению эффективности использования минерально-сырьевых ресурсов в народном хозяйстве, одной из задач которого является утилизация отходов горно-металлургического производства, а также разработка и осуществление мероприятий, обеспечивающих существенное снижение потерь и повышение

уровня извлечения полезных ископаемых и компонентов при добыче и переработке сырья» [4].

Хвостохранилища — это скопления отходов горноперерабатывающей промышленности, отходы обогащения полезных ископаемых. Объем находящегося в них материала огромен. Для примера : на Магнитогорском ГОКе, обеспечивающем работу гиганта российской металлургии — Магнитогорский металлургический комбинат, накоплено более 147 млн.т. отходов в хвостах, а в хвостохранилищах ГОКов Курской магнитной аномалии лежит более 700 млн.т отходов обогащения железистых кварцитов. Безусловно, это огромные цифры.

Подобная ситуация складывается и с отходами металлургической промышленности — шлаками, в которых, по разным оценкам, может находиться от 1 до 10 процентов металлов и полезных ископаемых.

Отвалы горнодобывающей, хвосты обогатительной, шлаки металлургической промышленности — это перспективная сырьевая база для добычи обогащенных руд для металлургии. Конечно, содержание и запасы полезных ископаемых в них не так огромны по сравнению с добытой рудой. И сегодня практически отсутствуют экономически эффективные технологии по их дальнейшему переделу. Как вариант решения возникшей проблемы предлагается использовать технологию обогащения руд, предлагаемую автором. Учитывая ее особенности — низкая стоимость, малая энергоемкость; безотходность производства; возможность полного разделения сырья на составляющие — черно металлические элементы, цветные металлы и песок, - что фактически запускает процесс рециклинга отходов с переделом их в товарную массу; высокая экологичность — можно предположить, что технология обогащения руд с помощью кавитационных процессов будет одним из вариантов решения проблемы отходов горнодобывающей, обогатительной и металлургической промышленности.

Учитывая, что технологическая линия основана на применении мокрых процессов, а также указанные выше особенности, предлагаемая к рассмотрению технология может располагаться как в непосредственной близости с местом добычи руд, что сократит затраты на транспортировку пустой породы, так и непосредственно с поселениями, т.к. предлагаемая технология предполагает использование экологичного оборудования, без выбросов вредных веществ в воздух, почву, воду, что соответствует п. 6. «Гидрошахты и обогатительные фабрики с мокрым процессом обогащения»

Класса III «санитарно-защитная зона 300 м» Раздела 4.1.3. «Добыча руд и нерудных ископаемых» Санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200—03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов».

Предполагаемое расположение предприятия не нанесет ущерб водным ресурсам, природоохранным зонам. Индустриально-городская экосистема так же не будет подвержена экологическим изменениям в сторону ухудшения.



**Рис. 1. Схема комплекса технологическая принципиальная
(предварительный проект)**

Список литературы

1. Влияние кавитации на технологические свойства рудного и нерудного минерального сырья / УДК 532.528:549.12 /А. Р. Макавецкас, Т. В. Башлыкова, Г. А. Пахомова, В. И. Филиппов (МИСиС, г. Москва), Н. М. Лебедев (директор ООО «Александра-Плюс», г. Вологда) В работе принимали участие инженер М. В. Проскуряков, студенты М. Ф. Простакишин, Е. А. Аширбаева, А. А. Дунаева // Цветные металлы. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал, № 3, март 2007 г.

2. Труды конференции: Prospects of Enrichment of Mineral Raw Materials and Chemical Activation of Water Suspensions by Electroexplosive Method <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/671/1/012009/pdf>

3. Азарова, С. В. Комплексное использование техногенных минеральных образований / С. В. Азарова, Е. В. Перегудина, В. С. Бучельников. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 11 (91). — С. 530-532. — URL: <https://moluch.ru/archive/91/19627>.

4. Аргимбаев, К. Р. Промышленные отходы горного производства и их использование на примере Лебединского ГОКа / К. Р. Аргимбаев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2011. — № 6 (29). — Т. 1. — С. 12-15. — URL: <https://moluch.ru/archive/29/3312>.

© С.Р. Абдуллин, 2020