

Performance capability and efficiency of the created algorithm of consecutive parametric optimization and its the software are proved convincingly on numerous examples of improvement of designs of housings of blooming mills, of continuous - billet and sheet hot and cold rolling mills, of universal joints and rods of various designs, of typical carrier details and of designs mining, drilling and other equipment of heavy mechanical engineering [1, 2].

REFERENCES

1. Poliakov B.N. and et.al., *The load capacity, carrier capacity and durability of the rolling equipment. M. Metallurgy, 1990, 320 (in Eng).*
2. Poliakov B.N., *Increase quality of the technologies and longevity of the equipment the rolling mills. Part 1. Ekaterinburg. Publishers Sverdlovsk engineering-pedagogical institute, 1993, 208 (in Eng).*

УДК 662.7

**Ю.М. ФЕДОРЧУК¹, А.А. ВОЛКОВ¹,
Б.В. ШАХНЕВИЧ¹, М.А. САДЕНОВА²**

¹Томский политехнический университет, г. Томск, Россия,

²Восточно-Казахстанский государственный университет
имени С. Аманжолова, г. Усть-Каменогорск, Казахстан

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ФТОРАНГИДРИТА

Переработка твердого отхода фтороводородного производства – фторангидрита требует проведения измельчения высокоинтенсивным способом. Наиболее эффективный тонкий помол (менее 100 мкм) обеспечивают вибрационные мельницы. В работе определен ряд технологических параметров измельчения (производительность мельницы, дисперсность материала, режим виброизмельчения, удельное энергопотребление).

Ключевые слова: фторангидрит, виброизмельчение, мельница, дисперсность, помол, фракция.

ФТОРАНГИДРИТ ВИБРОҰСАҚТАЛУЫНЫҢ КЕЙБІР ПАРАМЕТРЛЕРІН АНЫҚТАУ

Фторангидриттің фторсутекті өндірісінің қатты қалдығын өңдеу жоғары қарқынменді тәсілмен ұсақтауды талап етеді. Ең тиімді ұнтақтау (100 мкм) вибрациялық диірмендерді қамтамасыз етеді. Жұмыста ұсақтаудың бірқатар технологиялық параметрлері (диірменнің өнімділігі, материалдың бөлшектілік деңгейі, виброұсақтау режимі, энергиятұтынушылықтың үлесі) анықталған.

Түйін сөздер: фторангидрит, виброұсақтау, диірмен, бөлшектілік, ұнтақтау,

фракция.

THE DEFINITION OF THE SEVERAL PARAMETERS OF VIBRATION-MEASURING FLUORINE ANHYDRATE

Processing of hard wastes of hydrogen fluoride production of fluorine anhydrate demands the pounding by the high-intensive way. The most effective high milling (less than 100 microns) is provided by vibration mills, a number of technological parameters of pounding (mill productivity, dispersion of material, the vibro-pounding mode, specific energy consumption) is determined in the work.

Keywords: fluorine anhydrate, vibro-pounding, mill, dispersion, pounding, fraction.

Отечественная промышленность выпускает тысячи наименований разнообразной продукции, при этом в производство вовлекается исходное сырье, многократно превышающее количество выпускаемых готовых изделий с одновременным образованием на разных стадиях технологического процесса отходов. К отходам производства традиционно относят все остатки данного производства, имеющие потребительскую ценность и перспективу использования в материальном производстве после дополнительных технологических операций. Побочными считаются продукты, полученные попутно, которые также могут стать готовой продукцией после соответствующей обработки либо представляют ценность как сырье для переработки. Попутнодобываемые породы и отходы промышленной переработки рудных полезных ископаемых наиболее широко применяют в строительной индустрии, хотя они отличаются по генезису, минеральному составу, структуре и текстуре от традиционно применяемых при производстве строительных материалов.

Отходы угледобычи и углеобогащения образуются на углеобогащительных фабриках. Гипсовые отходы химической промышленности – продукты, содержащие сульфат кальция в той или иной форме. Научные исследования показали полноценную заменимость традиционного гипсового сырья отходами химической промышленности. Фосфогипс – отход при производстве фосфорных удобрений из апатитов и фосфоритов. Он представляет собой $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ с примесями неразложившегося апатита (или фосфорита) и неотмытой фосфорной кислоты. Фторгипс (фторангидрит) – побочный продукт при производстве фтористоводородной кислоты, безводного фтористого водорода, фтористых солей. По составу это CaSO_4 с примесями исходного неразложившегося флюорита. Он может содержать также неотмытую серную кислоту. Титаногипс – отход при сернокислотном разложении титансодержащих руд. Борогипс – отход производства борной кислоты. Сульфогипс получается при улавливании серного ангидрида из дымовых газов ТЭС.

В металлургии бериллия, образующиеся твердые отходы, в частности фторангидрит – твердый отход фтороводородного производства, имеют

различный гранулометрический состав. Последующая утилизация данных техногенных отходов требует проведения таких операций как дозировка, активация и некоторых других, поэтому возникает необходимость в процессе измельчения высокоинтенсивным способом. Применение качественного мельничного оборудования обеспечивает тонкий помол исходного материала, позволяет достичь высоких показателей чистоты и однородности конечного продукта.

Одним из важных технологических процессов, совершенствование которого требует сегодня особого внимания, является процесс тонкого измельчения. В современном производстве практически нет технологий, которые не предполагали бы применение измельчения материалов, остающегося по-прежнему наиболее энергоемким процессом. Технологические и химические свойства получаемых порошков определяются такими характеристиками, как размер и форма частиц, наличие примесей, дефектность кристаллической структуры. В связи с этим, большое значение имеют процессы механического измельчения порошков. Размол может осуществляться в вихревых и шаровых мельницах, которые обладают высокой производительностью, но и не лишены существенных недостатков. Они дают большое количество примесей от намола материала корпуса и мелющих тел, в вихревых мельницах не всегда удается получить материал ниже определенной величины крупности, а время работы шаровых мельниц может достигать до сотен часов. В сравнении с другими мелющими машинами применение вибромельниц обеспечивает: повышение производительности за счет сокращения времени помола; уменьшение расхода электроэнергии; уменьшение износа аппарата и мелющих тел; получение более чистого конечного продукта; достижение высокой тонины помола; использование мелющих тел из различных материалов.

Вибрационные мельницы наиболее эффективны при тонком измельчении материалов (менее 100 мкм), причем, чем тоньше требуется помол, тем выше эффективность этого способа измельчения.

Тонкое измельчение широко используется в черной и цветной металлургии, строительстве, пищевой, химической и лакокрасочной промышленности. Широкий спектр аппаратов-измельчителей включает шаровые, вибрационные, планетарные, струйные, ударно-отражательные мельницы, дезинтеграторы и многое другое. Каждый из аппаратов имеет определенные условия измельчения (среда измельчения, своеобразие рабочих органов и их параметры), степень измельчения, технико-экономические показатели, что делает его пригодным для применения того или иного вида материала. Следовательно, необходимо осуществлять выбор аппарата, отвечающего требованиям к качеству исходного сырья и конечного продукта. Особый интерес представляют измельчительные

– брали навеску фторангидрита в количестве 100 г, неизменную по исходному гранулометрическому составу, помещали в камеру измельчения и на протяжении 5 минут осуществляли виброизмельчение при закрытом выгрузочном окне 7 (рисунок 1).

После измельчения на протяжении одинакового времени выгрузки из виброизмельчителя исследуемый материал каждого опыта подвергают ситовому анализу.

Результаты опытов показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты ситового анализа измельченного фторангидрита

№ п/п	Высота слоя шаров, см	Размер отверстий в ситах, мм						
		2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,08	<0,08
1	9	3,5	6,2	8,1	13,5	16,7	13,3	38,7
2	12	3,2	5,8	3,5	12,1	10,2	8,8	56,4
3	15	3,1	5,2	2,9	9,3	5,7	6,2	67,6
4	18	3,3	6,1	3,9	13,2	6,9	7,4	59,2

Как видно из таблицы 1 наиболее эффективным измельчением фторангидрита в нашем случае является высота слоя измельчающих тел, равная 15 см. В этом случае содержится максимальное количество измельченной фракции малой дисперсности, около 80% масс. менее 200 мкм. Сравнивая результаты удельного энергопотребления процесса измельчения фторангидрита в шаровой мельнице и виброизмельчителе было установлено, что при виброизмельчении энергопотребление составляет почти 0,1 удельного энергопотребления измельчения в шаровой мельнице.

Ранее специалистами федерального государственного учреждения «Центр Госсанэпиднадзора в Томской области» были проведены радиологические исследования техногенного ангидрита Сибирского химического комбината, результаты которого представлены в таблице 2.

Показано, что исследованный материал по содержанию природных радионуклидов относится к 1 классу строительных материалов ($A_{эфф} < 370$ Бк/кг) и может быть использован во всех видах строительства. Присутствие солей одновалентных металлов в составе техногенного ангидрита вызывает повышение прочности ангидритовых строительных изделий. Наличие серной кислоты во фторангидрите препятствует образованию кристаллогидрата – двуводного гипса, таким образом, замедляет процесс схватывания в получаемой строительной продукции.

Таблица 2 – Результаты радиологического исследования техногенного ангидрита

№ п/п	Наименование строительного материала	Удельная активность радионуклидов, Бк/кг				A _{эфф.} , Бк/кг
		Cs-137	Ra-226	Th-232	K-40	
1	Техногенный ангидрит	0,1712 ± 2,269	8,503± 8,318	3,12± 4,60	0,0± 35,24	12,59± 2,52
Норма по НД: - СП 2.6.1.758-99 НРБ-99 - ГОСТ 30108-94						<370 <370

Путем варьирования методов механической и химической активации исходной шихты возможно обеспечить значительное улучшение физико-технических свойств материала, в частности, сокращение сроков схватывания и повышение прочностных характеристик вяжущего (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние способа активации на свойства нейтрализованного техногенного ангидрита

Вид активации нейтрализованного техногенного ангидрита	Удельная поверхность, м ² /кг	Сроки схватывания, ч-мин		Предел прочности в возрасте 7 сут, МПа		рН
		начало	конец	при сжатии	при изгибе	
-	420	19-50	29-10	2,7	0,5	7
Механическая	600	11-12	16-15	8,1	1,8	7
Химическая	350	2-50	4-42	3,5	0,8	10
Механохимическая	600	1-16	3-09	9,6	2,0	10
Примечание – При химической и механохимической активации в качестве добавок-активаторов использован комплекс добавок: СаО – 10%, К ₂ SO ₄ – 1,0%.						

Рядом физико-химических методов исследования установлено, что ангидритовое вяжущее на основе техногенного ангидрита, нейтрализованного известняком и активатором твердения – негашеной известью в атмосферных условиях при взаимодействии с водой образует двуводный гипс. При взаимодействии с водой известь участвует в структурообразовании, играя роль центров кристаллизации и способствуя быстрому выводу из раствора образующегося гипса, что создает условия для растворения новых порций ангидрита, кроме того, частично под воздействием атмосферного воздуха карбонизируется (в поверхностных слоях) с образованием СаСО₃, что приводит

к дополнительному упрочнению материала [4].

Расчеты показывают, что комплексное использование сырья и техногенных продуктов дает возможность увеличить выпуск многих видов продукции на 25-30%, снизить ее себестоимость в 2-4 раза. Применение промышленных отходов позволяет на 10-30% снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья. Кроме того, из промышленных отходов можно создавать новые строительные материалы с высокими технико-экономическими показателями.

Выводы.

1. В результате опытов было установлено, что вертикальный виброизмельчитель показал производительность мельницы 1,2 кг/час или 0,375 т/м³* час, т.е. данный способ измельчения является более интенсивным практически на порядок по производительности в сравнении с традиционными шаровыми мельницами, у которых объемная производительность составляет 0,04 т/м³* час.

2. При использовании данного аппарата обеспечивается достижение дисперсности измельчаемого материала менее 40 мкм в непрерывном режиме виброизмельчения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сартаков А.В. Моделирование и интенсификация рабочих процессов вибрационных измельчителей: автореф. дисс. на соискание уч. ст. к.т.н. / А.В. Сартаков. – Томск, 2004.

2. Федорчук Ю.М. Результаты пуско-наладочных и технологических испытаний производства унификации ангидрита, получаемого из твердых отходов фтороводородного производства Сибирского химического комбината / Ю.М. Федорчук // Химическая промышленность. – 2004. – №3. – С. 113-115.

3. Федорчук Ю.М., Волков А.А. и др. Многокамерная мельница с мелющими элементами. Патент РФ на полезную модель №86119 от 27.08.2009 г.

4. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение / Ю.М. Федорчук. – Томск: Изд-во ТГУ, 2003. – 110 с.

REFERENCES

1. Sartakov A.V., *Modelirovanie i intensifikacija rabochih processov vibracionnyh izmel'chitelej. Avtoreferatdiss. na soiskanie uch. st. k.t.n. Tomsk, 2004 (in Russ).*

2. Fedorchuk Ju.M., *Rezultaty pusko naladochnyh i tehnologicheskikh ispytanij proizvodstva unifikacii angidrita, poluchaemogo iz tverdyh othodov fluorovodorodnogo proizvodstva Sibirskogo himicheskogo kombinata. Himicheskaja promyshlennost'. 2004, 3, 113, 115 (in Russ).*

3. Fedorchuk Ju.M., Volkov A.A. i dr., *Mnogokamernaja mel'nica s meljushhimi jelementami. Patent RF na poleznuju model' 86119 ot 27.08.2009 (in Russ).*

4. Fedorchuk Ju.M., *Tehnogennyj angidrit, ego svojstva, primenenie. Tomsk: Izd-vo TGU, 2003, 110 (in Russ).*