

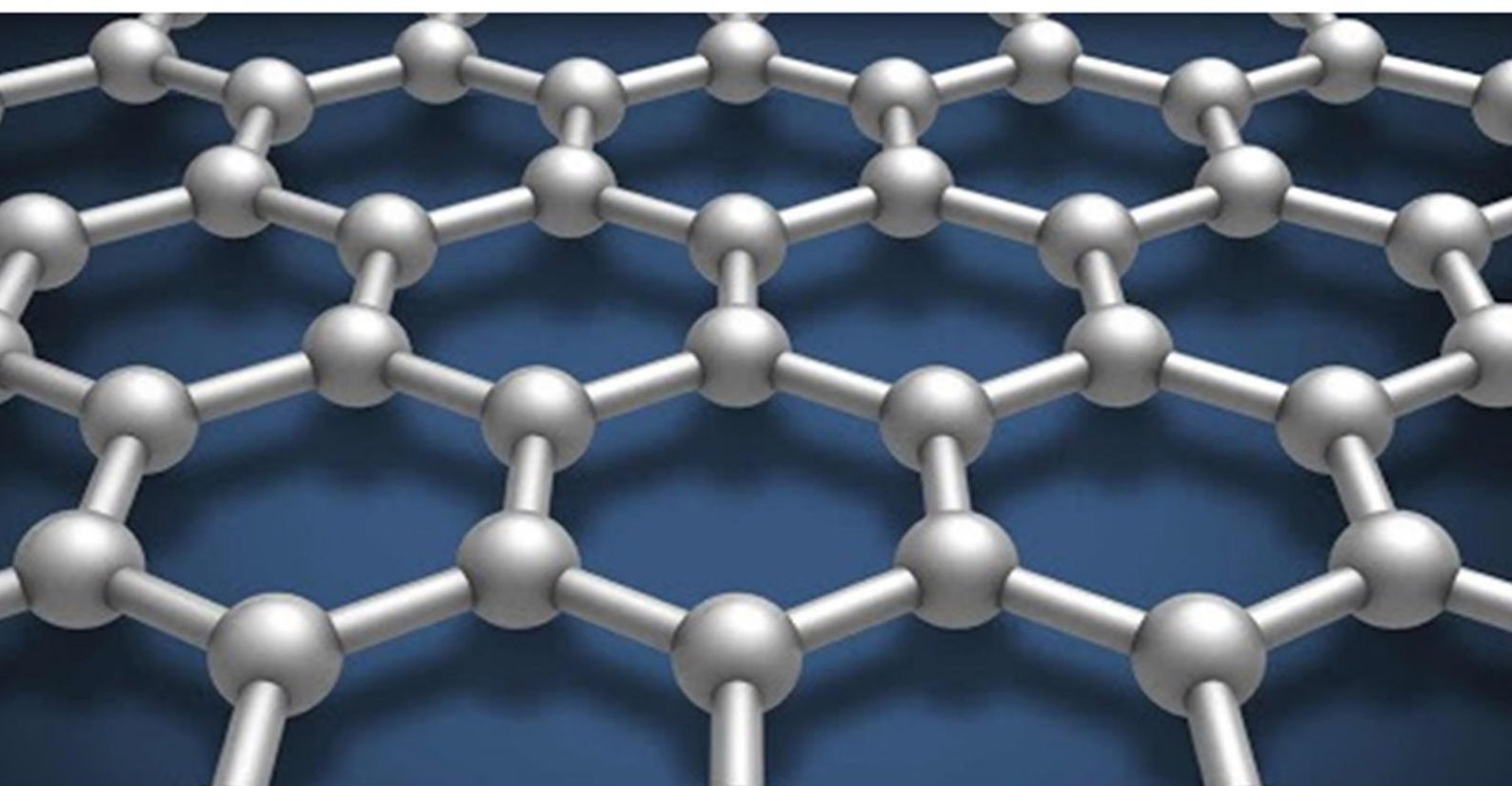
ISSN 2091-5527

№ 3/2026

O'zbekiston

Kompozitsion **M**ateriallar

Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali



Узбекский научно-технический и производственный журнал
Композиционные материалы

УДК:666.7.965.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ В ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Алимджанова Джонон Исмаиловна, Бабаханова Зебо Абдуллаевна

Ташкентский химико-технологический институт

Аннотация. В работе исследованы процессы помола керамической массы в шаровых мельницах для получения плиток для полов с применением новых видов мелющих тел, получены кинетические характеристики процесса помола в виде зависимости убывания верхнего класса частиц и удельной поверхности измельчаемого материала от продолжительности процесса.

Ключевые слова: керамическая масса, помол, шаровая мельница, мелющие тела, кинетика, энергозатраты.

Введение. Промышленность строительных материалов является одной из динамично развивающихся отраслей, в которой производство керамических плит различного назначения и научные исследования, направленные на расширение сырьевой базы и повышения качества продукции занимают одну из ведущих позиций [1-2]. Процесс измельчения сырьевых материалов является одной из самых ответственных и энергоемких стадий в керамической технологии и как правило, осуществляется в шаровых мельницах периодического действия. Многочисленные исследования, посвященные изучению типов мелющих тел позволили получить в полной мере достоверную картину о рациональном их подборе в каждом отдельном случае [2-3].

Материалы и методики. В ходе исследований применялись стандартные методы изучения процесса помола

керамических масс с определением таких физико-химических свойств шликерной массы после помола как влажность, удельная поверхность, плотность, степень измельчения и другие, а также метод изучения кинетики помола керамической массы в виде зависимости содержания верхнего класса частиц и их удельной поверхности от времени измельчения. [4-5].

Результаты и обсуждение. С целью повышения эффективности работы шаровых мельниц при помоле тонкокерамических масс для половых плит, нами были изучены возможности замены используемых в настоящее время фарфоровых мелющих тел высокоглиноземистыми. В таблице 1 приведены химические составы сырьевых материалов, используемых для получения керамической массы.

Таблица 1.**Химические составы сырьевых материалов для получения керамической массы**

Наименование сырья	Химический состав, в %								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	п.п.п.
Ангренский серый каолин необогащенный	66,00-75,00	18,00-23,00	2,00-3,00	1,00-1,50	0,10-0,20	0,10-0,20	0,70-1,10	0,20-0,50	10,00-14,00
Песок-порфирит Бекабадский	60,00-68,00	12,00-14,00	3,00-4,50	3,00-7,00	1,50-3,00	2,50-4,00	2,50-4,00	0,10-0,80	5,00-7,00
Полевощпатовый концентрат Лянгарский	70,00-77,00	11,00-15,00	0,40-0,60	2,00-3,00	0,10-0,20	3,00-4,00	3,50-4,70	0,10-0,25	0,15-0,40
Череп	68,99	16,65	1,31	3,67	1,32	4,71	2,23	-	0,76

Опыты проводились в лабораторной шаровой мельнице при различных соотношениях материал: мелющие тела: вода (М:Ш:В) с применением двух типов мелющих тел: фарфоровых и высокоглиноземистых. В мельницу загружалась керамическая масса, предварительно измельченная до крупности зерен 1-25 мм. В таблице 2 приведена основная характеристика мелющих тел.

Как видно из данных таблицы 2, свойства высокоглиноземистых мелющих тел заметно выше, у них прочностные показатели как твердость, плотность, истираемость и

механическая прочность при сжатии имеют более высокие значения, что в первую очередь связано с их химическим составом, в частности, с более высоким содержанием Al₂O₃.

На рис.1. представлена зависимость содержания верхнего класса частиц и их удельной поверхности от времени помола фарфоровыми мелющими телами при соотношении М:Ш:В, равном 1,0:1,5:1,0. При этом требуемая степень помола достигается через 9 часов помола, когда остаток на сите № 0056 составляет 0,6-1,0%.

Таблица 2.

Характеристика мелющих тел

№	Основные показатели	Мелющие тела	
		Фарфоровые	Глиноземистые
1.	Плотность, г/см ³	2,80 - 2,85	3,10-3,30
2.	Водопоглощение, %	менее 0,05	0,01
3.	Истираемость, %	0,18	0,10
4.	Содержание Al ₂ O ₃ на прокаленное вещество, %	менее 70%	не менее 73%
5.	Твердость по шкале Мооса	8,0	8,5
6.	Прочность при сжатии, МПа	200	250
7.	Цвет	белый	белый
8.	Размеры шаров, см	2,7х4,1	3,0х5,0
		2,8х4,2	2,0х4,0
		3,0х4,0	1,5х3,0
9.	Форма шаров	цилиндры	цилиндры

Замена фарфоровых мелющих тел на высокоглиноземистые (рис.2) заметно влияет на ход процесса помола массы. При этом на кривой кинетики помола появляются признаки интенсификации процесса. Если при использовании фарфоровых шаров через 5 ч. помола остаток на сите составляет 2,1 %, то использование высокоглиноземистых шаров снижает этот показатель до 1,15 %, то есть, степень помола повышается в 2 раза. При этом остаток на сите № 0056 становится равным значению, полученному через 8 ч. помола фарфоровыми мелющими телами. Процесс помола высокоглиноземистыми мелющими телами даже при соотношении М:Ш:В 1,0:1,3:1,0 носит более интенсивный характер, чем при использовании фарфоровых шаров. Степень помола здесь достигает достаточно высоких показателей уже после 5 ч. помола (1,5-1,6 %), а полное прохождение через контрольное сито № 0056 наблюдается уже после 6-7 ч. помола.

Уместно отметить, что характер зависимости степени помола массы от времени измельчения для случая использования высокоглиноземистых шаров при различных соотношениях материала и шаров практически одинаковый. Полученные результаты дают возможность сделать вывод о том, что при использовании высокоглиноземистых шаров вполне достаточным становится соотношение М:Ш:В равное 1,0:1,3:1,0. Это не повлияет на результаты процесса помола, но позволит не только уменьшить расход мелющих тел на одну треть, но и сократить время общего помола от 8-12 ч. до 6-7 ч.

Ход кривых на всех представленных рисунках свидетельствуют о том, что интенсивный помол керамической массы, происходит во всех трех случаях в первые три часа измельчения, далее наблюдается последовательное замедление процесса.

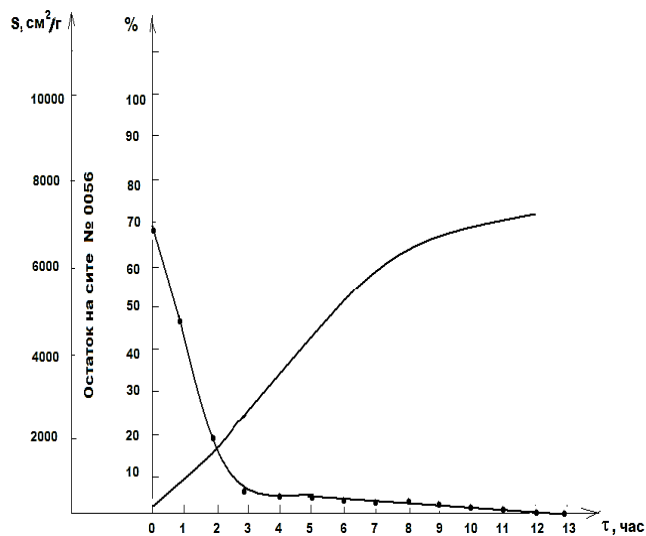


Рис.1. Кинетика помола керамической массы с помощью фарфоровых мелющих тел при соотношении М:Ш:В 1,0:1,5:1,0.

По характеру зависимости содержание крупной фракции от продолжительности помола весь процесс помола можно условно разделить на три стадии. На первой стадии наблюдается быстрое снижение крупности материала, на второй этот процесс замедляется, а на третьей- наблюдается затухание процесса.

Скорость помола высокоглиноземистыми шарами заметно выше скорости помола фарфоровыми шарами. При этом, начальная крупность зерен керамической массы, соответствующая 0,05-2,5 мм, вполне достаточна для проведения процесса помола с достаточной эффективностью. Дальнейшее увеличение продолжительности помола после первой стадии процесса приводит к упрочнению частиц с уменьшением их размеров, что снижает интенсивность процесса помола. При этом также повышается сопротивляемость частиц к удару за счет возросшего числа контактов в порошке, в результате чего часть механической энергии мелющих тел расходуется на преодоление сил сцепления между частицами.

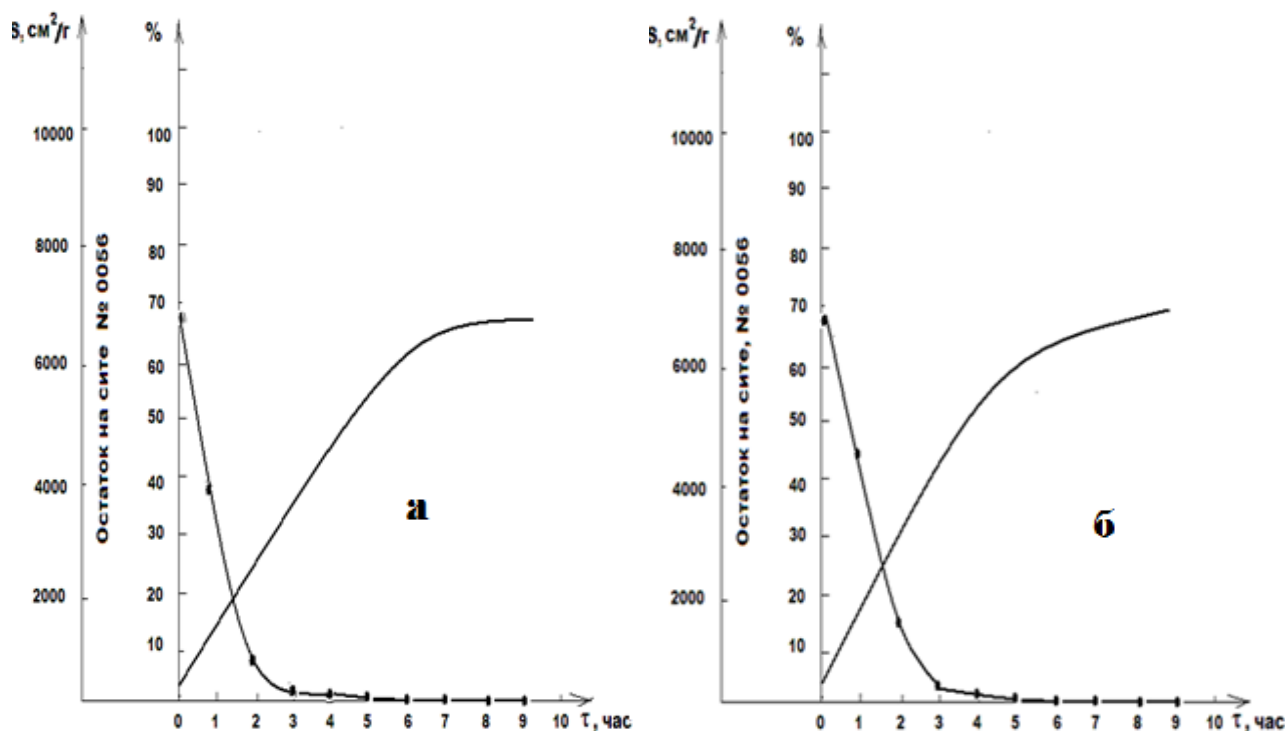


Рис.2. Кинетика помола керамической массы с помощью высокоглиноземистых мелющих тел при соотношении М:Ш:В 1,0:1,5:1,0 (а) и при соотношении М:Ш:В 1,0:1,3:1,0 (б).

К концу второй стадии для всех условий помола степень измельчения достигает требуемых значений. На третьей стадии кривые приближаются к горизонтальной линии, наступает равновесие между измельчением частиц и их агрегацией, поскольку тонкие частицы обладают повышенной склонности к слипанию. Характер процесса при этом хорошо описывается уравнением Товарова В.В. [5-6].

Выводы. Таким образом, использование высокоглиноземистых мелющих тел в процессе помола керамической массы позволит сократить

их расход до соотношения М:Ш:В 1,0:1,3:1,0 вместо 1,0:1,5:1,0 с фарфоровыми шарами и уменьшить время помола от 8-12 до 6-7 часов. При этом зависимость верхнего класса частиц при тонком помоле керамической массы с использованием как фарфоровых так и высокоглиноземистых мелющих тел от времени помола согласуется с уравнением Товарова В.В. Согласно выполненным расчетам, замена мелющих тел способствует росту производительности шаровых мельниц на 20 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.М Eminov, A. Jonon, O.R. Khvan, M.I. Huzhamberdiev. Zur Eignung usbekischer Alunite für baukeramische Massen. *Keramische Zeitschrift*. 2003. 55 (10), 800-803.
2. Семериков И.С., Н.А.Михайлов, Н.Н. Башкатов. Технология строительных керамических материалов. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008.236 с.
3. Дмитрак Ю.В., Шишканов К.А. К вопросу о численном моделировании взаимодействия мелющих тел в мельницах тонкого измельчения // Горный информационно-аналитический бюллетень / МГТУ. - 2010. - №12. -С. 309-312.
4. Лукин Е.С., Андрианов Н.Т. Технический анализ и контроль производства керамики. Москва. Стройиздат, 1986 г. 277 с.
5. Будников П.П., Полубояринов Д.Н. Химическая технология керамики и огнеупоров. М., Изд. Литературы по строительству., 1972 г.552 с.
6. Алимжанова Ж.И., Эминов А.М., Исмаев А.А., Ганиева М.М. Изучение кинетики помола фарфоровых камней Байнаксайского месторождения. Ж.: Композиционные материалы.2003. №3, стр. 13-15.

Джандуллаева М.С., Бекчанов Б.Б., Эркаев А.У., Кучаров Б.Х. Влияние режима термической обработки на физико-химические свойства серпентинита Султануиздагского месторождения	137
Бобокулова О.С., Зулярова Н.Ш., Самадий М.А., Тожиев Р.Р., Усманов И.И., Кенжаев М.Э. Кинетические характеристики процесса разложения доломита азотной кислотой	140
5. Методы исследования, приборов и оборудования композиционных материалов	
Утемуратов Б.М., Тўраев Т.Б., Алламбергенов А.Дж. Табиий газни қувур орқали ташишда иссиқлик алмашинув жараёنларини интенсивлаштириш ва қурилмани танлаш	144
Radjabov O.I., Muinova N.B., Azimova L.B., Filatova A.V., Turaev A.S. Kollagen va inulin kompozitsiyasini molekulyar modellashirilishda strukturaviy xususiyatlar	147
Alimov A.F., Qurbanova L.M., Eshmamatova N.B., Akbarov X.I., Kuronboyev D.P., Norqobilova Sh.D., Ismoilova D.F. Po'lat korroziyasida mahalliy xom ashyolar asosida olingan yashil ingibitorlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari	150
Orzikulov B.T., Xaydarova S.R. Poliakrilonitril asosida tarkibida sulfo guruh tutgan ion almashinuvchi materiallar sintezi	154
Алимджанова Дж.И., Бабаханова З.А. Оптимизация процесса измельчения керамической массы в шаровых мельницах	157
Axmedova M.F., Ubaydullayeva D.H. Trikotaj matolarining ko'p davrli cho'zilish deformatsiyasini aniqlashda sinov ko'rsatkichlarini optimallashtirish	160
Ergashev M.A., Qulmatov R.B. Markazdan qochma konsentratorda oltin va kumushni ajratib olishda yuvuvchi suv bosimi, pulpa qattiqligi va oziq sarfining ta'siri	162
Тажиева Г.Р., Сафаров А.Р. Спектроскопическое исследование комплексов Co(II) и Cu(II) с семикарбазидом	165
Djumayeva M.S., Amonov M.R. Modifikatsiyalangan va bo'yalgan matolarning mikroskopik tahlili	169
Abdullayeva G.A. Kobalt(II) ning 2-merkaptobenzotiazol bilan kompleks birikmasining sintezi va tadqiqoti	171
6. Проблемные обзоры	
Холмуродова Д.К., Негматова К.С., Иброхимова Д.М. Анализ состояние технологии и применения хлопкового линта и основание требование к хлопковой целлюлозы на их основе для ацетилирования (Краткий обзор)	175
Каримов Ш.А., Шакиров Ш.М., Мирзарахимова З.Б. Отходы резиновых производств – перспективный материал для создания новых изделий	179
Кабулова Л.Б., Оразимбетова Г.Ж. Фазовые превращения в портландцементе при введении механоактивированного глинистого сланца	182
Razzoqov H.Q., Amonov M.R., Askarova G.A. Shofirkon bentoniti va sapropel asosidagi kompozitsion sorbentlarni shakllantirish hamda ularning koagulyant va polimer flokulyantlar ishtirokida sanoat oqova suvlarini tozalash samaradorligini tadqiq etish	185
Suyarova D.A., Erbo'tayev D.Sh., Djurayev T.A., Usmonov F.D. Indol-3-sirka kislotasi va aminokislotalar asosida sintez qilingan yangi amid hosilalarining arpa (Hordeum Vulgare L.) o'sishi va rivojlanishiga biologik ta'siri	188
Холмуродова Д.К., Негматова К.С. Изучение и анализ влияния органоминеральных ингредиентов и технологических фатеров на процесс ацетилирования. <i>Краткий обзор</i>	192
Файзиев М.М., Каршиев М. Газ ва суюқликларни чуқур тозалашга мўлжалланган анизотроп структурали филтрлар олишнинг илғор технологиялари тахлили	195
Panjiyev A.X. Kalsiy siyanamidini olish jarayonining kinetik tahlili	199
Gulova M., Bo'rixonov B., Sapayev F. Monoxlorsirka kislotasining butil efirining uchlamchi aminlar bilan kvaternizatsiya reaksiyalarini o'rganish	201
Kasimova A.B., Yoqubjonova O'F. Antibakterial materiallar asosida erkaklar uchun zamonaviy sport kostyumini ishlab chiqish (tennis sporti misolida)	205