

ОДНОСТАДИЙНОЕ ПОЛУЧЕНИЕ МАЛОЩЕЛОЧНОГО
ВЫСОКОДИСПЕРСНОГО КОРУНДА

Л. А. ХАНМИРОВА, А. В. АВЕТИСЯН, В. Г. АВЕТИСЯН,
А. Р. АДМОСЯН и Л. П. АПРЕСЯН

Институт общей и неорганической химии
НАН Республики Армения, Ереван

Поступило 17 IV 1998

Исследовано влияние солей алюминия и аммония в качестве минерализаторов, а также солей двухвалентных элементов в качестве модификаторов на процесс одностадийного термического разложения гидрагиллита. Найдены оптимальные условия температуры и продолжительности нагревания, вещественного и количественного составов комплексных добавок химических веществ, при которых гидрагиллит превращается в малощелочной высокодисперсный корунд, обладающий высокими механическими, абразивными и эксплуатационными свойствами. Разработанный способ эффективнее традиционных.

Табл. 2, библиографических ссылок 27.

В многочисленных областях техники в качестве основы для получения конструкционных, абразивных, огнеупорных материалов, биокерамики и тонкой корундовой керамики применяются беспористые высокодисперсные неагрегированные порошки глубокопрокаленного ("неметаллургического") глинозема [1-3].

Продолжают оставаться актуальными исследования, направленные на поиск новых путей и совершенствование уже известных технологий получения корунда с регулируемыми физико-химическими и механическими свойствами.

Качественными показателями глубокопрокаленного глинозема, применяемого в различных отраслях техники, являются минимальное содержание примеси щелочных соединений, высокое содержание $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и высокая дисперсность [3,4].

В настоящее время на глиноземных заводах специальные марки глинозема получают, осуществляя двухстадийную схему обжига, цель которой на первой стадии ($1200\text{-}1250^\circ\text{C}$) перевести технический гидроксид алюминия (ТГА) в $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и частично запассировать его для последующей обработки серной кислотой, в процессе которой происходит нейтрализация щелочи. На второй стадии ($1300\text{-}1400^\circ\text{C}$) основная часть промытого $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ превращается в полидисперсный ($1\text{-}45\text{ мкм}$) $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ (корунд). Для повышения дисперсности глубокопрокаленного глинозема он подвергается длительному измельчению в стальных вибрационных мельницах с дальнейшей многосуточной отмывкой от намолотого аппаратурного железа соляной кислотой и водой. Получение малощелочного ($0,1\text{-}0,2\%$ R_2O) высокодисперсного ($\sim 2\text{ мкм}$) глубокопрокаленного ($85\text{-}95\%$ $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) глинозема [3] по приведенной технологии является трудо-, материало- и энергоемким процессом и сопровождается появлением большого количества промывных вод.

Ранее нами было показано [5], что в определенных условиях термохимической активации ТГА может быть получен малощелочной высокодисперсный корунд, не требующий ни гидрохимической обработки, ни измельчения в мельницах, и пригодный для мягкого полирования оптических деталей.

Целью настоящей работы являлось исследование условий получения при одностадийной термической обработке ТГА малощелочного высокодисперсного корунда (МВК) с повышенными значениями агрегативной устойчивости, прочности, жесткости, износостойкости.

В научно-технической литературе [6] имеются сведения о том, что прочность, жесткость и износостойкость частиц $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ повышают ионы Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , которые одновременно способствуют полной корундовой кристаллизации Al_2O_3 в более мягких условиях [7-9]. Известно также, что между твердостью оксидов ряда элементов и их полирующей способностью отсутствует корреляция [10]. Так, по данным [10], MnO , ZnO , NiO , имеющие твердость по минералогической шка-

ле Мооса, равную 4,5-5, обладают приблизительно такой же полирующей способностью, что и Al_2O_3 с твердостью, равной 9. Эти данные служат косвенным доказательством того, что полирование представляет собой сложный механохимический процесс, а эффективность полировальных порошков определяется совокупностью их химических и физико-химических свойств [10-12].

Исходя из вышеизложенного для получения корунда с заданными технологическими показателями в данной работе применялись комплексные добавки к ТГА, которые состояли из двух групп химических веществ. К первой группе относятся минерализаторы ($Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, AlF_3 , $(NH_4)_2SO_4$, NH_4Cl , NH_4F), не образующие с МК соединений, т.к. в условиях термической обработки они разлагаются на газы и высокодисперсный Al_2O_3 . Ко второй группе добавок относятся модификаторы (Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}), которые входят в состав конечного продукта термической обработки ТГА либо в виде твердых растворов, либо в виде включений второй фазы, локализующейся на поверхности $\alpha-Al_2O_3$, в зависимости от размера катионов и элементарных ячеек кристаллических решеток, химического сродства и т.д. [13,14].

Экспериментальная часть

Объектом исследования был ТГА, выделенный при декомпозиции натриевых алюминатных растворов и представленный гидраргиллитом (ГГ). Он содержит 34,5 % п.п.п. и в качестве основной примеси 0,430% R_2O .¹ Размеры монокристаллов 4-13 мкм, количество отдельных монокристаллов 1%. Размеры агрегатов 13-110 мкм (из них 10 % размером 13-15, 4 % размером 15-20, 34% размером 20-45, 52 % более 45 мкм).

Все химические вещества, характеристика которых приведена в табл.1, имели реактивные квалификации "ч.д.а." и "ч." (AlF_3) и добавлялись к ТГА в различных количествах и сочетаниях. Их содержание в смесях изменялось в следующих пределах, масс. %: (2-5) $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$, (2-5) $AlCl_3 \cdot 6H_2O$, (0,3-0,5) AlF_3 , (2-5) $(NH_4)_2SO_4$, (2-5) NH_4Cl , (0,3-1) NH_4F , (0,5-1,5) кристаллогид-

¹ Содержание R_2O ($\Sigma Na_2O + K_2O$) приведено в пересчете на Na_2O и отнесено к Al_2O_3 .

ратов нитратов марганца, цинка, кобальта, никеля (в пересчете на их оксиды).

Приготовление смеси ТГА с химическими веществами осуществлялось следующим образом. К порошку ТГА в виде насыщенных растворов при $pH = 3-3,5$ (оптимальных значениях для формирования высокодисперсных частиц) добавлялись минерализаторы и модификаторы. Пульпа в течение 30 мин тщательно встряхивалась и высушивалась на воздухе. Такой способ приготовления многокомпонентных порошков обеспечивает тонкое и равномерное распределение малых количеств дисперсных добавок по всему объему крупнозернистого гидраргиллита, однородность смеси, сохраняющуюся и в частицах образующегося глинозема, интенсивное взаимодействие всех компонентов и активацию процесса превращения $Al(OH)_3$ в $\alpha-Al_2O_3$ [16].

Термическое разложение ТГА с добавками осуществлялось в силитовой печи при постоянной скорости подъема температуры 7 град./мин при температурах 1050-1175°C и экспозициях 1-5 ч.

Исходные и конечные продукты исследовались методами химического, кристаллооптического, рентгенографического, ИК спектроскопического и термографического анализов по стандартным методикам.

Оценку свойств порошков МВК проводили путем непосредственного производственного опробования их в конкретных технологических условиях.

Результаты экспериментальных исследований показали, что изменение химического, фазового и дисперсного составов Al_2O_3 определяется комбинированным воздействием на ТГА параметров термического процесса, составом и количеством минерализаторов и модификаторов.

В процессе термического разложения ТГА в присутствии только минерализаторов (пр.1-6, табл.1) повышение температуры от 1050 до 1175°C приводит к образованию МВК при меньших экспозициях и количествах добавок, а увеличение продолжительности в пределах 2-5 ч содействует образованию МВК более упорядоченной микроструктуры. Но во всех случаях при одностадийной термической обработке ТГА оптимальными являются температура 1125°C, близкая к температуре Таммана ($T_T \approx 0,55T_{пл} Al_2O_3$), при которой происходит интенсивная диф-

фузия атомов в Al_2O_3 и его рекристаллизация [17], и экспозиция 3 ч, которая обеспечивает высокое содержание $\alpha-Al_2O_3$ в глиноземе и высокую дисперсность его частиц. Однако решающее влияние на образование МВК оказывают количество, характер разложения и соотношение индивидуальных минерализаторов в композициях. В табл.2 представлены экспериментально установленные оптимальные вещественные и количественные составы композиций из шести минерализаторов (пр.1-8), в присутствии которых в оптимальных условиях термической обработки ($1125^{\circ}C$, 3 ч) ТГА превращается в МВК.

Таблица 1

Характеристика минерализаторов и модификаторов, добавляемых к ТГА

№	Химическое вещество	Кол. частиц (%) размером (мкм)			Температура плавления, $^{\circ}C$ [15]	Температура кипения (разложения, возгонки), $^{\circ}C$ [15]
		0,7-2	2-20	20-45		
1	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$	31	28	31	—	770
2	$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	49	47	4	—	179,7
3	AlF_3	78	12	10	1040	1279
4	$(NH_4)_2SO_4$	26	51	20	—	355;513
5	NH_4Cl	30	53	17	—	337,8
6	NH_4F	32	49	19	126	168
7	$Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	81	18	1	25,8	129,4
8	$Zn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	80	19	1	36,4	105-131
9	$Co(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	78	21	1	55	100
10	$Ni(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	77	20	3	56,7	136,7

Добавка модификаторов — катионов Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} — к смеси ТГА с солями алюминия и аммония способствует снижению температуры образования МВК и увеличению его дисперсности. В конечном продукте термической обработки смесей ТГА с минерализаторами и модификаторами уже при температурах $1050^{\circ}C$ (для Mn^{2+}) и $1075^{\circ}C$ (для Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}) содержалось ~98 % $\alpha-Al_2O_3$. При повышении температуры нагревания таких смесей соответственно до 1075 и $1100^{\circ}C$ образующийся МВК имел более упорядоченную кристаллическую решетку и более однородную микроструктуру, повышение же температуры до $1125^{\circ}C$ и продолжительности от 3 до 4-6 ч прак-

тически не влияло на характеристику МВК. Исходя из этого оптимальными условиями термического разложения ТГА в присутствии минерализаторов и модификаторов можно считать температуры 1075-1100°C и экспозицию 3 ч. Оптимальные составы минерализаторов и модификаторов, в присутствии которых в указанных оптимальных условиях температуры и экспозиции ТГА превращается в МВК с заданными свойствами, приведены в табл.2 (пр.9-16).

Таблица 2

Состав композиций химических веществ, добавляемых к ТГА при его превращении в малощелочной высокодисперсный корунд в оптимальных условиях термической обработки

№	Состав композиций
1	4,5% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,5% AlF_3
2	4,5% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3% NH_4F + 0,3% AlF_3
3	3,5% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 5% NH_4Cl + 0,5% AlF_3
4	3,5% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 3% NH_4Cl + 2% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,8% NH_4F
5	3,5% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% NH_4Cl + 2% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3% NH_4F + 0,3% AlF_3
6	2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,5% AlF_3
7	2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% NH_4Cl + 1% NH_4F
8	2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 3% $(NH_4)_2SO_4$ + 2% NH_4Cl + 0,5% AlF_3
9	4,5% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,5% AlF_3 + 1% MnO
10	4,5% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3% NH_4F + 0,3% AlF_3 + 1% ZnO
11	3,5% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 5% NH_4Cl + 0,5% AlF_3 + 1% CoO
12	3,5% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 3% NH_4Cl + 2% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,8% NH_4F + 1% NiO
13	3,5% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% NH_4Cl + 2% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,3% NH_4F + 0,3% AlF_3 + 1% MnO
14	2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% $(NH_4)_2SO_4$ + 0,5% AlF_3 + 1% ZnO
15	2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 5% NH_4Cl + 1% NH_4F + 1% CoO
16	2% $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ + 2% $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ + 3% $(NH_4)_2SO_4$ + 2% NH_4Cl + 0,5% AlF_3 + 1% NiO

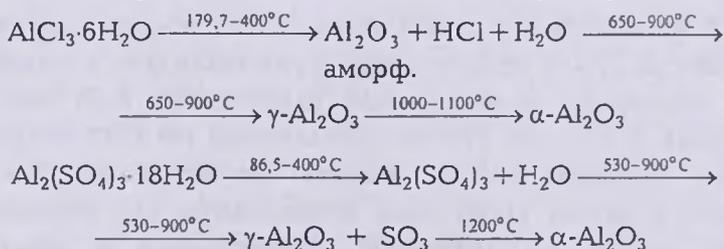
В приведенных в табл.2 оптимальных условиях термической обработки ТГА в присутствии минерализаторов и модификаторов образуется малощелочной (0,060-0,072% R_2O) высокодисперсный (0,7-2 мкм) глубокопрокаленный (98-100% $\alpha-Al_2O_3$) глинозем, имеющий кристаллическую структуру $\alpha-Al_2O_3$ и пластинчатую форму кристаллов, необходимую для хорошего контакта частиц с полируемой поверхностью и обеспечения высокой полирующей способности порошков [10]. Получаемый

МВК обладает заданными механическими свойствами и агрегативной устойчивостью.

Обсуждение результатов и выводы

При термическом разложении ГГ и минерализаторов образуются пары воды, газы и высокодисперсные оксиды алюминия. Пары воды и газы (SO_3 , HCl , NH_3 , HF) сорбируются на поверхности ГГ, бемита (Бе) и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, увеличивая дефектность их кристаллических решеток, подвижность атомов, концентрацию вакансий, скорость диффузионных процессов, и выполняют роль катализаторов фазовых переходов. Оксиды алюминия, образующиеся при разложении мелкодисперсных кристаллогидратов солей алюминия, наследуют размеры их частиц [18] и являются высокодисперсными, активными и очень реакционноспособными [19]. Они равномерно распределены по всей массе Бе и $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и потому становятся центрами кристаллизации высокодисперсного корунда и способствуют повышению скорости топомических реакций [20] и сдвигу превращения $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ в $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ в область более низких температур.

Корунд, образующийся при разложении ГГ в присутствии $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, сравнительно менее дисперсный (~ 2 мкм) и менее чистый ($\sim 0,072\%$ R_2O), чем корунд, получаемый в присутствии $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (0,07-1 мкм, 0,060% R_2O). Это объясняется, по-видимому, не только различной дисперсностью исходных солей, но и различным характером их термических превращений. Кристаллизация $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ при нагревании $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ происходит после дегидратации ГГ и разложения соли, сопровождающегося полной аморфизацией вещества. Кристаллогидрат $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ разлагается при температурах 770-900°C, лежащих значительно выше области стабилизации аморфного Al_2O_3 , и потому $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ образуется одновременно с разложением соли [21,22].



Фторид алюминия способствует снижению температуры, повышению скорости фазовых превращений в системе $\text{Al}(\text{OH})_3 - \alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и образованию кристаллов пластинчатой формы. Можно предположить также, что формирование пластинчатого габитуса кристаллов $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ происходит и потому, что при дегидратации ГГ, происходящей под пленкой сорбированных на его поверхности паров воды и газов, движение частиц, вследствие тепловой диффузии, ограничено в двух направлениях и они развиваются только в одной плоскости.

При повышении скорости дегидратации ГГ под воздействием минерализаторов облегчаются условия удаления из его кристаллической структуры на поверхность примеси щелочных ионов [23]. Ионы щелочи, по-видимому, взаимодействуют с газами, сорбированными на поверхности ГГ и Be, образуя соответствующие соли натрия, которые при повышении температуры частично улетучиваются.

При внесении в систему, состоящую из смеси ТГА и минерализаторов, солей марганца, цинка, кобальта, никеля в ней при нагревании повышается содержание паров воды и газов (N_2O_5) и появляются высокодисперсные оксиды этих металлов с большой дефектностью кристаллической решетки, что дополнительно увеличивает пересыщение дисперсности системы [20]. Твердофазное взаимодействие между Al_2O_3 и этими оксидами будет складываться из переноса вещества в реакционной зоне, главным образом, путем диффузии катионов и собственно химических реакций [14]. Оксиды двухвалентных металлов концентрируются на дислокациях и в поверхностных слоях ГГ и Be и при этом, исходя из термодинамического уменьшения свободной энергии системы, происходит их поверхностная самодиффузия и взаимная объемная диффузия ионов Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} и иона Al^{3+} , движение вакансий и дислокаций [14,24]. Добавка к ТГА катионов Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} с большими радиусами (91; 83; 78; 74 Å соответственно [15]), чем у иона Al^{3+} (57 Å), способствует возникновению в кристаллической решетке $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ растягивающих напряжений и, как следствие, новых вакансий, в результате чего ее энергия уменьшается и она становится менее стабильной [20]. Уменьшение стабильности $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ приводит к снижению кажущейся энергии активации [20] и температуры процесса превращения

$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ в более устойчивый $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ и повышению его дисперсности.

Комбинированное воздействие минерализаторов и модификаторов на процесс термического разложения ТГА имеет синергический характер [25].

Получаемый разработанным способом МВК был испытан в виде водной суспензии при полировании ювелирных и драгоценных камней Армении (мраморного оникса, обсидиана, нозеана, яшмы, черного агата, нефрита), а также изделий из серебра, мельхиора, латуни. Полирование проводилось на полировальном станке при частоте вращения 300 *об/мин* с использованием кожаных и войлочных полировальников. Испытания показали, что при зеркальном полировании указанных образцов (до $R_z \approx 0,06$ *мкм* [26]) водной суспензией МВК длительность полирования уменьшается в 1,7-1,9 раза, а интенсивность увеличивается в 1,5 раз по сравнению с полированием оксидом хрома при прочих равных условиях. Кроме того, МВК несравненно лучше, чем Cr_2O_3 , полирует камни, склонные к недополировке, т.е. к образованию неровной поверхности типа "лимонной корки". Водные суспензии МВК обладают высокими эксплуатационными свойствами — они устойчивы к фазовому и дисперсному разделению при многократном применении, сохраняют первоначальную степень дисперсности в течение длительного времени, не требуют рекомендованных [10,27] добавок стабилизаторов и диспергаторов. В отличие от оксида хрома МВК гигиеничен в работе, не токсичен, легко смывается с любых поверхностей холодной водой. МВК эффективно может быть использован для финишного полирования изделий с высокими требованиями к шероховатости поверхности [26] в приборостроительной, радиоэлектронной, ювелирной промышленности, при производстве измерительных приборов, инструментов, облицовочных, ювелирных и поделочных камней, товаров народного потребления.

Разработанный способ получения малощелочного высокодисперсного корунда является полностью бессточным, более простым, эффективным и технологичным, чем традиционные промышленные способы.

ՄԱԿԱՎԱՀԻՄՆԱՅԻՆ ԳԵՐՄԱՆՐԱՏՎԱԾ ԿՈՐՌՆՆՆԻՒՄԻ ՄԵՍՓՈՒԼ ՍՏԱՅՈՒՄ

Ա. Ա. ԽԱՆԱՄԻՐՈՎԱ, Հ. Վ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ, Վ. Հ. ԱՎԵՏԻՍՅԱՆ,
Հ. Ռ. ՀԱԳԻՄՈՍՅԱՆ և Լ. Պ. ԱՊՐԵՍՅԱՆ

Հետազոտվել է ալյումինի և ամոնիումի աղերի՝ որպես հանքայնարարներ և երկարժեք մետաղների աղերի՝ որպես բարեփոխիչներ, ազդեցությունը Հիդրարգիլիտի միափուլ ջերմային քայքայման պրոցեսի վրա: Ցույց է տրվել, որ տաքացման ջերմաստիճանի և տեղումնային լավագույն պայմաններում, ինչպես նաև կոմպլեքսային քիմիական հավելանյութերի նյութիցները և քանակային կազմերի օպտիմալ ընտրությունը ղեկավարում Հիդրարգիլիտը վերածվում է սակավաչիմնային գերմանրատված կորունդի, որն օժտված է բարձր մեխանիկական, ոլորկման, եռակլաման և շահագործողական հատկություններով: Կորունդի ստացման եղանակը միափուլ է, լիովին անջրթող, պակաս աշխատատար և նյութատար, ավելի պարզ, տեխնոլոգիամետ և շահավետ, քան ավանդական երկփուլ արդյունաբերական եղանակները: Այն չի պահանջում ելային կամ վերջնական արտադրանքի հիդրոքլիմիական մշակում, ինչպես նաև նրանց երկարատև և էներգատար մանրացման պրոցես:

ONE-STEP PRODUCTION OF LOW-ALKALINE HIGHLY-DISPERSED CORUNDUM

A. A. KHANAMIROVA, H. V. AVETISYAN, V. H. AVETISYAN,
H. R. HADIMOSYAN and L. P. APRESYAN

It has been studied the influence of complex mineralisers ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, AlF_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, NH_4Cl , NH_4F), modifiers (Mn^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}) and conditions of one-step thermal decomposition process on phase composition changes. advancement of dispersion, alkaline ions content diminution, kinetics of thermal decomposition of aluminium hydroxide, its full phase transformation into $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, improvement of corundum mechanical properties.

It is shown, that under optimal, conditions of temperature (1075-1100°C), exposition time (3 hours), substantial and quantitative composition complex additives chemical substances hidrargillit transforms into low-alkaline (0,060-0,072% R_2O) highly-dispersed (0,7-2 *mkm*), deep-calcined (98-100% $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) alumina. Such alumina to possess a high mechanikal, polishing, caking properties.

As a result of the investigations it has been developed an effective and simplified method of low-alkaline, highly-dispersed, deep-calcined alumina production, suitable for producing fine corundum ceramics for final polishing of products with high requirements to roughnes of surface.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] MacZura G., Moody K.J., Anderson E.M., Kinka M.K. // Amer.Ceram. Soc.Bull., 1995, v.74, №6, p.91,92,95,97.

- [2] *Emploi accrue de la bauxite et de l'alumine dans les ceramiques // Ind. Ceram., 1993, №5, p.302.*
- [3] ГОСТ 6912.1-93. Глинозем. Технические условия. Введен 01.01.95. Минск, Изд-во стандартов, 1994, с.13.
- [4] *Ханамирова А.А.* Глинозем и пути уменьшения содержания в нем примесей. Ереван. Изд-во АН АрмССР, 1983, с.243.
- [5] *Ханамирова А.А., Адимосян А.Р., Апресян Л.П.* // *Хим.ж.Армении*, 1998, т.51, №2, с.11.
- [6] *Павлушкин Н.М.* Спеченный корунд. М., Госстройиздат, 1961, с.209.
- [7] *Андриалов Н.Т., Махначев П.П., Фатеева Л.В., Цаткин Р.Б.* // *Электрон. пром.*, 1977, №3, с.11.
- [8] *Верещагин В.И., Зеленский В.Ю., Хабас Т.А., Колова Н.Н.* // *ЖПХ*, 1982, т.55, №9, с.1946.
- [9] *Семиин Е.Г., Бербеницкая Т.И., Матросов В.Н.* // *ЖПХ*, 1979, т.52, №7, с.1465.
- [10] *Ходаков Г.С., Кудрявцева Н.Л.* Физико-химические процессы полирования оптического стекла. М., Машиностроение, 1985, с.224.
- [11] *Рсбиндер П.А., Шрейнер Л.А., Жигал К.Ф.* Понижители твердости при бурении. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1944, с.199.
- [12] *Ходаков Г.С.* // *Коллоид.ж.*, 1994, т.56, №1, с.113.
- [13] *Бокий Г.Б.* Кристаллохимия, М., Химия, 1978, с.359.
- [14] *Третьяков Ю.Д.* Твердофазные реакции, М., Химия, 1978, с.370.
- [15] *Справочник химика. т.1. Л.-М., Химия, 1962, с.1071; т.2, Л.-М., Химия, 1964, с.1166.*
- [16] *Лукин В.С.* // *Огнеупоры и техн. керамика*, 1996, №9, с.2.
- [17] *Tatman G.* // *Zeit. anorg. Chem.*, 1925, Bd.149, Hf.1, s.61.
- [18] *Далков П.Д.* // *ДАН СССР*, 1939, т.24, №6, с.544.
- [19] *Куколев Г.В., Леве Е.Н.* // *ЖПХ*, 1955, т.28, №9, с.909.
- [20] *Рогинский С.З.* Электронные явления в гетерогенном катализе. М., Наука, 1975, с.269.
- [21] *Калинина А.М.* // *Химия и технология глинозема /Труды IV Всесоюз. совещ., 19-22 апр.1965 г. Новосибирск, Наука, 1971, с.360.*
- [22] *Позин М.Е.* Технология минеральных солей. ч.1, Л., Химия, 1974, с.792; ч.2, Л., Химия, 1974, с.1656.
- [23] *Ханамирова А.А., Никогосян Б.В., Симонян Б.Н.* // *Комплексное использование минерального сырья*, 1985, №2, с.56.
- [24] *Гегузин Я.Е.* Физика спекания. М., Наука, 1984, с.312.
- [25] *Хакен Г.* Синергетика: иерархия неустойчивости в самоорганизующихся системах и устройствах. М., Мир. 1985, с.423.
- [26] ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики. Введен 01.01.75. (без изменен. на 01.01.98). М., Изд-во стандартов, 1974, с.12.
- [27] *Hidber P.C., Graule T.J., Caucler L.J.* // *J.Amer.Ceram.Soc.*, 1996, v.79, №7, p.1857.