

*Жаркимбаева Г.Б.*

**АНАЛИЗ СИНТЕЗИРОВАННЫХ МОНОМИНЕРАЛОВ  
СИСТЕМЫ CaO-SiO<sub>2</sub>**

*G.B. Zharkimbaeva*

**THE ANALYSIS OF THE SYNTHESIZED MONOMINERALS  
OF SYSTEM SaO-SiO<sub>2</sub>**

УДК: 669.712.2; 661. 862. 32; 628.335

*Представляет собой результаты исследований синтезированных мономинералов системы CaO-SiO<sub>2</sub>, которые были опробованы в процессах очистки модельных и реальных растворов от вредных примесей. Проведен анализ традиционного способа реагентной очистки сточных вод - известью и способы получения и применения реагентов с заданными физико-химическими свойствами для очистки сточных вод на кальциевой основе.*

*Represents results of researches synthesized monominerals of system SaO-SiO<sub>2</sub> which have been tested in processes of clearing of modeling and real solutions from harmful impurity. The analysis of a traditional way from reagents sewage treatment - a lime and ways of reception and application of reagents with the set physical and chemical properties for sewage treatment on from calcium to a basis is carried out.*

В настоящее время в соответствии с Экологическим кодексом РК "экологическими основами устойчивого развития Республики Казахстан также являются: обеспечение и реализация права РК на разработку своих природных ресурсов и отстаивание национальных интересов в вопросах использования природных ресурсов и снижения воздействия на окружающую среду. Цель может быть достигнута при условии решений социально-экономических и экологических задач". В этом аспекте одна из важных экологических проблем Республики Казахстан является недостаточно качественная очистка сточных вод, одной из причин которой является дефицит основного и обязательного реагента в технологии очистки воды. На сегодняшний день производство реагентов в Республике Казахстан практически отсутствует. Дефицит восполняется за счет импорта российских реагентов и стран дальнего зарубежья в недостаточно широком ассортименте. Потребителями реагентов для очистки сточных вод являются от коммунальных хозяйств до различных отраслей промышленности.

Реагенты, которые используются в процессе очистки вод, с модифицированными свойствами из дешевого сырья необходимы и могут быть произведены по предлагаемой в данной работе технологии, себестоимость которых в 1,5-2,0 раза ниже традиционных сульфата алюминия и сульфата железа.

Для получения нового реагента был использован силикатно-кальциевый материал из золоотвалов. Была исследована и разработана технология очистки сточных и природных вод от тяжелых цветных металлов реагентом на основе силиката кальция. Дано теоретическое обоснование получения силикатно-кальциевого реагента из зол экибастузских углей для повышения эффективности утилизации золоотвалов.

Было сделано теоретическое обоснование получения реагента на основе силиката кальция, позволяющего эффективно удалять ионы цветных металлов из водных растворов. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- проведен анализ традиционного способа реагентной очистки сточных вод — известью и способы получения и применения реагентов с заданными физико-химическими свойствами для очистки сточных вод на кальциевой основе;
- были синтезированы мономинералы системы CaO-SiO<sub>2</sub>;
- полученные минералы были опробованы в процессах очистки модельных и реальных растворов от вредных примесей.

Анализ способов получения и применения реагентов на кальциевой основе показал, что практически мало проводилось исследований в этом направлении. Большинство разработок направлено на получение химически чистых соединений на основе кальция, а применение отходов производств (зола, шлаки и др.) констатировали как факт очистки сточных вод от ряда примесей, не изучая химизма и механизма очистки. Нами впервые были получены реагенты из золоматериала для очистки промстоков. Была отработана методика синтеза мономинералов системы CaO - SiO<sub>2</sub>. Все минералы термодинамически возможно получить при температурах 1000- 1500°C. Выполнены расчеты энергии кристаллических решеток минералов системы CaO - SiO<sub>2</sub>, что позволило теоретически построить ряд активности минералов этой системы - от высокоосновных и к малоосновным.

Синтез силикатов кальция высокой мономинеральности проводился с использованием j-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (хч) и SiO<sub>2</sub> (хч), по методике, приведенной в таблице 1.

*Таблица 1*

**Методика синтеза силикатов кальция**

Алюминат кальция	Т, К	Метод синтеза	Выдержка, ч	Примечание
3CaO SiO <sub>2</sub>	1623	спекание	3	Медленное охлаждение вместе с печью. Промежуточное перетирание спеков
2CaO SiO <sub>2</sub>	1423	спекание	1	
3CaO 2SiO <sub>2</sub>	1273	спекание	1	
CaO SiO <sub>2</sub>	1473	спекание	1	

Сырьевые шихты подвергали измельчению в течение 5 часов до размера частиц 60 мк и менее. Синтез минералов проводился в алундовых стаканах, зачехленных графитовыми цилиндрами в печи Таммана, большие партии - в высокочастотной печи. Продолжительность выдержки температуры при обжиге обуславливалась полнотой прохождения реакции и оценивалась по содержанию свободной CaO в продуктах термообработки. Количество свободной CaO определялось по этилово-глицератному методу.

Таблица 2

**Характеристика синтезированных минералов**

Силикаты кальция	CaO, %	SiO <sub>2</sub> , %	Крист. опт., %	Рентген	Примечание
C <sub>3</sub> S	73,69	26,31	98	C <sub>3</sub> S	Белый хрупкий спек
C <sub>2</sub> S	65,11	34,89	99	C <sub>2</sub> S	Белый хрупкий спек
C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	58,34	41,66	99	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	Белый хрупкий спек
CS	48,27	51,73	99	CS	Белый хрупкий спек

При значительном содержании после обжига свободной CaO образцы вновь измельчали до размера зерен менее 60 мк и вновь обжигали. Эти операции повторяли до тех пор, пока содержание СО в продуктах обжига не превышало 1-2%. Характеристика синтезированных минералов представлены в виде таблицы (таблица 2).

Энергия кристаллических решеток зависит от количества структурных единиц кристалла, их размеров и валентности и для ионной решетки может быть вычислена по универсальному уравнению А.Ф. Капустинского. (Формулу А. Ф.Капустинского называют универсальной). Результаты расчетов энергии кристаллических решеток минералов представлены в таблице 3.

Таблица 3

**Энергия решеток (кДж/моль), вычисленная по формуле Капустинского**

Элемент	Z	r, нм	Соединение	Σn	U <sub>эксп</sub>	U (по формуле Капустинского)	Степень ионности связи, %
Ca	2+	0,104	CaO	2	-3522.93	-3432.68	79
Si	4+	0,039	SiO <sub>2</sub>	3	-12957.85	-13233.20	51
Al	3+	0,057	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5	-15137.71	-15353.65	63
O	2-	0,136		-	-	-	-

Из таблицы видно, что значения энергии решетки, вычисленные по формулам Капустинского, близки к энергиям решеток, найденным экспериментальным путем. Кроме того, устойчивость силикатов кальция была оценена методом сравнения энергии кристаллических решеток и энергии разрушения решеток. При расчете теплового эффекта разрушения кристаллической решетки использовался цикл Борна-Габера. Идеальный ионный кристалл состоит из регулярно расположенных положительных и отрицательных ионов, взаимодействующих электростатически. Ионы несут на себе заряды, кратные заряду электрона; заряд на ионе распределен сферически. Основными силами взаимодействия между ионами являются кулоновские электростатические силы и действующие на небольших расстояниях силы отталкивания. Эта модель была впервые использована М.Борном для расчета внутренней энергии ионного кристалла.

**Рецензент: д.т.н., профессор Калыбеков Т.**