

СИНТЕЗ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОМЕТАСИЛИКАТА КАЛЬЦИЯ ТИПА C-S-H (I) НА ОСНОВЕ ДИАТОМИТА

А.Г. МАНУКЯН*, В.Р. АРУТЮНЯН

Институт общей и неорганической химии НАН Республики Армения, Ереван, Армения

*e-mail: hasmikgmanukyan@gmail.com

(Поступила в редакцию 3 июня 2026 г.)

Рассмотрено влияние известковой обработки на структуру и физико-химические свойства наиболее чистой разновидности диатомита из Цовинарского месторождения Армении. Методами химического анализа, РФА, ИК-спектроскопии, дериватографии и низкотемпературной адсорбции азота показано, что известковая обработка диатомита не ограничивается только изменением химии поверхности, но при определенных условиях приводит к разрушению первичной структуры диатомита и образованию новых слабозакристаллизованных соединений – гидрометасиликатов кальция неопределенного химического состава типа C-S-H (I). По данным РФА выявлено, что при молярных отношениях $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \leq 0.8$ в реакционной смеси полученных продуктов преобладает фаза CaH_2SiO_4 в смеси с SiO_2 . По изотермам адсорбции паров воды и бензола изучены адсорбционно-структурные свойства гидрометасиликата кальция и на их основе рассчитаны параметры пористой структуры. Показана эффективность применения гидрометасиликата кальция C-S-H(I) в качестве фильтрующего и адсорбирующего материала.

1. Введение

В группе неметаллических полезных ископаемых диатомиты занимают особое место благодаря своим физическим свойствам и химическому составу [1–4]. Первичные частицы диатомитов представляют собой остатки кремнистых водорослей диатомей, имеющих разнообразную форму. По составу они очень близки к опалу ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). Помимо связанной воды, кремнеземистый скелет в комплексе с SiO_2 содержит песок, глину, карбонаты и вулканическую золу. Качество природных диатомитов в основном определяется формой и величиной панцирей диатомей, наличием пористой структуры, малого объемного веса ($100\text{--}700 \text{ кг/м}^3$), количеством цельных панцирей ($20\text{--}30$ млн шт/г) [2, 4]. В этом ряду особое значение имеет содержание аморфного кремнезема ($60\text{--}95\%$), являющегося основным компонентом диатомовых панцирей [4, 5–7].

Совокупность указанных свойств обуславливают их высокую активность, возможность более широкого использования в различных областях промышленности и строительства [8–12] в качестве тепло- и звукоизоляционных материалов, сорбентов, наполнителей, фильтрующих материалов и т. д. Как показывает прак-

тика, использование минеральных сорбентов в природном виде не всегда эффективно. Несмотря на большое количество работ, посвященных природным сорбентам, многие вопросы, связанные с возможностью управления процессом синтеза с целью получения продуктов с заданной структурой, размерами частиц, и следовательно, свойствами, остаются нерешенными.

Возможности получения различных марок продуктов на основе диатомитов еще не полностью реализованы, а дальнейшее комплексное и всестороннее исследование в этом направлении представляет большой научный и практический интерес.

Целью данной работы является изучение влияния известковой обработки на структуру, химический состав и физико-химические свойства диатомитов. Данная работа является продолжением ранее проведенных исследований [13], посвященных исследованию вещественного состава и физико-химических свойств природных диатомитов.

В этом исследовании использовалась наиболее чистая разновидность диатомитовых пород Армении из Цовинарского месторождения с высоким содержанием общего кремнезема до 88% и аморфного кремнезема, растворимого в 5% NaOH, до 81%.

2. Экспериментальная часть

Объектами исследований являлись исходный диатомит Цовинарского месторождения и полученные в процессе известковой обработки продукты. Исходный диатомит подвергали обработке известковым молоком с содержанием 170 г/л CaO при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси 0.1–1.5 при температуре 95°C и массовом отношении Ж:Т = 7:1. Продолжительность обработки составляла 1–6 ч. Через определенный промежуток времени отбирали пробы и после фильтрации, промывки и сушки исследовали с применением физико-химических методов. Рентгенофазовый анализ проводили на дифрактометре Rigaku Smartlab (излучение CuK_α). Идентификация линий дифрактограм проводилась по базе данных ICPDS-ICDD 2004. ИК-спектроскопический анализ осуществляли на приборе Nicolet iS50 FT-IR в области 400–4000 см^{-1} . Дериватографический анализ проводили на дериватографе фирмы MOM при скорости 5°C/мин. Удельную поверхность определяли методом БЭТ по низкотемпературной адсорбции азота, измеряли изотермы адсорбции паров воды и бензола и на их основе рассчитывали параметры пористой структуры [14]. Химический состав, удельный вес, объемный вес определяли по известным методикам [15].

3. Результаты и обсуждение

Взаимодействие $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с кремнеземистыми сорбентами (содержащими высокий процент аморфного кремнезема) рассматривается рядом авторов [4, 16] как хемосорбция – $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с поверхностными ОН-группами кремнезема, представляющая собой взаимодействие слабой кислоты (константа диссоциации $10^{-9.8}$) с сильным основанием. В процессе этого взаимодействия происходит образование полуаморфных и полукристаллических кальциевых гидросиликатов различного стехиометрического состава ($x\text{CaO} \cdot y\text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$) [4, 17, 18], типа C-S-H(I)

(по классификации Тейлора [19] с молярным отношением $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \leq 1.5$). Вопрос о составе индивидуальных соединений, входящих в С-S-H(I), не решен.

Благодаря высокому содержанию аморфного реакционноактивного кремнезема, диатомит Цовинарского месторождения полностью взаимодействует с известковым молоком до молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1.25$ включительно; pH водной вытяжки обработанных диатомитов постепенно повышается с увеличением $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси в связи с образованием сравнительно высокоосновных гидросиликатов кальция. При молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 > 1.25$ (табл.1) pH водной вытяжки становится больше 12 из-за появления в обработанных образцах несвязанного гидроксида кальция (pH водной вытяжки чистого гидросиликата кальция составляет 10.4–10.6) [16, 18].

Табл.1. Химический состав диатомитов после их известковой обработки при 95°C/6 час

Молярное отношение CaO:SiO ₂ в исходной смеси	Содержание, мас%										pH вод- ной вы- тяжки
	SiO ₂		Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO		MgO	Na ₂ O + K ₂ O	п.п.п.	CO ₂ , %	
	общ.	аморф.			связ.	Сво- бод.					
Исходный образец 1	88.26	81.00	1.26	0.49	0.58	-	0.42	0.22	8.60	2.15	6.50
0.1	80.50	56.31	0.81	0.33	8.02	-	0.53	0.21	9.20	2.15	9.37
0.2	71.44	42.75	1.54	0.61	12.50	-	0.79	0.24	12.00	2.21	9.40
0.4	60.03	24.6	1.74	0.71	23.28	-	0.98	0.18	12.90	2.23	9.61
0.5	56.71	13.2	1.51	0.39	26.01	-	0.46	0.20	14.60	2.32	10.02
0.6	52.09	8.71	1.38	0.62	28.87	-	0.59	0.23	16.90	2.28	10.26
0.8	44.79	6.61	1.64	0.50	34.05	-	0.65	0.22	17.70	2.32	10.31
1.00	39.47	4.75	1.68	0.41	38.04	-	0.63	0.24	19.00	2.70	10.39
1.25	36.47	2.33	1.09	0.26	42.60	-	0.42	0.20	18.30	2.80	10.57
1.35	34.59	0.36	1.07	0.56	44.31	2.84	1.04	0.21	18.00	2.90	12.3

С увеличением молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси увеличивается также количество потерь при прокаливании (п.п.п.), основной составляющей которых является химически связанная вода. Величина п.п.п. пропорциональна содержанию гидросиликата кальция (табл.1).

Рентгенофазовый анализ (рис.1) продуктов известкования диатомита показывает, что с увеличением молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси на диффрактограммах исчезает гало при 19.7–25.4 Å (карточка 38–0448), характерное для рентгено-аморфной разновидности опала, из которого сложены панцири диатомей. Одновременно появляются и возрастают рефлексy 29.6, 31.7, 40.4 Å (карточка 03-06-06), что свойственно гидрометасиликатам кальция [17, 18]. Полученные данные позволяют с уверенностью утверждать, что при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \leq 0.8$ преобладает фаза CaH_2SiO_4 [18]. Неизменность интенсивности рефлекса 26.7 Å (карточка 86–1628) на диффрактограммах свидетельствует о том, что кварц, присутствующий в диатомитовой породе, при

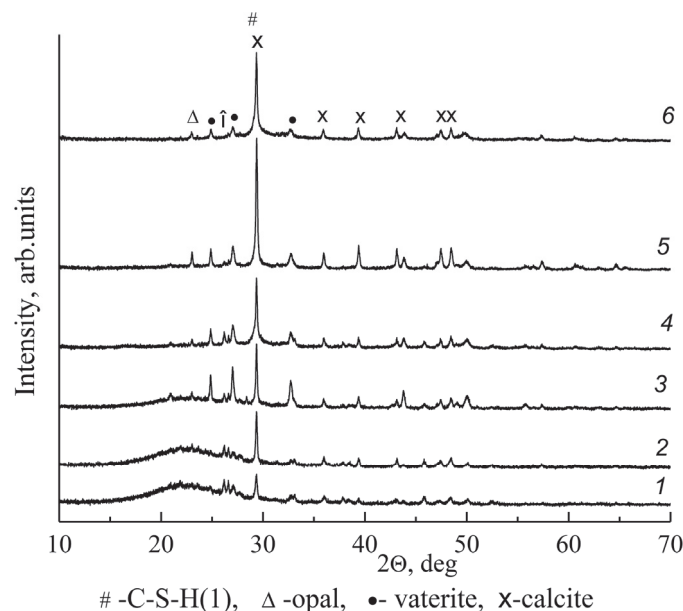


Рис.1. Диффрактограммы исходного диатомита (1) и обработанных образцов (2–6) при температуре обработки 95°C/6 час, молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси: 2 – 0.2, 3 – 0.4, 4 – 0.8, 5 – 1.25, 6 – 1.35.

известковой обработке не претерпевает сколь-нибудь заметных превращений. На диффрактограммах присутствует кальцит, имеющий характерные рефлексы 29.4, 47.5, 48.5 Å (карточка 83-0578), поскольку в составе исходных компонентов (табл.1) присутствуют карбонаты. Самый интенсивный рефлекс кальцита 29.4 Å накладывается на аналогичный рефлекс слабо кристаллизованного гидрометасиликата кальция, вследствие чего на диффрактограммах присутствует один широкий пик с наибольшей интенсивностью.

Полученные рентгенофазовым анализом данные подтверждаются результатами ИК-спектроскопического анализа. Исходный диатомит (рис.2, кривая 1) характеризуется полосами 1056, 797, 712 cm^{-1} , присущими аморфному кремнезему, которые обусловлены валентными колебаниями Si–O связей [20]. С увеличением молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной реакционной смеси на ИК-спектрах обработанных образцов интенсивность этих полос заметно уменьшается, а при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1.25$ они полностью исчезают. Одновременно появляются и возрастают полосы поглощения при 963–970 cm^{-1} , соответствующие колебаниям Si–O–Si связей (обусловленным валентными и асимметричными колебаниями SiO_4 тетраэдрической группы), типичные для гидрометасиликатов кальция. Полосы 3390–3420 принадлежат валентным колебаниям OH-групп молекул воды, свидетельствующие о содержании кристаллохимической несвязанной воды. В области 1464–1472 и 873–874 cm^{-1} наблюдаются полосы, связанные с колебаниями связи C=O в карбонатных группах (CO_3) [17]. Полосы поглощения в области 443–450 cm^{-1} , характерные для кварца, при известковой обработке изменений не претерпевают.

Дериватограммы в целом характерны для гидрометасиликатов кальция типа

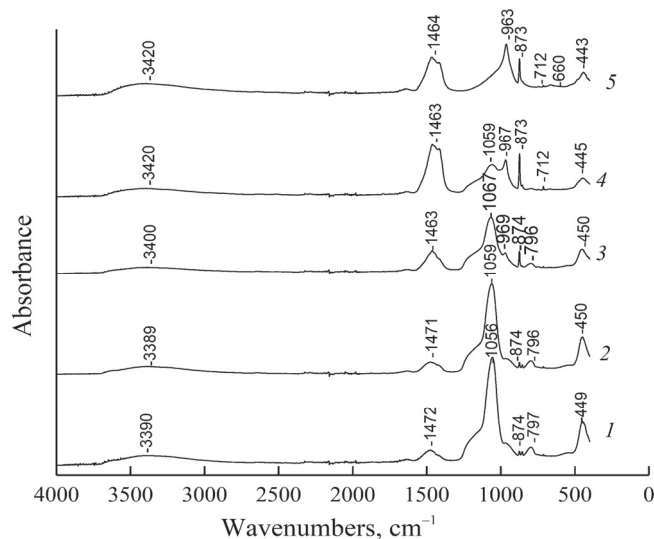


Рис.2. ИК-спектры исходного диатомита (1) и обработанных образцов (2–5): температура обработки 95°C, молярное отношение $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси: 2 – 0.2, 3 – 0.4, 4 – 1.25, 5 – 1.35.

C-S-H (I) (по классификации Тейлора [19] до температуры 100°C с молярным отношением $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \leq 1.5$). На кривых ДТА наблюдается экзотермический эффект [21] при температурах 830–860°C, что характерно для превращения гидрометасиликата кальция типа C-S-H (I) в волластонит. Неизменность температуры (860°C) экзотермического эффекта (рис.3, кривая 1) до молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \leq 0.8$ в исходной смеси свидетельствует об образовании гидрометасиликата кальция типа C-S-H(I) с устойчивым молярным отношением $\text{CaO}:\text{SiO}_2$. При этом в продуктах остается непрореагировавший аморфный кремнезем. При молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 > 0.8$ в исходной смеси более широкий интервал и диффузность экзотермического эффекта (рис.3, кривая 2) связаны с присутствием в осадке гидрометасиликатов кальция типа C-S-H(I) с различным молярным отношением $\text{CaO}:\text{SiO}_2$, или образованием во время синтеза гидрометасиликатов кальция с одинаковым молярным отношением $\text{CaO}:\text{SiO}_2$, но с различными степенями конденсации кремнекислородных полимерных анио-

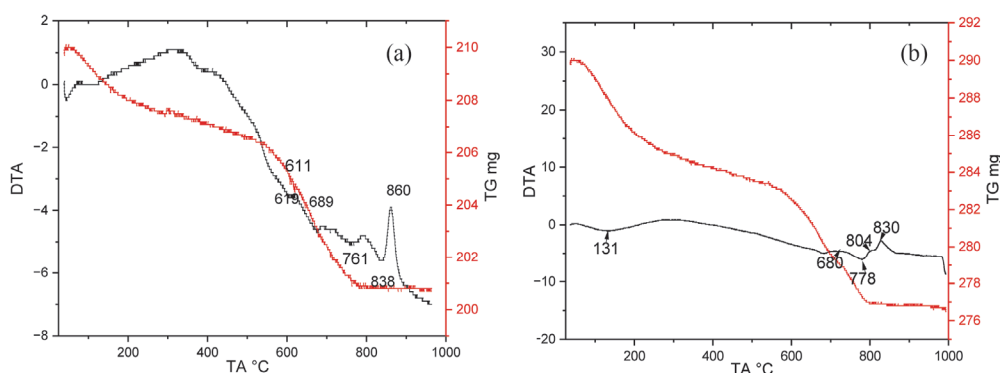


Рис.3. ДТА обработанных образцов (1–2) при температуре обработки 95°C. Молярное отношение $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в исходной смеси: 1 – 0.8, 2 – 1.35.

нов. При молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 1.35$ (рис.3, кривая 2) в исходной реакционной смеси на кривых ДТА наблюдается эндотермический эффект при 400–500°C, связанный с разложением некоторого количества гидроксида кальция, не вступившего в реакцию. На кривых ДТА всех образцов эндотермический эффект при 80–170°C связан с удалением адсорбционной воды из пор и межслоевого пространства гидрометасиликата кальция, при 680–689°C – с дегидроксилированием и удалением из него мостиковых групп, а при 761–778°C – с разложением небольшого количества карбоната кальция, всегда присутствующего в синтетических гидрометасиликатах кальция [18]. Этот эндотермический эффект декарбонизации всегда переходит в экзотермический эффект превращения гидрометасиликата кальция C-S-H (I) в волластонит. Потеря воды в процессе дегидратации не связана с резким нарушением структуры, а только сопровождается образованием в этом диапазоне почти аморфной промежуточной фазы, которая выше 800°C резко переходит в волластонит.

Изменение в структуре обработанных диатомитов в зависимости от молярного отношения в реакционной смеси и продолжительности обработки отражается на их физико-химических свойствах (табл.2). Так, например, плотность обработанных диатомитов для всех значений молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ в реакционной смеси всегда выше плотности исходного диатомита, что, вероятно, связано с совершенствованием структуры гидрометасиликата кальция. Насыпная масса вначале до молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.2$ несколько снижается, а при $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \geq 0.4$ становится выше исходного диатомита.

Обработка диатомитов известковым молоком приводит к резкому увеличению удельной поверхности (табл.2). Удельная поверхность образцов с 19 м²/г для исходного диатомита повышается до 257 м²/г для обработанного диатомита при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.4$.

Пористость (табл.2) обработанных диатомитов при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.1$ –0.4 больше исходных, а затем начинает снижаться.

Изотермы адсорбции паров воды и бензола (рис.4, 5) имеют гистерезис характерный для слоистых адсорбентов [14]. Излом на десорбционных ветвях паров воды (рис.4) в интервале $P/P_s = 0.25$ –0.3 и ширина гистерезиса увеличиваются с ростом содержания в обработанных диатомитах фазы C-S-H (I). На изотермах адсорбции паров бензола (рис.5) излом на десорбционных ветвях в интервале $P/P_s = 0.25$ вызван частичным проникновением молекул бензола в межпакетное пространство гидросиликатов кальция. Гистерезис на изотермах паров воды и бензола и несовпадение ветвей адсорбции и десорбции во всем интервале относительных давлений P/P_s от 0 до 1 обусловлены лишь капиллярно-конденсационными явлениями.

По изотермам адсорбции рассчитаны параметры пористой структуры гидрометасиликата кальция (табл.3). Общий объем пор достигает максимального значения $(0.121\text{--}0.728) \times 10^{-6}$ м³/г при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.4$. Средний радиус пор (табл.3) при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.1$ –0.5 остается неизменным 11 Å, при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.6$ имеет минимальное значение 9 Å, а при дальнейшем повышении молярного отношения $\text{CaO}:\text{SiO}_2$ до 0.7–1.25 увеличивается до 12–13 Å.

Табл.2. Некоторые физико-химические свойства диатомита после их известковой обработки при 95°C до 6 час

Молярное отношение CaO:SiO ₂ в исходной смеси	Продолжительность обработки, час	Насыпная масса, кг/м ³	Плотность, кг/м ³	Пористость, %	Удельная поверхность, м ² /г
Исходный диатомит	-	140	1620	91.4	19
0.1	1				97
	2	128	1670	92.3	99
	3				98
	4	120	1730	93.1	104
	5				101
	6	120	1850	93.5	104
0.4	1				220
	2	167	1700	90.2	229
	3				240
	4	157	1790	91.2	257
	5				212
	6	154	1900	91.9	217
0.8	1				100
	2	186	1720	89.2	126
	3				156
	4	178	1810	90.01	160
	5				170
	6	176	1920	90.8	152
1.25	1				106
	2	187	1710	89.1	115
	3				134
	4	185	1808	89.8	143
	5				125
	6	180	1900	90.05	148
1.35	1				104
	2	185	1710	89.2	111
	3				133
	4	182	1800	89.9	140
	5				145
	6	180	1830	90.4	159

В табл.4 приведены адсорбционные и фильтрационные свойства обработанного диатомита и традиционных фильтрующих порошков «Специаль-2» и «Кизельгур». Отличительной особенностью гидрометасиликата кальция C-S-H (I) на основе диатомита Цовинарского месторождения является несжимаемость фильтрующего слоя, что позволяет сохранять в нем сквозные поры, способные пропускать жидкость, но улавливать и удалять широкий диапазон загрязняющих веществ из жидкостей. Эти свойства гидрометасиликата кальция способствуют обеспечению высокой степени очистки органических растворителей при достаточно большой скорости фильтрации.

Проведенные исследования показывают (табл.4), что гидрометасиликат

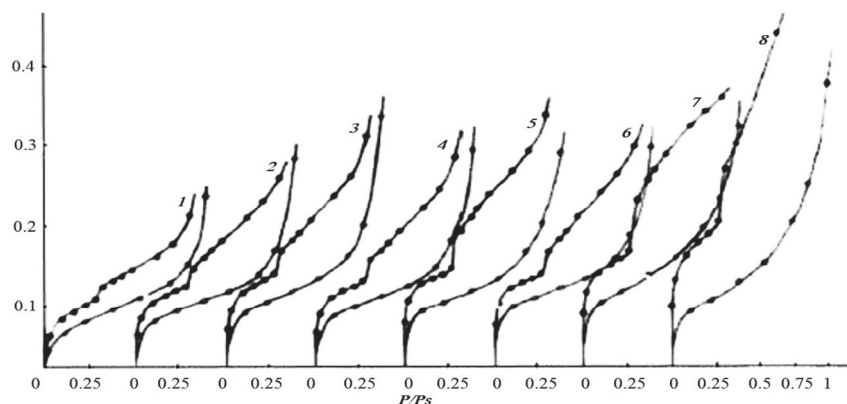


Рис.4. Изотермы адсорбции паров воды при температуре 20°C обработанных образцов при температуре обработки 95°C/6 час, молярном отношении CaO:SiO₂ в исходной смеси: 1 – 0.2, 2 – 0.3, 3 – 0.4, 4 – 0.5, 5 – 0.6, 6 – 0.7, 7 – 0.8, 8 – 1.25.

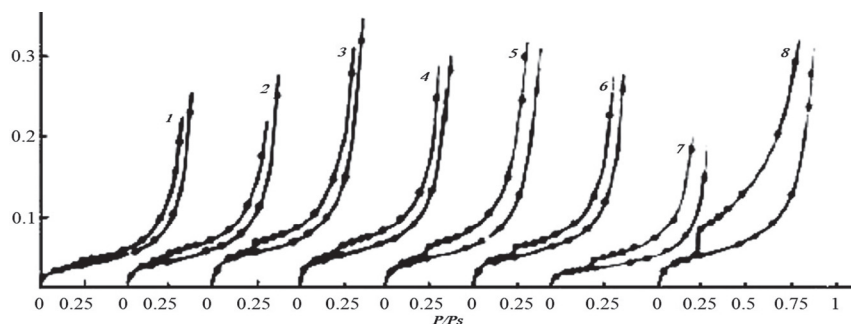


Рис.5. Изотермы адсорбции паров бензола при температуре 20°C обработанных образцов при температуре обработки 95°C/6 час, молярном отношении CaO:SiO₂ в исходной смеси: 1 – 0.2, 2 – 0.3, 3 – 0.4, 4 – 0.5, 5 – 0.6, 6 – 0.7, 7 – 0.8, 8 – 1.25.

кальция типа С-S-H (I) по скорости фильтрации не уступает, а по адсорбционной способности значительно превосходит известные фильтрующие порошки «Кизельгур» и «Специаль-2», обеспечивая высокую степень очистки органического растворителя – перхлорэтилена [9, 22].

Табл.3. Адсорбционно-структурные характеристики диатомитов после их известковой обработки при 95°C/6 час

Молярное отношение CaO:SiO ₂ обработанных образцов	Удельная поверхность, м ² /г	Общий объем пор при * P/Ps = 0.95, 10 ⁻⁶ м ³ /г		Средний Радиус пор, Å
		по адсорбции азота	по адсорбции паров воды	
0.2	157	-	0.636	11
0.3	-	-	0.640	11
0.4	257	-	0.728	11
0.5	164	-	0.660	11
0.6	152	-	0.510	9
0.7	-	-	0.658	12
0.8	102	-	0.565	13
1.0	136	-	-	-
1.25	140	-	0.775	13

Табл.4. Адсорбционные и фильтрационные свойства диатомита после известковой обработки при 95°C/6 час и при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.4$

Порошок	Исходный перхлорэтилен			
	Продолжительность фильтрации, с	Скорость фильтрации, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{с})$	Светопропус- кание*, %	Степень отбелива- ния, %
Обработанный Диатомит	65	8.2	78	72.8
«Специаль-2»	75	7.8	45	40.2
«Кизельгур»	78	7.3	41	35.6

* Светопропускание исходного загрязненного перхлорэтилена – 25 %

4. Заключение

Проведенные комплексные исследования позволяют сделать вывод о том, что при известковой обработке диатомита Цовинарского месторождения образуются слабо закристаллизованные гидрометасиликаты кальция $x\text{CaO} \cdot y\text{SiO}_2 \cdot z\text{H}_2\text{O}$ типа С-S-H (I).

Установлено, что наибольшая величина удельной поверхности и общего объема пор при известковой обработке диатомита достигается при молярном отношении $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0.4$. Выявлено, что с увеличением продолжительности известковой обработки средний радиус пор остается практически постоянным.

Изотермы адсорбции паров воды и бензола после их известковой обработки имеют гистерезис, характерный для слоистых адсорбентов.

Показано, что гидрометасиликат кальция типа С-S-H (I) на основе диатомита Цовинарского месторождения по скорости фильтрации не уступает, а по адсорбционной способности 1.8–2 раза превосходит традиционные фильтрующие порошки «Кизельгур» и «Специаль–2».

ЛИТЕРАТУРА

1. S. Dal, M. Sutcu, M. Gok, O. Gencel. J. Korean Ceram. Soc., **57**, 184 (2020).
2. Т.А. Авакян. Изв. НАН РА, Наука о земле, **9**, 46 (2003).
3. E. Stefanou, N. Kantiranis, K. Chatzicharalambous, C. Mytiqlaki, M. Stamatakis, G. Georgiadis. Minerals, **12**, 523 (2022).
4. О.М. Мдивнишвили. Кристаллохимические основы регулирования свойств природных сорбентов. Тбилиси, Мецинереба, 1983.
5. H. Elden, G. Morsy, M. Bokr. Asian Journal of Materials Science, **2**, 121 (2010).
6. Z.M. Senol, D. Senol Arslan, S. Simsek. J. Radioanal. Nucl. Chem, **321**, 791 (2019).
7. A. Reka, T. Anovski, S. Bogoevski, B. Pavlovski, B. Boškovski. Geologica Macedonica, **28**, 121 (2014).
8. Z. Ren, Y. He, R. Zheng, Z. Guo, H. Gao, X. He, F. Wu, X. Ji. Colloids and Surfaces. A Physicochemical and Engineering Aspects, **636**, 128134 (2021).
9. A. G. Manukyan. Inorganic Materials, **60**, 581 (2024).

10. **Z. Guo, Z. Ren, H. Gao, J. Guan, P. Li, Y. He, Z. Chen.** Materials Chemistry and Physics, **314**, 128791 (2024).
11. **M. Adjissa, N. Bouzidi, K. Ikkour, S. Ouhenia, O. Benlounes, N. Lamrani.** Clay Minerals, **59**, 179 (2024).
12. **A. Przybek, M. Łach, M. Hebdowska-Krupa, K. Miernik, J. Mikula** Frontiers in Materials, **11**, 1 (2024).
13. **А.Г. Манукян, В.Р. Арутюнян.** Неорганические материалы, **5-6**, 379 (2025).
14. **С. Грег, К. Синг.** Адсорбция, удельная поверхность, пористость. Москва, Мир, 1970.
15. **А.И. Пономарев.** Методы химического анализа силикатных и карбонатных горных пород. Москва, Изд. АН СССР, 1961.
16. **П.П. Дмитриев.** Известковая активация природных минеральных сорбентов для нефтепродуктов. Ташкент, ФАН, 1975.
17. **А.П. Солоненко, А.И. Блесман, Д.А. Полонянкин.** Динамика систем, механизмов и машин, **6**, 215 (2018).
18. **Ф. Либау.** Структурная химия силикатов. Москва, Мир, 1988.
19. **F.W. Taylor.** The Calcium Silicate Hydrates of Cements. London, New York, Academic Press, 1964.
20. **И.И. Плюснина.** Инфракрасные спектры минералов. Москва, Изд. МГУ, 1976.
21. **А.Г. Манукян.** Химия и химическая технология. Ереван, Изд. ИОНХ НАН РА, 2019.
22. **Ю.А. Убаськина, М.Б. Алехина.** Физикохимия поверхности и защита материалов, **59**, 122 (2023).

SYNTHESIS AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF C-S-H (I)-TYPE CALCIUM HYDROSILICATE BASED ON DIATOMITE

A.G. MANUKYAN, V.R. HARUTYUNYAN

The effect of lime treatment on the structure and physicochemical properties of the purest variety of diatomite from the Tsovinar deposit (Armenia) was investigated. Chemical analysis, X-ray diffraction (XRD), infrared (IR) spectroscopy, differential thermal and thermogravimetric (DTA/TG) analyses, and low-temperature nitrogen adsorption were employed to characterize the obtained materials. The results demonstrate that lime treatment of diatomite is not limited to modification of its surface chemistry but, under certain conditions, leads to the destruction of the primary diatomite structure and the formation of new poorly crystalline compounds, namely calcium hydrosilicates of the C-S-H (I) type with an undefined chemical composition. XRD analysis revealed that at molar ratios of $\text{CaO}:\text{SiO}_2 \leq 0.8$ in the reaction mixture, the resulting products are predominantly composed of the CaH_2SiO_4 phase together with SiO_2 . The adsorption–structural properties of calcium hydrosilicate were investigated using water vapor and benzene adsorption isotherms, and the parameters of its porous structure were calculated from these data. The effectiveness of C-S-H (I)-type calcium hydrosilicate as a filtering and adsorptive material was demonstrated.