

Химия твердого тела

УДК 548.3

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГЛИН НИЖНЕУВЕЛЬСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*А.А. Щербаков, Н.Ф. Солодкий, В.В. Викторов,
В.М. Жестков, А.С. Сериков, М.С. Клепиков*

Физико-химическими методами (РСА, ДТА, масс-спектрометрия, атомно-эмиссионным) исследован химический состав глины Нижнеувеельского месторождения. Установлено, что глина Нижнеувеельского месторождения относится к полукислому глинистому сырью. Установлена эмпирическая формула для Нижнеувеельской глины.

Ключевые слова: Нижнеувеельская глина, физико-химические свойства глин.

Введение

Глинистые породы, благодаря наличию технически ценных свойств доступности, имеют широкое применение в различных отраслях промышленности [1]. Они используются в производстве изделий строительной, грубой и тонкой керамики, огнеупорных материалов, цемента, в литейном производстве, бумажной, резиновой промышленности и т. д. [2].

Большинство керамических заводов России используют качественные, но дорогостоящие импортные глины. Актуальным вопросом является замена импортных глин на глины месторождений России [3].

На Урале выявлен целый ряд крупнейших месторождений, освоенных промышленностью (Троицко-Байновское, Белкинское, Курьинское, Нижнеувеельское, Южноуральское (Берлинское)) и ряд других. Всего на Урале известно более 200 месторождений огнеупорных и тугоплавких глин. Однако изученность большинства из них еще далеко не достаточно.

Глины Нижнеувеельского месторождения отличаются разнообразием по содержанию минеральных примесей.

Целью данной работы являлось: изучение химического, фракционного состава глины Нижнеувеельского месторождения.

Экспериментальная часть

Образцы глины взяты из забоя действующего карьера и с отгрузочного склада. Пробы глин были распределены на фракции с помощью набора сит [4]. Для каждой фракции и валовой пробы был проведен химический анализ.

Химический состав глин контролировали спектральными методами на приборе ARL-3410, рентгенофлуоресцентным анализом на СРМ-25 Прокаленные смеси исследовали рентгенографически на дифрактометре ДРОН-3М с K_{α} -излучением кобальта. Спектры дифференциально-термического и масс-спектрометрического анализов получали на приборе Netzch Jupiter. Анализ проводили со скоростью нагрева 20 °С в минуту, в кислородно-аргоновой смеси от комнатной температуры до 1100 °С.

Обсуждение результатов

Химический состав проб нижнеувеельской глины приведен в табл. 1.

По содержанию Al_2O_3 нижнеувеельская глина относится к полукислому глинистому сырью. По количеству Fe_2O_3 и TiO_2 – к сырью со средним содержанием красящих оксидов.

Химический состав отдельных фракций глины в сравнении с валовой пробой приведен в табл. 2.

По данным табл. 2 видно, что фракция выше 0,06 мм представляет собой чистый кремнезем с незначительным количеством примесей механического характера. Отмытые от кварца фракции глины менее 0,06 мм имеют более высокое содержание глинозема.

Таблица 1

Химический состав глин Нижнеуельского месторождения

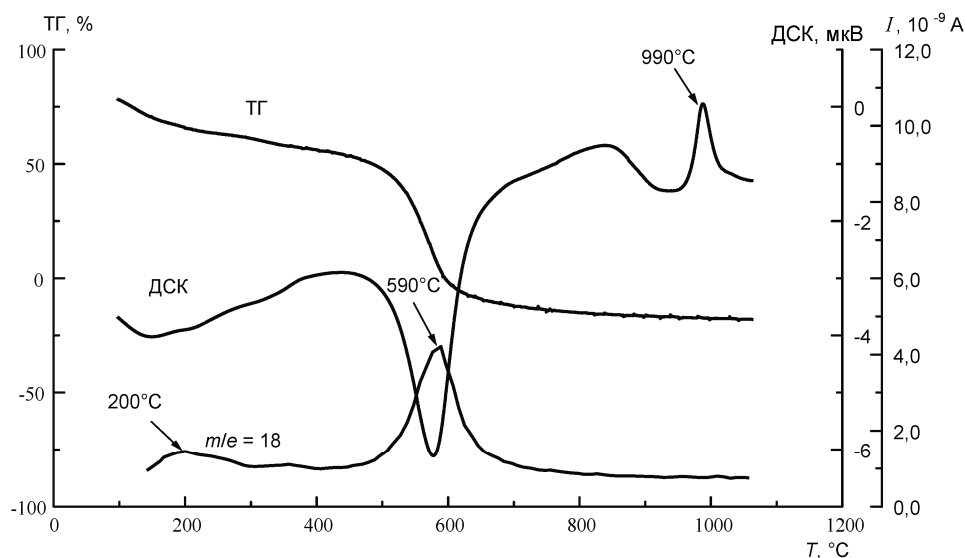
№ п/п	Место отбора проб	Содержание оксидов, %								
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.
1	Карьер валовая	57,74	27,18	1,36	2,96	0,24	0,48	0,36	0,26	9,42
2	Карьер	58,42	27,34	1,28	1,40	0,28	0,40	0,68	0,36	8,32
3	Карьер	54,35	27,60	1,50	3,34	0,30	1,70	0,71	0,18	10,16
4	Карьер	60,30	25,17	1,38	1,78	<0,10	1,27	0,84	0,18	8,92
5	Карьер	52,82	28,55	1,36	3,39	0,59	1,48	0,54	0,19	11,02
6	Карьер	57,75	24,26	1,58	4,17	0,59	1,48	0,46	0,23	9,36
7	Склад	63,09	24,05	1,30	2,16	0,28	0,36	0,54	0,20	8,02
8	Склад	64,52	19,84	1,20	2,38	0,30	1,21	0,62	0,13	9,50

Таблица 2

Химический состав валовой пробы № 3 и её отдельных фракций

Проба	Содержание на прокаленное вещество, %								
	п.п.п.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	
Валовая проба	10,16	54,35	27,60	1,50	3,34	0,30	1,70	0,71	
НУ-2, фракция > 0,06 мм	0,48	96,92	–	1,54	1,02	0,56	–	Неопр.	
НУ-2, фракция < 0,06 мм	9,19	58,56	29,42	–	1,39	0,69	0,72	Неопр.	
НУ-2, фракция > 1 мкм	9,82	56,43	28,40	1,62	2,81	0,53	0,75	0,69	

Термограмма нижнеуельской глины подтверждает её каолиновый состав. Эндо- и экзотермические эффекты у глины несколько размыты, протекают в более широком температурном интервале. Это обусловлено воздействием модифицированных превращений кварца на поведение каолинита при нагревании (см. рисунок).



Термограмма нижнеуельской глины пробы 3

На термограмме в области температур 20–600 °C наблюдаются 2 экзоэффекта, обусловленные удалением абсорбционной влаги – 150–170 °C и 2 эффект-разложение гидрослюдов, что хорошо согласуется с литературными данными [6]. Потеря массы в данном температурном интервале составляет величину ~10–12 %. Дальнейшее нагревание пробы не ведет к изменению массы. Проведенный одновременно с термогравиметрическим, масс-спектрометрический анализ показал, что при температурах 180 °C и 580 °C наблюдается максимум выделения воды ($m/e=18$).

Химия твердого тела

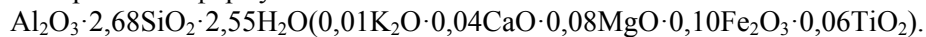
Экзотермический эффект при 900–1000 °С сопровождается начинающимся превращением кварца в тридимит.

Структурные формулы нижеуевельской глины, рассчитанные по данным химического состава фракций ниже 1 мкм, имеют вид:

структурная формула



эмпирическая формула



Глинистая составляющая (фракция менее 1 мкм), судя по рассчитанным структурной и эмпирической формулам, а также проведенным рентгенографическим и термографическим исследованиям, соответствует каолиниту.

В нижеуевельской глине присутствует галлузит и свободный кремнезем. В соответствии с этим, эмпирическая формула нижеуевельской глины имеет вид $Al_2O_3 \cdot 2,68SiO_2 \cdot 2,55H_2O$, а отношение $Al_2O_3:SiO_2$ составляет 0,64. Кроме кремнезема в глинистой составляющей нижеуевельской глины присутствует в равномерно распределенном виде гидрослюда железа, придающие глине розоватый оттенок. Примеси снижают огневые свойства глины.

Поведение глин в системе «глина–вода» [5] и при спекании в основном определяется размерами частиц глинистого вещества, которые составляют основу керамической массы.

Дисперсность влияет также на пластичность, связующую способность и усадку глин при сушке и обжиге.

Гранулометрический состав нижеуевельских глин позволяет отнести их к тонко- и среднедисперсным. Содержание фракций менее 1 мкм изменяется в значительных пределах (табл. 3).

Таблица 3

Гранулометрический состав глин

№ пробы	Содержание фракций, % (диспергатор – пирофосфат натрия)				
	> 0,05 мм	0,05–0,01 мм	0,01–0,005 мм	0,005–0,001 мм	< 0,001 мм
1	2,52	1,66	1,37	13,36	80,00
2	–	4,18	1,18	8,46	86,18
3	19,87	16,64	6,91	11,26	45,32
4	5,60	2,52	1,30	11,12	79,46
5	20,01	67,88	4,55	9,66	53,67
6	6,65	5,06	6,45	23,92	47,92
7	5,36	9,54	10,02	21,86	53,22
8	1,21	4,95	6,22	21,57	66,05

Наиболее мелкодисперсным является ситовой остаток нижеуевельской глины, основное количество зерен кварца в котором имеет размер 0,2–0,088 мм.

Выводы

Физико-химическими методами (РСА, ДТА, масс-спектрометрия, атомно-эмиссионным) был исследован химический состав глины Нижеуевельского месторождения. Установлено, что глина Нижеуевельского месторождения относится к полукислоте глинистому сырью. По содержанию Al_2O_3 нижеуевельская глина относится к полукислоте глинистому сырью. По количеству Fe_2O_3 и TiO_2 к сырью со средним содержанием красящих оксидов. Установлена эмпирическая формула для нижеуевельской глины.

Литература

1. Солодкий, Н.Ф. Минерально-сырьевая база Урала для керамической, огнеупорной и стекольной промышленности: справ. пособие / Н.Ф. Солодкий, А.С. Шамриков, В.М. Погребенков; под ред. проф. Г.Н. Масленниковой. – Томск: Аграф-Пресс, 2009. – 332 с.
2. Авидон, В.П. Предварительные испытания глин в полевых условиях / В.П. Авидон. – М.: Госгеолтехиздат. – 1963. – 127 с.
3. Кашеев, И.Д. Физико-химические свойства керамической массы с использованием нижеуевельской глины / И.Д. Кашеев, О.В. Турлова // Стекло и керамика. – 2010. – № 6. – С. 10–12.

4. Августиник, А.И. Методы исследования и контроля в производстве фарфора и фаянса / А.И. Августиник, И.Я. Юрчак. – М.: Изд-во «Легкая индустрия». – 1971. – 432 с.
5. Галабутская, Е.А. Система глина–вода: учеб. пособие / Е.А. Галабутская. – Львов: Главполиграфиздат. – 1962. – 212 с.
6. Гегузин, Я.Е. Физика спекания / Я.Е. Гегузин. – М.: Наука. – 1967. – 360 с.

Поступила в редакцию 20 марта 2011 г.

PHYSICAL-CHEMICAL COMPOSITION OF THE NIGNEUVELYSKAYA'S CLAY

Physical-Chemical composition of the Nigneuvelyskaya's clay was characterized by physical-chemistry methods (XRD, DTA, MS atomic emission methods). It was investigated that the Nigneuvelyskaya's clay could be classified as semiacid argillous raw material. It was found the empiric formula of the Nigneuvelyskaya's clay.

Keywords: Nigneuvelyskaya's clay physical-chemical properties of clays.

Sherbakov Anatolii Anatolievich – Postgraduate Student, Chemistry Department Chelyabinsk State Pedagogical University. Lenin av., 69, Chelyabinsk, Russia, 454080.

Щербakov Анатолий Анатольевич – аспирант кафедры химии, Челябинский государственный педагогический университет. 454080, Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 69.

E-mail: sherbakov_tolik@mail.ru

Solodkii Nikolai Fedorovich – PhD (Technical), scientific consultant, ООО «Ceramic Desk». Sports av., 13, Yuzhnouralsk, Russia, 457040.

Солодкий Николай Федорович – кандидат технических наук, научный консультант, ООО «Керамическое бюро» 457040, Южноуральск, Спортивная, 13.

E-mail: keramicbyuro@yandex.ru

Zhestkov Viktor Michailovich – PhD (Technical), Associate Professor, South Ural State University. Lenin av., 76, Chelyabinsk, Russia, 454080.

Жестков Виктор Михайлович – кандидат технических наук, доцент, Южно-Уральский государственный университет. 454080, Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 76.

Viktorov Valery Viktorovich – Dr.Sc. (Chemistry), Professor, Chelyabinsk State Pedagogical University. Lenin av., 69, Chelyabinsk, Russia, 454080.

Викторов Валерий Викторович – доктор химических наук, профессор, Челябинский государственный педагогический университет. 454080, Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 69.

E-mail: viktorovvv.cspu@mail.ru

Serikov Alexander Sergeevich – Post-Graduate Student, Chemistry Department Chelyabinsk State Pedagogical University. Lenin av., 69, Chelyabinsk, Russia, 454080.

Сериков Александр Сергеевич – аспирант кафедры химии, Челябинский государственный педагогический университет. 454080, Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 69.

E-mail: 7243201@mail.ru

Klepikov Maxim Sergeevich – Postgraduate Student, Chemistry Department Chelyabinsk State Pedagogical University. Lenin av., 69, Chelyabinsk, Russia, 454080.

Клепиков Максим Сергеевич – аспирант кафедры химии, Челябинский государственный педагогический университет. 454080, Челябинск, пр. им. В.И. Ленина, 69.

E-mail: francuz_kms@mail.ru