

ISSN 2518-170X (Online),
ISSN 2224-5278 (Print)

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ГЕОЛОГИЯ ЖӘНЕ ТЕХНИКАЛЫҚ ҒЫЛЫМДАР
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ
ГЕОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК



SERIES
OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

5 (425)

ҚЫРҚҮЙЕК – ҚАЗАН 2017 ж.
СЕНТЯБРЬ – ОКТЯБРЬ 2017 г.
SEPTEMBER – OCTOBER 2017

ЖУРНАЛ 1940 ЖЫЛДАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ЖУРНАЛ ИЗДАЕТСЯ С 1940 г.
THE JOURNAL WAS FOUNDED IN 1940.

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р ы

э. ғ. д., профессор, ҚР ҰҒА академигі

И.К. Бейсембетов

Бас редакторының орынбасары

Жолтаев Г.Ж. проф., геол.-мин. ғ. докторы

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

Абаканов Т.Д. проф. (Қазақстан)
Абишева З.С. проф., академик (Қазақстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Әзірбайжан)
Бакиров А.Б. проф., (Қырғыстан)
Беспаев Х.А. проф. (Қазақстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Қазақстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Қазақстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Тәжікстан)
Грэвис Р.М. проф. (АҚШ)
Ерғалиев Г.К. проф., академик (Қазақстан)
Жуков Н.М. проф. (Қазақстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Қазақстан)
Қожахметов С.М. проф., академик (Қазақстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Ресей)
Курскеев А.К. проф., академик (Қазақстан)
Курчавов А.М. проф., (Ресей)
Медеу А.Р. проф., академик (Қазақстан)
Мұхамеджанов М.А. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Нигматова С.А. проф. (Қазақстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Қазақстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Қазақстан)
Сейтов Н.С. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., корр.-мүшесі (Қазақстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (АҚШ)
Штейнер М. проф. (Германия)

«ҚР ҰҒА Хабарлары. Геология мен техникалық ғылымдар сериясы».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Меншіктенуші: «Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы» РҚБ (Алматы қ.).

Қазақстан республикасының Мәдениет пен ақпарат министрлігінің Ақпарат және мұрағат комитетінде 30.04.2010 ж. берілген №10892-Ж мерзімдік басылым тіркеуіне қойылу туралы куәлік.

Мерзімділігі: жылына 6 рет.

Тиражы: 300 дана.

Редакцияның мекенжайы: 050010, Алматы қ., Шевченко көш., 28, 219 бөл., 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Қазақстан Республикасының Ұлттық ғылым академиясы, 2017

Редакцияның Қазақстан, 050010, Алматы қ., Қабанбай батыра көш., 69а.

мекенжайы: Қ. И. Сәтбаев атындағы геология ғылымдар институты, 334 бөлме. Тел.: 291-59-38.

Типографияның мекенжайы: «Аруна» ЖК, Алматы қ., Муратбаева көш., 75.

Г л а в н ы й р е д а к т о р
д. э. н., профессор, академик НАН РК

И. К. Бейсембетов

Заместитель главного редактора

Жолтаев Г.Ж. проф., доктор геол.-мин. наук

Р е д а к ц и о н н а я к о л л е г и я:

Абаканов Т.Д. проф. (Казахстан)
Абишева З.С. проф., академик (Казахстан)
Агабеков В.Е. академик (Беларусь)
Алиев Т. проф., академик (Азербайджан)
Бакиров А.Б. проф., (Кыргызстан)
Беспаяев Х.А. проф. (Казахстан)
Бишимбаев В.К. проф., академик (Казахстан)
Буктуков Н.С. проф., академик (Казахстан)
Булат А.Ф. проф., академик (Украина)
Ганиев И.Н. проф., академик (Таджикистан)
Грэвис Р.М. проф. (США)
Ергалиев Г.К. проф., академик (Казахстан)
Жуков Н.М. проф. (Казахстан)
Кенжалиев Б.К. проф. (Казахстан)
Кожаметов С.М. проф., академик (Казахстан)
Конторович А.Э. проф., академик (Россия)
Курскеев А.К. проф., академик (Казахстан)
Курчавов А.М. проф., (Россия)
Медеу А.Р. проф., академик (Казахстан)
Мухамеджанов М.А. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Нигматова С.А. проф. (Казахстан)
Оздоев С.М. проф., академик (Казахстан)
Постолатий В. проф., академик (Молдова)
Ракишев Б.Р. проф., академик (Казахстан)
Сейтов Н.С. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Сейтмуратова Э.Ю. проф., чл.-корр. (Казахстан)
Степанец В.Г. проф., (Германия)
Хамфери Дж.Д. проф. (США)
Штейнер М. проф. (Германия)

«Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук».

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Собственник: Республиканское общественное объединение «Национальная академия наук Республики Казахстан (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №10892-Ж, выданное 30.04.2010 г.

Периодичность: 6 раз в год

Тираж: 300 экземпляров

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2017

Адрес редакции: Казахстан, 050010, г. Алматы, ул. Кабанбай батыра, 69а.

Институт геологических наук им. К. И. Сатпаева, комната 334. Тел.: 291-59-38.

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75

E d i t o r i n c h i e f

doctor of Economics, professor, academician of NAS RK

I. K. Beisembetov

Deputy editor in chief

Zholtayev G.Zh. prof., dr. geol-min. sc.

E d i t o r i a l b o a r d:

Abakanov T.D. prof. (Kazakhstan)
Abisheva Z.S. prof., academician (Kazakhstan)
Agabekov V.Ye. academician (Belarus)
Aliyev T. prof., academician (Azerbaijan)
Bakirov A.B. prof., (Kyrgyzstan)
Bespayev Kh.A. prof. (Kazakhstan)
Bishimbayev V.K. prof., academician (Kazakhstan)
Buktukov N.S. prof., academician (Kazakhstan)
Bulat A.F. prof., academician (Ukraine)
Ganiyev I.N. prof., academician (Tadjikistan)
Gravis R.M. prof. (USA)
Yergaliev G.K. prof., academician (Kazakhstan)
Zhukov N.M. prof. (Kazakhstan)
Kenzhaliyev B.K. prof. (Kazakhstan)
Kozhakhmetov S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Kontorovich A.Ye. prof., academician (Russia)
Kurskeyev A.K. prof., academician (Kazakhstan)
Kurchavov A.M. prof., (Russia)
Medeu A.R. prof., academician (Kazakhstan)
Muhamedzhanov M.A. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Nigmatova S.A. prof. (Kazakhstan)
Ozdoev S.M. prof., academician (Kazakhstan)
Postolatii V. prof., academician (Moldova)
Rakishev B.R. prof., academician (Kazakhstan)
Seitov N.S. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Seitmuratova Ye.U. prof., corr. member. (Kazakhstan)
Stepanets V.G. prof., (Germany)
Humphery G.D. prof. (USA)
Steiner M. prof. (Germany)

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology sciences.

ISSN 2518-170X (Online),

ISSN 2224-5278 (Print)

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 10892-Ж, issued 30.04.2010

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,
<http://nauka-nanrk.kz/geology-technical.kz>

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2017

Editorial address: Institute of Geological Sciences named after K.I. Satpayev
69a, Kabanbai batyr str., of. 334, Almaty, 050010, Kazakhstan, tel.: 291-59-38.

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 5, Number 425 (2017), 249 – 254

**B. K. Kenzhaliyev, S. A. Omarova, A. I. Manapova, S. S. Temirova, K. R. Plekhova,
B. M. Sukurov, M. N. Kvyatkovskaya, G. K. Zhumabekova, L. U. Amanzholova**Institute of Metallurgy and Ore beneficiation, Almaty, Kazakhstan.
E-mail: rin-abd@mail.ru; a32745@gmail.com; a.omarova.saltanat@gmail.com**RECEIVING STONE CASTING FROM THE ASH-AND-SLAG**

Abstract. Researches were carried out for obtaining stone casting from a mix material by heating at 1300 °C consisting of ash-and-slag from burning Ekibastuz coal and limestone. The amount of limestone added in the mix material was chosen from the calculation in the mix material of the molar ratio of the alkali and acid components $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 0.7$. The addition of limestone calcium oxide promotes the polymerization of the glass phase, increasing the crystallization ability of the melt. As a result of melting ash-and-slag with limestone in the specified conditions, a cast stone casting of black color was obtained. Casting was represented by artificial mineral phases – a skeleton – like light gray mass, a darker homogeneous matrix, dark, almost black impregnations and formations filling microcracks. According to the results obtained on a raster microscope, stone casting is represented by phases: the phase of iron hydroxides with an admixture of Ca and Si; phase ferroakermanite ($\text{Ca}_2\text{FeSi}_2\text{O}_7$), the amount of which is about 0 %; phase of the host matrix represented by gehlenite with the formula $\text{Ca}_2\text{AlSiAlO}_7$ and the melilite phase. The results of thermal analysis at 1261.6 °C melt the triple eutectic of the $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--SiO}_2$ system. The eutectic is anorthite (CaSi_2O_7), gehlenite (C_2A_3) and α -tridymite.

During the stone casting samples test the following data were obtained: comprehensive strength – 120 MPa, water absorption – 0.953 %, density – 2900 kg/m³, the frost resistance meets the standard GOST 7025-91 "Brick and stones, ceramic and silicate" for heat-resistant stone casting products requirements.

Keywords: ash-and-slag, limestone, mix material, stone casting, eutectic.

УДК 669.7.018.672

**Б. К. Кенжалиев, С. А. Омарова, А. И. Мананова, С. С. Темирова, К. Р. Плехова,
Б. М. Сукуров, М. Н. Квятковская, Г. К. Жумабекова, Л. У. Аманжолова**

Институт металлургии и обогащения, Алматы, Казахстан

ПОЛУЧЕНИЕ КАМЕННОГО ЛИТЬЯ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВ

Аннотация. Проведены исследования получения при температуре 1300 °C каменного литья из шихты состоящей из золошлака от сжигания экибастузского угля и известняка. Количество добавляемого в шихту известняка выбрано из расчета получения в шихте молярного отношения щелочной и кислой составляющей $\text{CaO}:\text{SiO}_2=0,7$. Добавление оксида кальция известняка способствует полимеризации стеклофазы, повышая кристаллизационную способность расплава. В результате плавания золошлака с известняком в указанных условиях получено монолитное каменное литье черного цвета. Литье представлено искусственными минеральными фазами – скелетоподобной светло-серой массой, более темной однородной матрицей, темными почти черными вкраплениями и образованиями заполняющие микротрещины. По результатам полученном на растровом микроскопе каменное литье представлено фазами: фаза гидроксидов железа с примесью Ca и Si; фаза ферроакерманита ($\text{Ca}_2\text{FeSi}_2\text{O}_7$), количество которой составляет около 70 %; фаза вмещающей матрицы представленной геленитом с формулой $\text{Ca}_2\text{AlSiAlO}_7$ и фаза мелилита. По результатам термического анализа при 1261,6 °C плавится тройная эвтектика системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--SiO}_2$. Эвтектику составляют анортит (CaSi_2O_7), геленит (C_2AS) и α -тридимит.

При испытаниях образцов каменного литья определены параметры прочности при сжатии – 120 МПа, водопоглощения – 0,953 %, плотности – 2900 кг/м³ и морозостойкости, которые соответствуют требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 7025–91 «Кирпич и камни керамические и силикатные» к термостойким изделиям каменного литья.

Ключевые слова: золошлак, известняк, шихта, каменное литье, эвтектика.

Введение. Каменное литье относится к искусственным силикатным кристаллическим материалам, получаемым путем плавления при 1400 – 1450 °С горных пород или шлаков с необходимыми добавками с последующей тепловой обработкой разлитого по формам расплава. В качестве горных пород испльзуют в основном базальт и диабаз. Процесс плавки каменного литья осуществляется в электродуговых или газовых печах, аналогично плавке металла.

Изделия из каменного литья обладают высокой химической и атмосферостойкостью, механической прочностью и долговечностью. Разработан ассортимент выпускаемых изделий – плитки, трубы, изделия цокольных частей зданий, различные рельефные изделия, тепло и звукоизоляционные материалы и так далее.

Исходя из потребности рынка и необходимости комплексной утилизации техногенных отходов, одним из которых является золошлак, исследована возможность получения каменного литья из золошлака и извести.

Результаты исследований. В работе использован золошлак от сжигания экибастузского угля на ТЭЦ 2 г. Алматы (таблицы 1, 2). Золошлак образуется в результате совместного гидросмыва золы–уноса и шлака осуществляемого по существующей технологии.

Таблица 1 – Химический анализ золошлака

Table 1 – Chemical analysis of ash-and-slag

Элемент	Содержание, %	Элемент	Содержание, %
Na ₂ O	0,94	CaO	2,5
K ₂ O	0,34	SO ₃	0,164
MgO	0,804	MnO	0,2
SiO ₂	44,2	TiO ₂	0,98
Al ₂ O ₃	20,7	Fe ₂ O ₃	9,1
P ₂ O ₅	0,33	п.п.	19,742

Таблица 2 – Рентгенофазовый анализ* золошлака

Table 2 – X-ray phase analysis of ash-and-slag

Соединение	Формула	%
Силлиманит	Al ₂ SiO ₅	32,5
Муллит	Al(A _{1,83} Si _{1,08} O _{4,85})	27,2
Геденбергит	CaFe+2Si ₂ O ₆	12,4
Кварц	SiO ₂	8,7
Гематит	Fe ₂ O ₃	6,7
п.п.		12,5

*Рентгенофазовый анализ выполнен в АО «ИМиО» Слюсаревым А.П. на дифрактометре D8 Advance (BRUKER), излучение α -Cu.

Результаты ИКС-анализа (рисунок 1) показали присутствие в пробе золы кварца α -SiO₂ – 1163, 1084, 797, 779, 695, 463, 397, 373 см⁻¹ и муллита – 915, 559 см⁻¹.

Для определения гранулометрического состава золы использовали ситовой анализ (таблица 3).

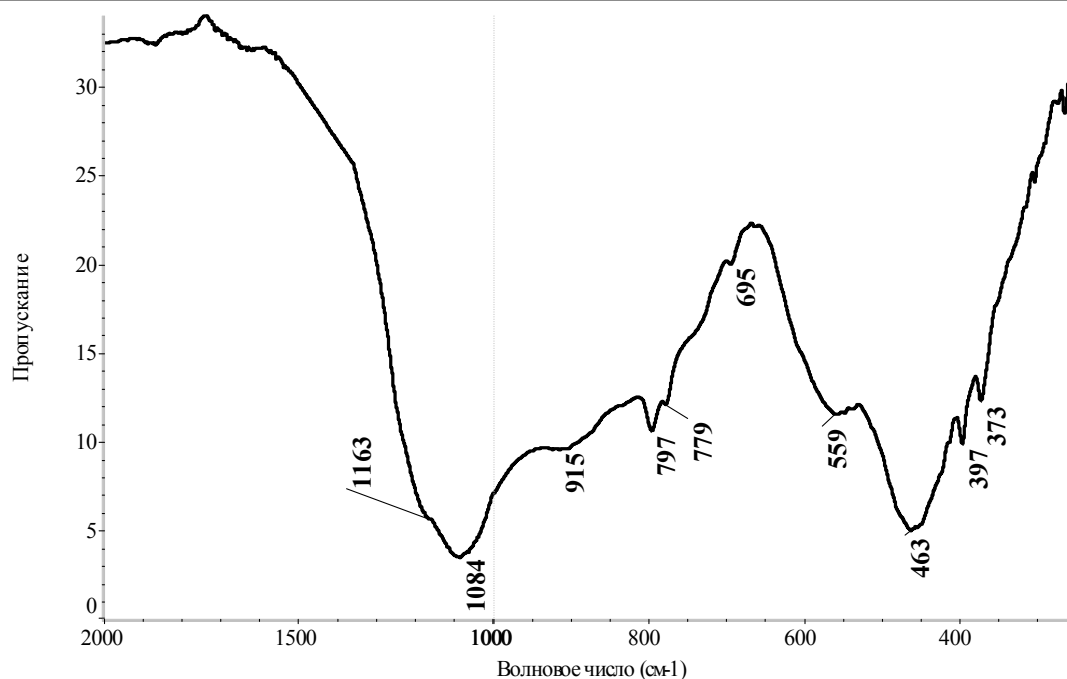


Рисунок 1 – Инфракрасный спектр золошлака

Figure 1 – Infrared spectrum of ash-and-slag

Таблица 3 – Ситовой анализ золошлака

Table 3 – Sieve analysis of ash-and-slag

Класс крупности, мм	Выход класса, %	Содержание, %				Распределение, %			
		SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	TiO ₂
+1,0	11,7	44,59	12,22	16,92	0,96	11,77	13,6	9,88	11,4
-1,0 +0,25	10,4	43,79	8,36	20,56	0,92	10,26	8,3	10,67	10,0
-0,25 +0,1	57,5	44,24	8,98	20,65	0,98	58,0	49,0	59,2	58,3
-0,1 +0,056	13,6	43,14	14,63	20,23	0,92	13,21	18,9	13,72	13,0
-0,056 +0	6,8	44,35	15,68	19,31	1,11	6,76	10,2	6,53	7,3
Итого	100					100	100	100	100

Из результатов ситового анализа золошлака следует, что его основная масса около 60,0 %, представлена классом -0,25+0,1 мм. Крупность материала позволила проводить дальнейшую переработку без предварительного измельчения.

Количество добавляемого известняка было выбрано из расчета получения в шихте молярного отношения щелочной и кислой составляющей $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = 0,7$. Оксид кальция известняка способствует полимеризации стеклофазы, повышая кристаллизационную способность расплава. В результате получили шихту в которой содержание щелочноземельного элемента CaO составило допустимые 25 %, расплавы с более высоким содержанием щелочноземельного элементов дают значительную усадку при затвердевании. Температура при плавлении составляла 1300 °C, продолжительность 45 минут. Плавление проводили в графитовом тигле в муфельной печи.

Проведены физико-химические исследования состава каменного литья методами химического, рентгенофазового, кристаллооптического, электронно-зондового микроскопического и термического анализов.

Химический состав каменного литья, масс %: Na₂O 0,878; MgO 0,918; Al₂O₃ 16,877; SiO₂ 36,125; P₂O₅ 0,429; SO₃ 0,064; K₂O 0,260; CaO 24,94; TiO₂ 0,880; MnO 0,255; Fe₂O₃ 10,4; п.п. 7,974.

Рентгенофазовый анализ каменного литья показал, что основными фазами являются, масс. %: акерманит 70,4; геленит 20,6; мелилит 9,0.

Согласно кристаллооптического анализа материал каменного литья внешне черный, однородный, с редкими порами. Литье представлено искусственными минеральными фазами – скелетоподобной светло-серой массой, более темной однородной матрицей с темными, почти черными, вкраплениями и заполняющие микротрещины образованиями.

На электронно-зондовом микроскопе каменное литье представлено фазами гидроксидов железа с примесью Ca, Si (от матрицы), ферроакерманита, геленита (феррогеленит – $\text{Ca}_2\text{FeSiAlO}_7$) и мелилитом (рисунок 2).

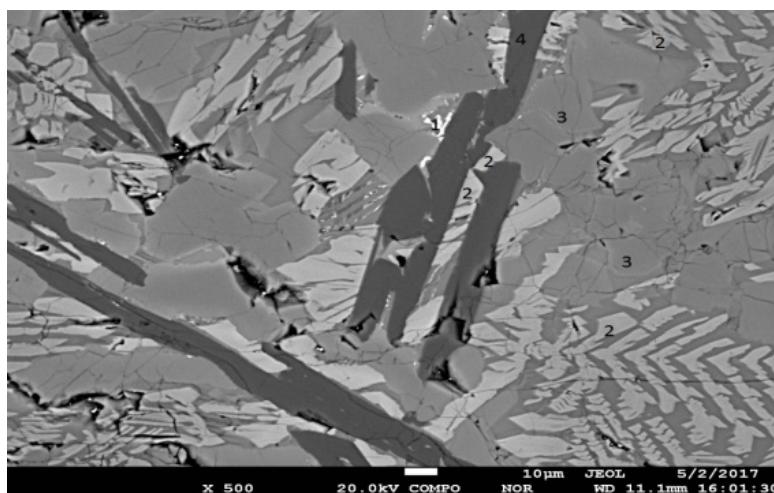


Рисунок 2 – Каменное литье. Электронно-зондовый микроскоп, режим COMPO, увел. 500: 1 – гидроксиды железа с примесью Ca, Si (от матрицы); 2 – ферроакерманит; 3 – геленит (феррогеленит – $\text{Ca}_2\text{FeSiAlO}_7$); 4 – мелилит

Figure 2 – Stone casting. Electron probe microscope, COMPO mode, magnification 500: 1 – iron hydroxides with an admixture of Ca, Si (from the matrix); 2 – ferroacermanite; 3 – gehlenite (ferrogehlenite – $\text{Ca}_2\text{FeSiAlO}_7$); 4 – melilite

Скелетоподобная фаза – ферроакерманит (фаза 2) преобладает в пробе и по данным рентгенофазового анализа составляет около 70 %. Его формула $\text{Ca}_2\text{FeSi}_2\text{O}_7$ с расчетными содержаниями элементов, масс. %: Ca 26,35; Fe 18,36; Si 18,47; O 36,82. Содержание компонентов искусственной фазы (таблица 4) несколько отличается от расчетной, но незначительно. По оптическим константам минерал одноосный отрицательный, $n_o = 1,690$, $n_e = 1,673$.

Таблица 4 – Состав искусственных минеральных фаз каменного литья

Table 4 – Artificial mineral phases' composition of stone casting

Название фазы	Содержание элементов %								
	Ca	Al	Si	O	Fe	Mg	Mn	Ti	Na
Оксиды железа Фаза 1	9,66 -10,90	1,74-2,17	6,15-7,07	34,31-4,53	43,26-4,80	–	1,20-1,40	0,68-1,53	–
Ферро-акерманит Фаза 2	17,12-7,41	3,58-6,60	12,94-13,42	38,04-9,68	21,03-6,22	0,74	–	1,10-1,36	–
Геленит Фаза 3	28,29	10,76	12,06	41,42	5,35	1,23	–	-	–
Мелилит Фаза 4	14,61	15,52	18,32	47,29	4,26	–	–	-	0,88

Фаза вмещающей матрицы представлена геленитом с формулой $\text{Ca}_2\text{AlSiAlO}_7$ (фаза 3). Её расчетный состав следующий, масс. %: Ca 29,25; Al 19,66; Si 10,24; O 40,85. Наличие небольшого количества железа объясняется присутствием в ней примеси, в виде твердого раствора, ферроакерманитовой молекулы, содержащей железо.

Качественный состав четвертой фазы в виде черных под микроскопом и на снимках электронного зонда образований (фаза 4) аналогичен вышеописанным фазам, но отличается по содержанию слагающих минеральную фазу компонентов (таблица 4). По данным рентгенофазового анализа в пробе в количестве 9 % отмечается мелилит. Это разновидность акерманита, но в данном случае она, как и вышеописанные фазы, не содержит магния.

Термический анализ каменного литья был проведен с использованием прибора синхронного термического анализа STA 449 F3 Jupiter. На кривой ДТА (рисунок 3 а) проявились эндотермические эффекты с максимальным развитием при 911,5 °С и 1229,5 °С. Первый эффект развит на фоне интенсивного снижения массы навески, что видно из хода кривой ТГ. На кривой ДТГ ему соответствует минимум при 907,1 °С. На ниспадающей ветви этого минимума проявился слабый эффект с экстремумом при 836,2 °С. Совокупность вышеописанных эффектов, зафиксированных на термических кривых в области температур 600–1000 °С отражает разложение карбоната кальция. Наличие дополнительного минимума (836,2 °С) может быть проявлением карбоната кальция другой дисперсности. Эндотермический эффект с экстремумом при 1229,5 °С является проявлением плавления пробы. На кривой dДТА в области развития этого эффекта проявились два эндотермических эффекта с экстремумами при 1218,8 °С и 1225,2 °С. т.е. плавление пробы проходит поэтапно. Первый эффект может быть проявлением плавления 2FeOSiO_2 . Также на кривой dДТА зафиксирован слабый эндотермический эффект с максимальным развитием при 1200,2 °С. Предположительно, его можно отнести к проявлению энантиотропного полиморфного превращения CaOSiO_2 . Слабый экзотермический эффект с пиком при 1160 °С также предположительно можно интерпретировать как проявление твердофазной реакции. Очень слабый эндотермический эффект на кривой dДТА с экстремумом при 773,4 °С может быть отнесен к плавлению $\text{K}_2\text{O}_4\text{SiO}_2$.

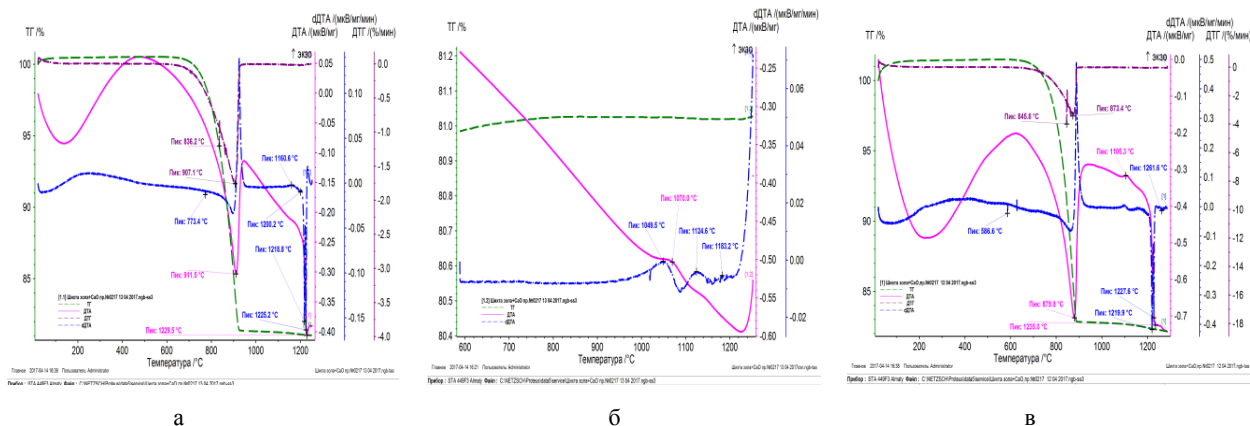


Рисунок 3 – Дериватограмма каменного литья:

а – скорость нагрева 10 °/мин; б – ДТА охлаждения пробы; в – скорость нагрева 15 °/мин

Figure 3 – Derivatogram of stone casting: а – heating rate 10 °/min; б – DTA sample cooling; в – heating rate 15 °/min

На кривой ДТА (рисунок 3 б), полученной в ходе охлаждения пробы, проявился растянутый экзотермический эффект с пиком при 1070 °С. На кривой dДТА зафиксированы два интенсивных, растянутых экзотермических эффекта с пиками при 1124,6 °С и 1049,5 °С. Также проявился слабый экзотермический эффект с пиком при 1183,2 °С, который можно интерпретировать как обратное полиморфное превращение CaOSiO_2 .

Проведен термический анализ при скорости нагрева 15 °С/мин (рисунок 3 в). Здесь, на кривой ДТА наблюдается экзотермический эффект с пиком при 1105,3 °С, который можно отнести к проявлению твердофазной реакции. На кривой dДТА, после интенсивных эффектов плавления проявился еще один, менее интенсивный эффект, с максимальным развитием при 1261,6 °С. Этот эффект является завершающим этапом плавления исследуемой пробы. При этой температуре может плавиться тройная эвтектика системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--SiO}_2$, которую составляют анортит (CaSi_2), геленит (C_2AS) и α -тридимит.

Полученные образцы каменного литья испытывали на соответствие требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 7025–91 «Кирпич и камни керамические и силикатные».

Определена прочность при сжатии образцов каменного литья, она составила 120 МПа, что соответствует величине прочности изделий термостойкого каменного литья.

Водопоглощение каменного литья определяли при атмосферном давлении в воде температурой 20 ± 5 °С. Получена величина водопоглощения 0,953 %.

Средняя плотность образцов каменного литья составила 2900 кг/м^3 .

Морозостойкость образцов каменного литья определяли при объемном замораживании. В результате испытаний изменения массы и прочности образцов не произошло. Дефектов поверхности не обнаружено.

Таким образом, из шихты состоящей из золошлака от сжигания экибастузского угля и известняка при температуре 1300 °С получено монолитное каменное литье черного цвета основной фазой которого является ферроакерманит. По результатам термического анализа литья при 1261,6 °С плавится тройная эвтектика системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--SiO}_2$. Эвтектику составляют анортит (CaSiO_3), геленит (C_2AS) и α -тридимит. Определенные параметры прочности, водопоглощения, плотности и морозостойкости каменного литья показали его соответствие требованиям межгосударственного стандарта ГОСТ 7025–91 к изделиям термостойкого каменного литья.

**Б. К. Кенжалиев, С. А. Омарова, А. И. Манапова, С. С. Темирова, К. Р. Плехова,
Б. М. Сукуров, М. Н. Квятковская, Г. К. Жумабекова, Л. У. Аманжолова**

Металлургия және кен байыту институты, Алматы, Қазақстан

КҮЛҚОЖДАН ТАС ҚАЛЫПТАУ АЛУ

Аннотация. Экибастұз көмірін және әкті өртегеннен қалған күлқождан тұратын шихтадан 1300 °С температурада тас қалыптауды алу зерттеу жұмыстары жүргізілді. Шихтаға қосатын әктің мөлшері – сілті және қышқылдың шихтадағы молярлы қатынасы $\text{CaO}:\text{SiO}_2=0,7$ құрайтын есеппен алынды. Кальций оксидін әкті қосу, балқыманың кристаллдану қасиетін арттыра отырып, шыныфазаның полимерленуіне әсер етеді. Көрсетілген жағдайда күлқожды әкпен балқыту нәтижесінде кара түсті монолитті тас қалыптау алынды. Қалыптау жасанды минералды фазамен, қаңқатәрізді ашық сұр қоспа, қанық біртекті матрицасымен, қанық тіпті кара дақтарымен және микротесіктерді толтыратын заттармен ұсынылған. Растрлі микроскоптан алынған нәтижелер бойынша тас қалыптау келесі фазалармен ұсынылған: темір гидроксид фазасы Ca және Si қоспаларымен, құрамы 70% құрайтын ферроакерманит фазасы ($\text{Ca}_2\text{FeSi}_2\text{O}_7$), формуласы $\text{Ca}_2\text{AlSiAlO}_7$ матрицаны сыйғызатын геленитпен ұсынылған фаза және мелилит фазасы. Термиялық талдау нәтижесінде 1261,6 °С температурада $\text{Al}_2\text{O}_3\text{--CaO--SiO}_2$ жүйесінің үштік эвтектикасы балқиды. Эвтектиканы анортит (CaSiO_3), геленит (C_2AS) және α -тридимит құрайды.

Тас қалыптау үлгілерін сынағанда келесі көрсеткіштер анықталды: қысу беріктігі 120 МПа; сусіңіру 0,953%; орташа тығыздығы 2900 кг/м^3 ; аязғатөзімділік. Бұл көрсеткіштер тас қалыптаудың ыстыққатөзімді бұйымдарына ГОСТ 7025 – 91 «Кірпіш және тастар керамикалық және силикатты» мемлекетаралық стандарт талаптарына сай келеді.

Түйін сөздер: күлқож, әк, шихта, тас қалыптау, эвтектика.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

www.nauka-nanrk.kz

ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print)

<http://geolog-technical.kz/index.php/kz/>

Верстка *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.10.2017.

Формат 70x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.

18,9 п.л. Тираж 300. Заказ 5.