

Влияние химического состава на процесс кристаллизации и структуру фторфлогопитового литья

Исследовано влияние стеклообразующих катионов фторфлогопита (Si^{4+} , Al^{3+}), выраженных посредством алюмосиликатного модуля (M) и анионной части (F^{-}) на свойства литого фторфлогопитового материала. Установлено, что для изученных материалов характерно зональное строение, которое зависит от химического состава и чистоты шихтовых компонентов. Мелкокристаллическое строение и оптимальный набор свойств имеет фторфлогопитовый материал с алюмосиликатным модулем $M = 4$ при содержании фтора 9-11 %мас.

Ключевые слова: слюда, фторфлогопит, алюмосиликаты, литые фасонные изделия, жаропрочные футеровочные материалы.

Свойства литого фторфлогопитового материала сильно зависят от изменения его строения, фазового состава, морфологии фаз, вида используемых исходных сырьевых материалов и их соотношения в шихте.

При исследовании условий и возможности получения литых фторфлогопитовых материалов установлено, что на макро- и микроструктуру отливок чистота сырьевых материалов существенного влияния не оказывает, так как большинство примесей изоморфно замещают Al^{3+} , Si^{4+} , Mg^{2+} в калиевом фторфлогопите или же входят в состав стеклофазы. Решающее влияние на структуру литого материала оказывает режим охлаждения отливок, а также соотношение исходных компонентов, участвующих в слюдообразовании [1, 2]. Зависимость свойств литого материала от состава и структуры литья была установлена [3] при изучении макро- и микрошлифов, фазового состава литых изделий, используемых в литейном производстве и цветной металлургии. Так, при изоморфном замещении части Si^{4+} на Al^{3+} резко возрастает протяженность промежуточной (транскристаллитной) зоны, с одновременным увеличением размера кристаллов фторфлогопита в центральной зоне.

Для оптимизации состава шихты и приведения его в соответствие с технологическими условиями приготовления фторфлогопитового расплава, устанавливают влияние величины алюмосиликатного модуля (отношения ионов кремния к ионам алюминия, основных сеткообразующих катионов фторфлогопита) и содержания фтора на свойства литого материала [4]. Необходимость такого исследования обусловлена тем, что вводимое количество фтора в шихте в 1,5 раза больше стехиометрического. В процессе плавки часть фтора улетучивается. Следовательно, количество фтора в расплаве зависит от температурно-временных параметров плавки, что в результате оказывает решающее влияние на свойства литого материала отливок. Исследования проводили в условиях экспериментальной базы ФТИМС НАНУ, применив ранее отработанную и апробированную методику [3].

Расплав получали в лабораторной электродуговой печи емкостью 20 кг. Опытные отливки, имеющие

размеры 260x230x50 мм с прибыльной частью высотой 60 мм, отливали вертикально в песочно-глинистые формы. Свойства полученных материалов, особенности их формирования изучали, определяя макро- и микростроение, фазовый состав, физико-механические и другие характеристики. На первой серии плавов расчетные значения алюмосиликатного модуля составляли 2, 3 и 4 при содержании фтора около 10,75 %мас. Во второй серии плавов расчетные значения фтора составляли 6, 9 и 12 %мас., при величине алюмосиликатного модуля около 3. Химический состав шихтовых компонентов приведен в табл. 1, расчетные составы опытных шихт – в табл. 2, химический состав полученных материалов – в табл. 3.

Образцы 1-5 получены на основе технически чистых материалов, образцы 6-11 – на основе чистых химических реактивов марки «ч». Составы 8-11 аналогичны составам 1-4, соответственно. Приведенные данные (табл. 3) показывают, что составы полученных материалов отличаются от стехиометрического состава фторфлогопита содержанием основных компонентов: SiO_2 , Al_2O_3 и F_2 . Так, в материалах 1-3 и 7-10 содержание SiO_2 составляет 31,9-43,7 %мас. (в стехиометрическом составе – 42,8 %мас.), Al_2O_3 – 9,5-20,9 %мас. (в стехиометрическом составе – 12,1 %мас.), при этом содержание фтора изменяется от 10,1 до 12,3 %мас. (в стехиометрическом составе – 9,0 %мас.). В материалах 2, 4, 5, 9 и 11 содержание фтора составляет 7,5-14,2 %мас., а содержание SiO_2 и Al_2O_3 практически близкое к стехиометрическому. Содержание оксида калия в этих материалах составляет 10,1-12,6 %мас., MgO – 26,3-29,0 %мас. (в стехиометрическом составе 11,2 и 28,7 %мас., соответственно). Содержание CaO (0,4-1,7 %мас.) связано с различным его количеством в шихтовых составляющих.

Из приведенных данных следует, что калий, магний, кремний и алюминий при плавке практически полностью переходят из шихты в расплав. В то же время потери фтора достигают 16-23 %мас. от его исходного содержания в шихте, что объясняется его высоким давлением насыщенных паров, по сравнению с другими элементами формульного состава калиево-

Химический состав шихтовых материалов

Материал	Марка, ГОСТ, ТУ, месторождение	Содержание, %мас.									
		SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ SiF ₆	K ₂ CO ₃	AlF ₃	примеси	Σ
Кварцевый песок	Новоселовское	98,72	0,74	–	0,30	0,11	–	–	–	0,13	100,0
Окись алюминия	ТУ 2962-54 Для хроматографии	–	98,00	–	–	–	–	–	–	2,0	100,0
Окись магния	ГОСТ 4526-48	0,1	–	89,90	–	–	–	–	–	10,0	100,00
Калий кремнефтористый	ТУ 6-09-1650-72	–	–	–	–	–	99,00	–	–	1,0	100,00
Поташ	ГОСТ 4221-65	–	–	–	–	–	–	98,00	–	2,0	100,00
Алюминий фтористый	ТУ 6-09-1122-71	–	–	–	–	–	–	–	99,0	1,0	100,0

Таблица 2

Расчетные составы опытных шихт

Состав	Содержание компонентов, %мас.						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ SiF ₆	K ₂ CO ₃	AlF ₃	M = Si ⁴⁺ / Al ³⁺
1	30,7	16,0	27,8	25,5	–	–	1,91
2	34,7	11,8	28,0	25,5	–	–	2,99
3	37,0	9,5	28,0	25,5	–	–	3,92
4	37,4	11,9	28,2	17,1	5,4	–	2,90
5	34,0	7,0	26,8	25,5	–	6,7	2 90
6	25,0	21,0	28,0	26,0	–	–	1,30
7	29,3	15,2	26,5	29,0	–	–	2,00
8	30,7	16,0	27,8	25,5	–	–	2,00
9	34,7	11,8	28,0	25,5	–	–	2,95
10	37,0	9,5	28,0	25,5	–	–	3,93
11	37,4	11,9	28,2	17,1	5,4	–	2,89
12	34,7	11,8	28,0	25,5	–	–	2,99

Таблица 3

Химический состав полученных материалов

Материал №	Содержание компонентов, %мас.										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	FeO	CaO	F	Σ	F ₂ = O ₂	Σ
1	37,0	16,4	28,1	10,8	0,2	0,4	1,3	10,1	104,3	4,2	100,1
2	41,3	11,7	28,3	10,5	0,4	0,3	1,1	10,6	104,2	4,5	99,7
3	43,7	9,5	28,5	10,1	0,1	0,3	1,4	10,3	103,9	4,3	99,6
4	41,4	12,1	29,0	10,6	0,3	0,4	1,7	7,5	103,0	3,2	99,8
5	40,5	11,8	27,6	10,3	0,2	0,3	1,4	14,2	106,3	6,0	100,3
6	31,9	20,9	28,7	11,2	0,1	0,1	1,7	11,1	104,7	4,7	100,0
7	36,9	15,8	26,3	12,6	0,1	0,1	0,6	12,3	104,7	5,2	99,5
8	37,4	16,0	28,2	11,2	0,1	0,1	0,4	10,9	104,3	4,6	99,7
9	41,2	11,9	28,7	11,1	0,1	0,1	0,5	10,8	104,5	4,6	99,9
10	43,5	9,6	28,7	11,1	0,1	0,1	0,5	10,8	104,4	4,6	99,8
11	42,1	12,4	28,8	11,0	0,1	0,1	0,6	7,8	102,9	3,3	99,6
12	42,8	12,1	28,7	11,2	–	–	–	9,0	103,8	3,8	100,0

го фторфлогопита. Так, при исходном содержании фтора в шихте 9 %мас. его потери составляют 1,23 %мас., а при введении 13,2-13,5 %мас. – 2,3-2,4 %мас. Таким образом, при введении фтора в шихту в 1,5 раза больше стехиометрического (при расчетной формуле $KMg_3[Si_3AlO_{10}]F_3$), его потери возрастают в 2 раза.

Отливки полученных материалов имеют существенные различия в макростроении, характеризующиеся зональностью, подобной зональности строения металлических слитков. Характерным для всех материалов является наличие трех структурных зон: а) поверхностной (корковой);

б) промежуточной (транскристаллической); в) центральной (равноосной).

Поверхностная зона, как правило, имеет незначительную протяженность ~1~1,5 мм, что составляет 1-2 % толщины отливки и сложена в основном стеклофазой с включениями различно ориентированных кристаллов фторфлогопита размером до 0,5-0,6 мм.

Переходная зона, в зависимости от состава материала, имеет протяженность от 1-2 до 15-20 мм или от 1-2 до 30-40 % толщины отливки. Кристаллы фторфлогопита в этой зоне направлены перпендикулярно поверхности, что обусловлено теплофизическими условиями затвердевания отливки.

Центральная зона занимает основную площадь сечения отливки и сформирована крупными произвольно ориентированными кристаллами фторфлогопита, размер которых в среднем составляет от 1-3 до 12 мм.

Протяженность зон и размер кристаллов фторфлогопита, составляющих отдельные зоны, у разных образцов отличается (табл. 4). С увеличением величины алюмосиликатного модуля (М) наблюдается уменьшение зональности и размера кристаллов фторфлогопита, при этом структура материала становится однородной и равномерной. Эта тенденция наиболее четко проявляется у составов 1-3, полученных на техническом сырье. Так, материал 1 (М = 2) имеет наиболее ярко выраженную зональность и неоднородную крупнокристаллическую структуру с размером кристаллов фторфлогопита в центральной зоне до 12 мм (рис. 1, а). Переходная зона с субпараллельной структурой имеет протяженность ≈ 20 мм, размер кристаллов фторфлогопита – 3-5 мм.

Увеличение алюмосиликатного модуля до 3 (состав 2) приводит к формированию более однородной структуры (рис. 1, б). Протяженность переходной зоны существенно уменьшается и составляет 8-10 %, размер кристаллов фторфлогопита также уменьшается и в переходной зоне составляет 0,4-4,0 мм, а в центральной – 0,7-4,1 мм.

При алюмосиликатном модуле 4,0 (состав 3) получен материал с однородной мелкокристаллической

структурой, в которой зональность практически отсутствует (рис. 1, в). Размер кристаллов фторфлогопита составляет в переходной зоне 0,5-1,0 мм, в центральной – 0,5-2,2 мм.

В материалах 8-10, аналогичных по составу материалам 1-3, но полученных из чистого сырья, общая тенденция укрупнения структуры и увеличения размера кристаллов фторфлогопита с уменьшением алюмосиликатного модуля сохраняется, но зональность выражена менее явно. Эти материалы имеют практически однородную межкристаллическую структуру с размером кристаллов фторфлогопита в переходной зоне 0,5-2,0 мм, а в центральной – 0,4-2,1 мм.

Увеличение размера кристаллов фторфлогопита и укрупнение строения материала с применением технического сырья можно объяснить наличием в нем примесей, в частности, Ca^{2+} , Fe^{2+} , которые способствуют образованию легкоплавких эвтектик и уменьшению вязкости расплава, в котором создаются благоприятные условия роста кристаллов фторфлогопита, такое предположение подтверждается ранее сделанными работами других исследователей [5, 6]. Зависимость величины кристаллов фторфлогопита от алюмосиликатного модуля приведена на рис. 2.

Уменьшение М до 1,3 (образец 6) приводит к образованию материала с неоднородным мелкокристаллическим строением. Протяженность переходной зоны составляет не более 2 % с размером кристаллов фторфлогопита 0,2-1,4 мм соответственно, в центральной зоне размер кристаллов – 0,45-1,0 мм. Такое строение обусловлено многофазным составом материала. При изучении микростроения видно, что такой материал содержит в значительном количестве алюмомагнезиальную шпинель. Эта высокотемпературная фаза действует как модификатор 1 рода, играя роль центров кристаллизации и, следовательно, ускоряет кристаллизацию расплава и измельчает литую структуру материала.

При одинаковом значении М в образцах с изменяющимся содержанием фтора, повышение содержания фтора приводит к большему проявлению

Таблица 4

Макроструктура образцов фторфлогопитовых материалов

Образец №	Зоны					
	Корковая		Переходная		Центральная	
	протяженность, %	размер кристаллов фторфлогопита, мм	протяженность, %	размер кристаллов фторфлогопита, мм	протяженность, %	размер кристаллов фторфлогопита, мм
1	1-2	0,07-0,1	40	3,0-5,0	58-59	1-12
2	1-2	0,07-0,15	8-10	0,5-4,0	90-91	0,7-4,1
3	1-2	0,07-0,12	2	0,5-1,0	96-97	0,5-2,2
4	1-2	0,05-0,1	8-10	1,0-3,0	90-91	0,5-5,0
5	1-2	0,07-0,1	10-15	2,0-3,0	83-89	3,0-5,0
6	1-2	0,17-0,25	2	0,2-1,4	96-97	0,45-1,0
7	1-2	0,2-0,6	30	1,1-4,0	68-69	1,0-8,0
8	1-2	0,2-0,5	3-4	0,5-2,0	94-96	0,5-2,1
9	1-2	0,05-0,1	1-2	0,5-1,6	96-98	0,8-1,7
10	1-2	0,1-0,2	1-2	0,5-1,0	96-98	0,4-1,2
11	1-2	0,1-0,2	2	0,5-1,0	96-97	0,8-1,9

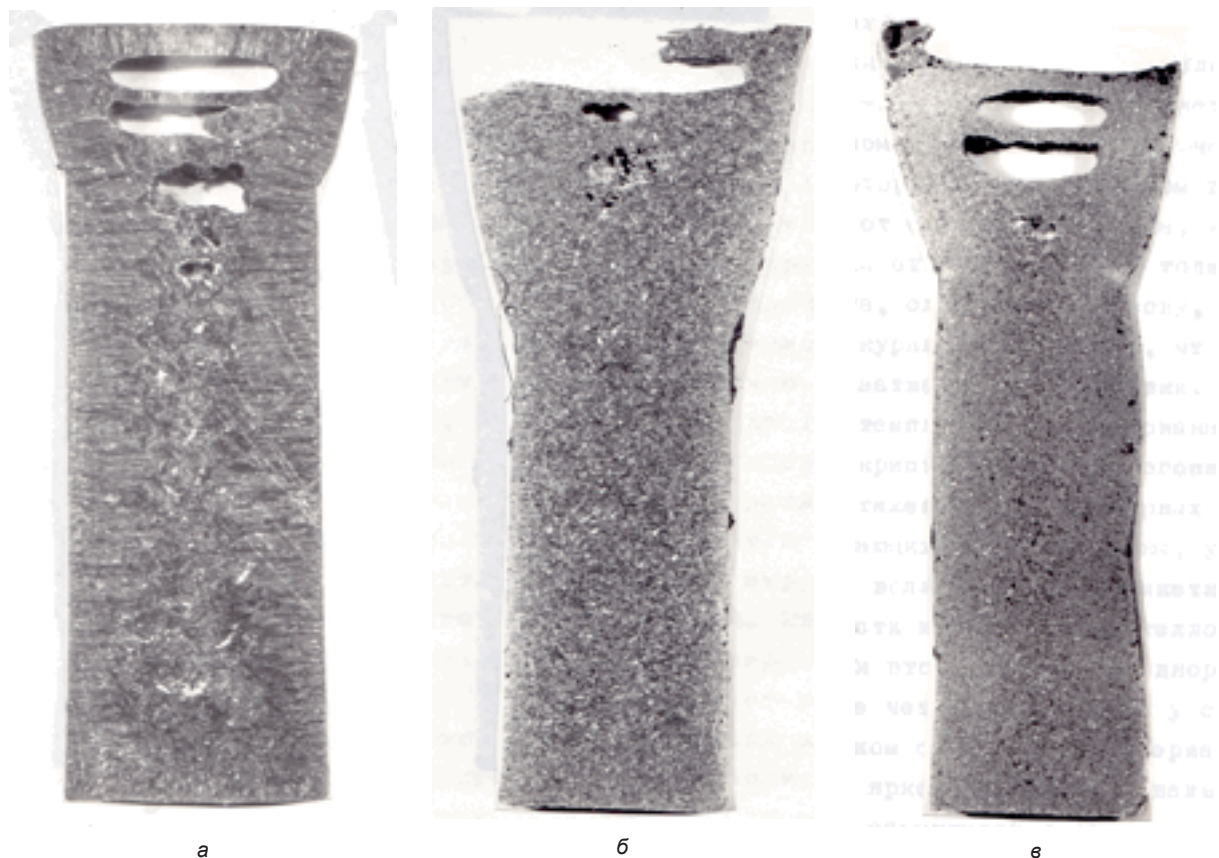


Рис. 1. Характерные макроструктуры полученных материалов: а – $M = 2$; б – $M = 3$; в – $M = 4$, где M – величина алюмосиликатного модуля

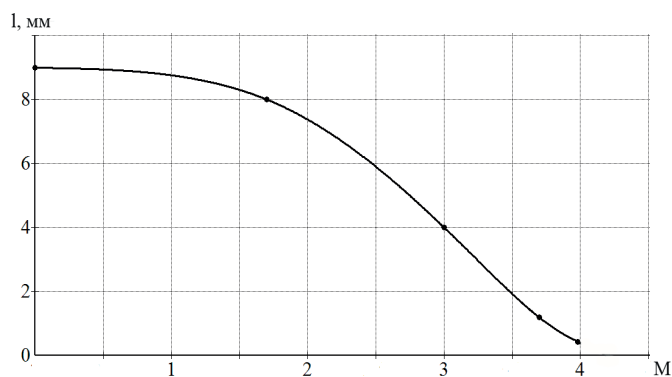


Рис. 2. Зависимость величины кристаллов фторфлогопита от значения алюмосиликатного модуля

зональности и увеличению размеров кристаллов фторфлогопита. Причем эта тенденция более четко проявляется при применении технического сырья. Так, материал образца 4, полученный при недостатке фтора (7,5 %) относительно стехиометрического состава, имеет протяженность переходной зоны 8-10 %, а в образце 5 (с увеличенным почти в 2 раза содержанием фтора относительно 4-го) протяженность этой зоны возрастает до 10-15 %. При этом, если в 4-ом образце строение – неоднородное и крупнокристаллическое, с размером кристаллов фторфлогопита в переходной зоне 1-3 мм, а в центральной – 0,5-5 мм, то в 5-ом – строение также крупнокристаллическое (с размером в этих зонах 2-3 и 3-5 мм соответственно), но более однородное.

В то же время материал образца 11, полученный из чистого сырья, при недостатке фтора по сравне-

нию со стехиометрией, не имеет зональности, структура его мелкокристаллическая, подобная материалам образцов 8-10.

Увеличение количества фтора по сравнению со стехиометрией при одновременном уменьшении M , с применением чистого сырья, приводит к получению крупнокристаллического материала (образец 7, $M = 2$, содержание фтора 12,3 %) с ярко выраженной зональностью. Протяженность переходной зоны составляет 30 % толщины отливки, размер кристаллов фторфлогопита в ней – 1,1-4,0 мм, а в центральной зоне – 1-8 мм.

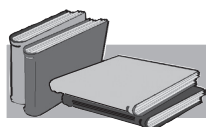
Таким образом, исследование особенностей макростроения позволило установить, что для изученных составов характерно зональное строение с различной протяженностью переходной зоны в зависимости от химического состава и чистоты применяемого сырья. Образование переходной зоны с субпараллельной структурой обусловлено условиями затвердевания и кристаллизации. Основным фактором, определяющим скорость процесса затвердевания литого расплава, является теплообмен в системе отливка-форма [7-10]. После образования коркового слоя поверхности отливки кристаллы фторфлогопита первой генерации продолжают расти со скоростью, определяемой температурными условиями затвердевания и степенью переохлаждения расплава. Вследствие образующегося в отливке градиента температур, кристаллы фторфлогопита растут преимущественно в направлении обратного теплоотводу, перпендикулярно поверхности отливки. Это также связано с анизотропией теплопроводности кристаллов

фторфлогопита, которая вдоль плоскости спайности в 10 раз выше, чем в перпендикулярном направлении, что является одной из причин различия в скорости роста по отдельным плоскостям: в плоскости спайности она в 5-10 раз выше, чем в перпендикулярном направлении [11, 12].

Различная протяженность переходной зоны при практически постоянных условиях затвердевания и кристаллизации отливок зависит от химического состава расплава, то есть при практически одинаковом теплопереносе движущей силой роста кристаллов является массоперенос, величина которого определяется вязкостью расплава [10, 11, 13]. При уменьшении M от 4,0 до 2,0 вязкость и энергия активации уменьшаются, что приводит к возрастанию скорости роста кристаллов фторфлогопита и увеличению как протяженности переходной зоны, так и размера кристаллов фторфлогопита в материале. Так, при минимальной вязкости у расплава 1 ($M = 2,0$) протяженность переходной зоны составляет 40 % толщины отливки, а величина кристаллов фторфлогопита достигает 10-12 мм. С повышением вязкости расплава, (образец 3 ($M = 4,0$)) почти в 2 раза, протяженность

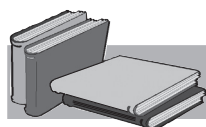
переходной зоны составляет 2 % толщины образца, а величина кристаллов фторфлогопита – 2,2 мм. Таким образом, поскольку вязкость полученных расплавов и величина кристаллов фторфлогопита функционально связаны с алюмосиликатным модулем, который является показателем химического состава, можно утверждать, что протяженность переходной зоны обуславливается химическим составом.

Наиболее благоприятной макроструктурой обладают материалы образцов 3 и 10, имеющие близкий химический состав. Строение этих материалов характеризуется значительным развитием центральной однородной кристаллической зоны с размером кристаллов фторфлогопита 0,1-3 мм. Суммарная протяженность остальных зон не превышает 1-3 мм. Концентрация фтора в расплаве и соотношение между кремнием и алюминием при прочих равных условиях, очевидно, определяют скорость зарождения и роста кристаллов фторфлогопита, фазовый состав материала и его свойства.



ЛИТЕРАТУРА

1. Новые материалы из оксидов и синтетических фторсиликатов / Тресвятский С. Г., Лопато Л. М., Вишневецкий В. Б. и др.; Под общ. ред. Тресвятского С. Г. – Киев: Наукова думка, 1982. – 204 с.
2. Кондратенко А. Д. Исследование слюдообразования и технологии получения слюдокристаллических материалов: автореф. дис. канд. техн. наук. – Киев, 1972. – 18 с.
3. Малявин А. Г., Руженцева М. К. Изучение строения и физико-механических свойств литого слюдокристаллического материала // Сб. Проблемы каменного литья. – 1975. – вып. 3. – Киев: Наукова думка. – С. 158–181.
4. Пархоменко М. А. Исследования по получению синтетических слюд и новых материалов на их основе. – Автореф. дис. канд. техн. наук. – Киев, 1965. – 18 с.
5. Бобр-Сергеев А. А. Синтез фторфлогопита из шихты на основе микроклина // В кн.: Рост кристаллов. – 1965. – № 6. – С. 393–406.
6. Аникин И. Н., Ишбулатов Р. А. Кристаллизация фторслюды из растворов в расплавах фторидов // ДАН СССР. – 1973. – № 4. – С. 942–945.
7. Хан Б. Х. и др. Затвердевание и кристаллизация каменного литья. – Киев: Наукова думка, 1969. – 163 с.
8. Баландин Г. Ф. Формирование кристаллического строения отливок. – М.: Машиностроение, 1978. – 287 с.
9. Вейник А. И. Теория затвердевания отливки. – М.: Машгиз, 1960. – 436 с.
10. Ефимов В. А. Разливка и затвердевание стали. – М.: Металлургия, 1976. – 552 с.
11. Аникин И. Н., Кочеткова Е. Е. Опыты по кристаллизации слюды на затравках // Тр. ВНИИСИМС. – 1960. – вып. 10. – С. 134–139.
12. Аникин И. Н. и др. Некоторые особенности кристаллов синтетической слюды // Тр. ВНИИСИМС. – 1969. – вып. 10. – С. 112–118.
13. Эйтель В. Физическая химия силикатов. – М.: Изд-во иностр. литер., 1962. – 1056 с.



REFERENCES

1. Tresviatsky S. G., Lopato L. M., Vishnevsky V. B. et al. (1982). Novye materialy iz oksidov i sinteticheskikh ftersilikatov [New materials from oxides and synthetic fluorosilicates. Ed. by Tresviatsky S. G.]. Kiev: Naukova dumka, 204 p. [in Russian].
2. Kondratenko A. D. (1972). Issledovanie sliudoobrazovaniia i tekhnologii polucheniiia sliudokristallicheskih materialov [Research of mica formation and technology of obtaining of micaceous crystalline materials]. Extended abstract of candidate's thesis. Kiev, 18 p. [in Russian].
3. Malyavin A. G., Ruzhentseva M. K. (1975). Izuchenie stroeniia i fiziko-mekhanicheskikh svoistv litogo sliudokristallicheskogo materiala [Study of the structure and physico-mechanical properties of the cast silt-crystalline material]. Kiev: Naukova dumka. Sb. Problemy kamennogo lit'ia, iss. 3, p. 158–181 [in Russian].

4. *Parkhomenko M. A.* (1965). Issledovaniia po polucheniiu sinteticheskikh sliud i novykh materialov na ikh osnove [*Studies on the production of synthetic micas and new materials based on them*] Extended abstract of candidate's thesis. Kiev, 18 p. [in Russian].
5. *Bobr-Sergeev A. A.* (1965). Sintez fluoroflogopita iz shikhty na osnove mikroklina [*Synthesis of fluorophlogopite from charge based on microcline*]. In the book: Growth of Crystals, no. 6, pp. 393–406 [in Russian].
6. *Anikin I. N., Ishbulatov R. A.* (1973). Kristallizatsiia ftorsliudy iz rastvorov v rasplavakh ftoridov [*Crystallization of fluoromica from solutions in melts of fluorides*]. DAN USSR, no. 4, pp. 942–945 [in Russian].
7. *Khan B. Kh. et al.* (1969). Zatverdevanie i kristallizatsiia kamennogo lit'ia [*Solidification and crystallization of stone casting*]. Kiev: Naukova dumka, 163 p. [in Russian].
8. *Balandin G. F.* (1978). Formirovanie kristallicheskogo stroeniia otlivok [*Formation of the crystalline structure of castings*]. Moscow: Mashinostroenie, 287 p. [in Russian].
9. *Veinik A. I.* (1960). Teoriia zatverdevaniia otlivki [*The theory of solidification of casting*]. Moscow: Mashgiz, 436 p. [in Russian].
10. *Efimov V. A.* (1976). Razlivka i zatverdevanie stali [*Casting and hardening of steel*]. Moscow: Metallurgii, 552 p. [in Russian].
11. *Anikin I. N., Kochetkova E. E.* (1960). Opyty po kristallizatsii sliudy na zatravkakh [*Experiments on the crystallization of mica on seeds*]. Tr. VNIISIMS, vol. 10, pp. 134–139 [in Russian].
12. *Anikin I. N.* (1969). Nekotorye osobennosti kristallov sinteticheskoi sliudy [*Some features of crystals of synthetic mica*]. Tr. VNIISIMS, iss. 10, pp. 112–118 [in Russian].
13. *Eitel' V.* (1962). Fizicheskaiia khimiia silikatov [*Physical chemistry of silicates*]. Moscow: Izdatel'stvo inostrannoi Literatury, 1056 p. [in Russian].

Анотація

Затуловський А. С., Малявін А. Г., Богатирьова Ж. Д., Щерецький В. О., Кузьменко О. А.
Вплив хімічного складу на процес кристалізації і структуру фторфлогопітового литва

Досліджено вплив склоутворюючих катіонів фторфлогопіту (Si^{4+} , Al^{3+}), виражених за допомогою алюмосилікатного модуля (M) і аніонної частини (F^-) на властивості литого фторфлогопітового матеріалу. Встановлено, що для вивчених матеріалів характерна зональна будова, яка залежить від хімічного складу і чистоти шихтових компонентів. Дрібнокристалічна будова і оптимальний набір властивостей має фторфлогопітовий матеріал з алюмосилікатним модулем $M = 4$ при вмісті фтору 9-11 %мас.

Ключові слова

Слюда, фторфлогопіт, алюмосилікати, литі фасонні вироби, жаростійкі футеровочні матеріали.

Summary

Zatulovsky A., Malyavin A., Bogatyreva Zh., Shcheretsky V., Kuz'menko A.
Influence of the chemical composition on the crystallization process and structure of fluorophlogopite casting

The influence of glass-forming fluorophlogopite cations (Si^{4+} , Al^{3+}), expressed by aluminosilicate module (M) and anionic part (F^-) on the properties of cast fluorophlogopite material is investigated. It is stated typical zonal structure for investigated materials, which depends on chemical composition and purity of charge components. The fine-crystalline structure and optimal set of properties have a fluorophlogopite material with an aluminosilicate module $M = 4$ with a fluorine content in range of 9-11 wt. %.

Keywords

Mica, fluorophlogopite, aluminosilicates, cast molded products, refractory lining materials.

Поступила 24.05.17