

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

М. Г. МАНВЕЛЯН, Э. Г. МАЛХАСЯН

ИЗМЕНЕНИЕ ШАМОТОВОГО ОГНЕУПОРНОГО МАТЕРИАЛА
ПРИ ЭЛЕКТРОВАРКЕ ЭЛЕКТРОКОЛБОЧНОГО СТЕКЛА

Изучение перехода огнеупорного материала печи в стекломассу при электронарке электроколбочного стекла имеет важное значение как в смысле установления процессов, происходящих между шамотом и стекломассой при высоких температурах, так и в смысле выяснения срока службы шамотового огнеупора в печах электросварки электроколбочного стекла.

Впервые переход шамота в стекломассу в полупромышленной электрической печи варки электроколбочного стекла был изучен сотрудниками Химического института АН Армянской ССР [1].

Ниже приводится химико-минералогическое изучение шамотовых брусьев после применения их в электрической печи варки электроколбочного стекла.

Шамотовые брусья по мере работы печи (в течение 7,5 мес.) постепенно разъедались и уменьшались в размерах. Уменьшение размеров брусьев при одних и тех же условиях, в зависимости от температуры варки происходило с определенной закономерностью: постепенным образованием отдельных слоев и одновременно постепенным уменьшением толщины слоев вследствие перехода соприкасающейся со стеклом части бруса в стекломассу (здесь не рассматриваются случаи, когда в стекломассу могут попасть отдельные мелкие куски шамота). С течением времени под воздействием высоких температур и вследствие миграции щелочей происходит определенное физико-химическое изменение в шамоте, сопровождающееся образованием отдельных оформившихся кристаллов. При сооружении печи были применены новые шамотовые брусья, имеющие гладкую поверхность. С течением времени вследствие воздействия потоков стекломассы и щелочных паров гладкая поверхность бруса превращалась в неровную, с удлиненными бороздками, покрытую тонким слоем стекломассы. Поверхность разъединенной части бруса напоминает совокупность отдельных сосулек (рис. 1).

Поперечный разрез шамотового бруса после его службы следующий: поверхностный слой шамотового бруса представляет собой стекло, названное вышеупомянутыми авторами „шамотовым стеклом“ (I) под этим стеклом замечается эмалеподобный слой (II), далее след.

6. Изв. ТН, № 1



Рис. 1. Шамотовый брус из осветлительной зоны электропечи после 7,5 месячной службы. Размер бруса 30×40×30 см.



Рис. 2. Шамотовый брус из осветлительно-выработочной зоны электропечи после 7,5 месячной службы. Размер бруса 30×40×30 см. I. Шамотовое стекло. II. Эмалезлобный слой (плезка), III. Фарфоровидный слой

дует фарфоровидная масса (III), затем слой обожженного шамота (белого цвета—IV), кирпично-желтоватый слой шамотового бруса (V), который завершается неизменной частью шамотового бруса (IV) рис. 2 и 3). Почти всегда шамотовое стекло с поверхности покрыто тонким слоем вырабатываемого стекла.

На рис. 3 показан горизонтальный разрез бруса, на котором ясно видны 3 слоя: более плотная беловатая часть с меньшим содержанием темнокрасных частиц (IV), кирпично-желтоватая часть с зер-

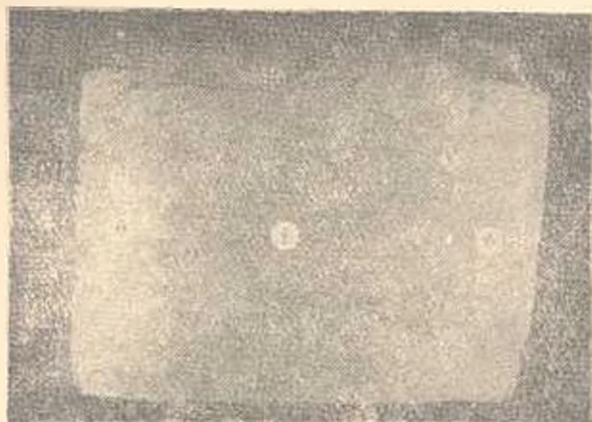


Рис. 3. Шамотный брус из выработочной зоны электропечи после 7,5 месячной службы. Размер $30 \times 40 \times 30$ см. IV. Обожженный слой, V. Кирпично-желтый слой шамотового бруса, VI. Неизмененный шамот.

нистой структурой (V) и слегка серовато-белого цвета зернистая масса — не измененная часть бруса (VI).

Считаем целесообразным указать, что в какой бы зоне печи не были установлены брусья, всегда их излом имел указанные три слоя.

В табл. 1 приведены результаты микроскопического исследования вышеуказанных слоев.

Как видно из табл. 1, применяемый в электрической стекловаренной печи шамотовый брус под действием высоких температур и паров щелочей подвергается определенному структурному изменению и, превращаясь в шамотное стекло, переходит в варившуюся стекломассу. Исходный шамотовый брус в течение 7,5 месячной работы в электрической печи (в качестве футеровочного материала) микроскопически почти не изменился; изменение произошло, как показали ряд исследователей для пламенных печей [2, 3, 4], только в тех частях шамотового бруса, которые находились вблизи варившейся стекломассы и подвергались непосредственному воздействию щелочных паров путем миграции последних во внутрь огнеупора. Известно, что щелочи весьма разъедающе действуют на алюмосиликаты, а также на кремнезем. Действие щелочей на шамот в зависимости от их концентрации, может вызывать образование различных щелочесодержащих соединений, в том числе щелочных алюмосиликатов. Желто-кирпичный оттенок в виде отдельного слоя в изломе бруса появляется, по всей вероятности, вследствие воздействия щелочей при более низких температурах, чем температура поверхности бруса, контактирующей со стекломассой. По-видимому, путем некоторого повышения температуры и увеличения количества щелочей можно достигнуть такого же состояния для излома желто-кирпичной части бруса, какое наблюдается у части шамота, расположенного ближе к расплавленному стеклу. Образование

муллита за счет глинозема и кремнезема шамота может иметь место до его применения в качестве футеровочного материала, однако размеры зерен муллита могут быть недостаточными для обнаружения их под микроскопом. По мере увеличения продолжительности службы огнеупора в печи и изменения температуры, несомненно происходит укрупнение кристалликов муллита, что показано работами Д. С. Белянкина и Б. В. Иванова на газовых печах [2], а также настоящим

Таблица 1

Микроскопическое изучение слоев шамотного бруса, применяемого в электрической печи ярки электрообойного стекла

Наименование слоев	Краткая петрографическая характеристика
1. Неизменная часть бруса (исходный брус)	Беловато-серого цвета, имеет мелкозернистую структуру. Под микроскопом состоит из субмикроструктурной массы. В очень редких случаях замечается наличие кварцевых зерен $N_g=1,553$; $N_o=1,544$, $N_z=N_o=0,009$, угасание прямое и дльбита? $N_g=1,539$, $N_p=1,528$, $N_g=N_p=0,010$, угасание косое (величиной до 0,5 м.м (рис. 4).
2. Желто-коричневый слой бруса	Цвет желто-коричневый, имеет мелкозернистую структуру. В отдельных местах можно наблюдать голубоватые пятнышки, которые по всей вероятности являются результатом разрушения отдельных частиц полевых шпатов под действием паров щелочей. Под микроскопом они целиком состоят из субмикроструктурной массы, местами со следами растворенного минерала, как отметили выше, по всей вероятности полевого шпата.
3. Обожженный слой	Представляет собой плотную светлосерую массу. Под микроскопом она имеет субмикроструктурную структуру, с единичными маленькими зернами кварца со следами растворения.
4. Фарфоровидный слой	Макроскопически имеет плотное сложение и белый-светлосерый оттенок. Под микроскопом обшая масса очень похожа на эмалевую пленку (см. ниже). Здесь по сравнению с эмалевой пленкой тонкие кристаллики муллита ($N_g=1,651$, $N_p=1,442$) представлены неясно. Заметно несколько зерен корунда $N_o=1,768$, $N_z=1,760$ синевато-белого цвета), и кварца. Отмечаются очень тонкие трещины.
5. Эмалеподобный слой (пленка)	Макроскопически он белого цвета, имеет очень плотное сложение. В некоторых случаях (см. рис. 2) легко можно отделить от обшей массы. Толщина эмалевой пленки составляет от 0,5 до 1,5 м.м. Под микроскопом обшая масса представляет собой субмикроструктурное обожженное вещество, с первого взгляда напоминающее стекловатую массу $n=1,517$. В такой массе едва заметны следы очень тонких кристаллов муллита (рис. 5). Микроструктура плотная, с очень маленькими трещинами.
6. Шамотное стекло	Стекло желтоватого оттенка. Под микроскопом представляет собой прозрачную стекловатую массу. Показатель преломления массы $n=1,507$.
7. Соприкасающаяся к шамотному стеклу стекломасса	Стекло прозрачное. Под микроскопом представляет собой сплошное стекло. Показатель преломления массы— $n=1,502$.

исследованием при электроварке стекла. Одновременно с муллитом был обнаружен также кристобалит.

Действие щелочных паров на муллитовую и кремнеземистую фазы происходит в различной степени: муллит несколько более стоек к действию щелочей, чем кремнезем.

Это обстоятельство приводит к некоторому относительному повышению содержания муллита в контактной зоне. Разрушение муллита парами щелочей в зависимости от температуры проходит с определенной силой. Можно предпологать, что в контактной зоне муллит почти полностью разлагается, образуя так называемое шамотовое стекло, в котором, как показали наши исследования, содержание Al_2O_3



Рис. 4. Кристаллы кварцевых зерен в исходном шамотовом бруске (I слой бруса). Уп. 84, X мик.



Рис. 5. Игольчатые кристаллы муллита в эмалеподобном слое (пленке) бруса. Уп. 84, X мик.

составляет 25%. Как известно, при сравнительно больших концентрациях щелочи разрушение муллита происходит гораздо быстрее. Присутствуют ли в слое „шамотовое стекло“, муллитовые кристаллики, нами пока, из-за отсутствия возможностей, не изучено. Однако, по всей вероятности, можно предполагать, что в первой стадии образования „шамотового стекла“ за счет эмалеподобного слоя может иметь место механический переход муллитового скелета, а также корунда в „шамотовое стекло“.

В этой работе нами была сделана попытка изучить изменение структуры шамотового бруса при применении его в электрической печи варки электроколбочного стекла.

Установлено, что вблизи контакта бруса с варившимся стеклом в фарфоровидных и эмалеподобных слоях замечаются игольчатые, кристаллы муллита и корунда. Последние после длительного воздействия паров и высокой температуры, превращаясь в „шамотовое стекло“, переходят в варившуюся стекломассу. Корунд имеет синевато-белую окраску. Минерал одноосный отрицательный $N_o - N_e = 0,008$, рельеф высокий.

Մ. Գ. ՄԱՆՎԵԼՅԱՆ, Զ. Գ. ՄԱԼԽԱՅԱՆ

ԷԼԵԿՏՐՈԼԱԳՐՈՒՄԻ ԱՊՍԱՆՈՒ ԷԼԵՆՏՐԱԶՈՒԲՐԱՆ ԿԵՊ-ԲՈՒՄ
ՎԱՍԱՐԱՆԻ ԸՄՈՐՏԱՅԻՆ ՆԵՐՄԱԳՈՏՄԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա Վ Փ Ն Փ Ո Ւ Մ

Հոգիածուժ նկարագրվում է էլեկտրայամպերի ապակա էլեկտրաձայման պրոցեսներից հետո վառարանի շամոսային ներապատման աղյուսների միներալոգիական փոփոխությունը: 7,5 ամիա շարունակ վառարանում ելվել է էլեկտրալամպերի ապակի: Այդ ապակին հրանդուկ դրաժբումը շփվելով վառարանի շամոսայա պատերին, մաշել է նրան տասիճանարար, տեղի տալով որոշակի բյուրեղական առաջացումներին: Եվսոդ ապակա շերտը, որն անմիջապեստերին շփվում է շամոսայա աղյուսների մակերևոին՝ փոխազդվում է վերջինիս մասսայի հետ և առաջ բերում միջանկյալ ապակա շերտը: Վերջինս միջառ ենթակա է նորոգման, քանի որ առաջուցած շերտը, անցնելով եվսոդ ապակա մեջ, կրկին շամոսայի մասսայից նոր քանակներ է վերածում շամոսայա ապակու: Անընդհատ նոր շամոսայա ապակա շերտերի առաջացման և նրանց եվսոդ ապակու մասսայի մեջ անցնելու պատճառով, շամոսայա աղյուսները ենթարկվում են մաշման: Էլեկտրայամպերի ապակու ելումը տարված է 1360 — 1420 °, ալպիտի բարձր շերմատիճանում տեղի է ունենում որոշ քանակի հիմքային օքսիդների անջատում ապակու մասսայից և նրանց ներթափանցում շամոսայ աղյուսներում: Այս պայմաններում քայքայվում է աղյուսի մասսան՝ առաջ բերելով համեմատարար հեշտ հալվող մասսա, բայցի ալդ, ալդպիտի պարմաններում շամոսային մասսայից առաջանում են ավելի դժվար քայքայվող մասեր, որոնք, ինչպես ցույց է տվել տատանասիրությունը, իրենցից ներկարացնում են մոլիբդի ստեղծած բյուրեղներ: Տ 1 աղյուստեղում սրված է շամոսային աղյուսի փոփոխությունը բարձր շերմատիճանի և հիմքային օքսիդների ազդեցությունից՝ 7,5 ամիա էլեկտրալամպ վառարանում մնալուց հետո: Բացի մոլիբդի բյուրեղներից, նկատվել են նաև կորունդի հատիկներ: Վերահիշող բյուրեղները նույնպես բարձր տատիճանի և հիմքային օքսիդների ազդեցության տակ վերամշվում են ապակյա մասսայի և անցնում եվսոդ ապակա մեջ: Հաստատվում է, որ շամոսայա աղյուսի ալպիտի փոփոխությունը տեղի է ունենում անընդհատ, որը և հետևանք է վառարանի աշխատանքի հետ միասին շամոսայա աղյուսի անընդհատ մաշման:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Մ. Գ. Մանվելյան, Ա. Փ. Մելիկ-Ախնազարյան, Կ. Ա. Կոստանյան, Ե. Օ. Ուլաչյան, Բ. Ա. Բրչկյան, Ը. Դ. Օգանեսյան, «Известия АН Армянской ССР», (I и XI, № 4, 1958.
2. Ը. Շ. Բելյանկին և Բ. Բ. Մանով, «Известия АН СССР», Отд. техн. наук, 1937, № 1, стр. 151—165.
3. Ը. Շ. Բելյանկին և Բ. Բ. Մանով, «Известия АН СССР», Отд. техн. наук, 1940, № 3.
4. Ը. Շ. Բելյանկին, Բ. Բ. Մանով և Բ. Բ. Մանով, «Петрография технического камня», 1952.