УДК 372. 854

**М.В. ЛОМОНОСОВ – ОСНОВОПОЛОЖНИК
ХИМИИ СИЛИКАТОВ В РОССИИ**

Короткова Алла Владиленовна

старший преподаватель

Плужник Ольга Михайловна

к.п.н., доцент

Потемкина Наталья Михайловна

к.х.н., доцент

Коротков Олег Владимирович

к.б.н., доцент

ГОУ ВО МО «Государственный

гуманитарно-технологический университет»

Аннотация: в статье рассмотрена роль великого русского ученого Михаила Васильевича Ломоносова в становлении химии силикатов в России. Представленный материал будет полезен для аудиторной и внеаудиторной работы в современных образовательных учреждениях страны.

Ключевые слова: силикатная промышленность, смальта, мозаика, цветные стекла

**M.V. LOMONOSOV-THE FOUNDER
OF SILICATE CHEMISTRY IN RUSSIA**

Korotkova Alla Vladilenovna

Pluzhnik Olga Mikhailovna

Potemkina Natalia Mikhailovna

Korotkov Oleg Vladimirovich

Abstract: the article considers the role of the great Russian scientist Mikhail Vasilyevich Lomonosov in the formation of silicate chemistry in Russia. The presented material will be useful for classroom and extracurricular work in modern educational institutions of the country.

Key words: silicate industry, smalt, mosaic, colored glass

Двести семьдесят лет тому назад, 6 сентября 1751 г., в публичном собрании Академии наук М.В. Ломоносов прочитал «Слово о пользе химии». Выдержки из этого произведения ныне украшают здания научных институтов и служат эпитафией многих литературных произведений. Здесь М.В. Ломоносов убедительно и при этом в поэтической форме показал, какую могучую силу представляет собой химия, открывающая пути использования природных богатств на службу человечества.

Михаил Васильевич Ломоносов был человеком исключительной широты интересов и обладал способностью глубокого проникновения в тайны природы. Его привлекал весь окружающий мир. Его пытливая мысль обращалась и к звездам, и к недрам земли. Он владел лупой и телескопом. Он увлекался математикой и физикой, химией и геологией. Большой труд вложил он в горное дело и стеклоделие, в производство солей и красок. Именно он явился родоначальником производства окрашенного стекла в России.

До М.В. Ломоносова русские заводы готовили лишь простое белое, зеленое и синее стекло. Ломоносов разрабатывал рецептуру для приготовления хрусталей и разнообразных цветных стекол. Вместе с тем занятия цветными стеклами и вообще технологией стекла были тесно связаны с теоретическими интересами ученого в области физики и химии, возникшими еще на заре его научной деятельности.

В течение 1750-1751 гг. Михаил Васильевич все свое время, свободное от других занятий, посвящает производству окрашенных стекол.

Он проделал в своей лаборатории несколько тысяч опытов по разработке технологии цветных стекол, подбору солей и оксидов тяжелых металлов, позволивших получить разнообразные окраски и оттенки, выяснить роль отдельных компонентов шихты. При этом следовало учитывать, что при составлении мозаичных картин стекло надо было отлить необходимой формы и затем отшлифовать.

В лабораторном журнале под заголовком «Растворы и разные осадки для изготовления красящих веществ и финифтей» записано девять серий опытов по приготовлению окрашенных стекол.

В первой серии имеется описание получения цветных осадков, главным образом гидроксидов металлов, и затем приготовление стекол из них. Растворы осаждаются жидкостями, содержащими щелочь и углекислую соль; вследствие далеко не чистых реактивов получались осадки разнообразных цветов.

М.В. Ломоносовым были приготовлены стекла: зеленое, весьма похожее на настоящий изумруд, приближающееся по цвету к аквамарину; берилловое,

очень похожее на бирюзу; цвета черной печени, бледно-пурпуровое, желтых тонов и др. Вторая серия заключала описание изготовления окрашенных стекол путем сплавления минералов с фриттой (смесь веществ, при сплавлении дающая стекло). Третья и седьмая серии посвящены выделению осадков с растворами, полученными сплавлением минералов с поташем золы и другими щелочными жидкостями. Четвертая серия описывает приготовление окрашенных стекол. Серии пятая, шестая, восьмая и девятая посвящены изготовлению стекол, содержащих золото, так называемых рубиновых. Все опыты проведены количественно с оценкой стекла по цвету, виду и некоторым другим физическим свойствам.

Два способа изменения составов стекол – «замещения» и «добавления», применяемые в современной исследовательской практике изучения силикатов и позволяющие изучить влияние отдельных компонентов на свойства стекла, были введены в научный обиход М.В. Ломоносовым. Для окраски стекол использовались соединения меди, железа, ртути, магния, олова, сурьмы, золота и др. (оксиды, сульфаты, сульфиды).

Большой технологической задачей, стоявшей перед ученым, было создание печных установок с терморегулирующим устройством. Он создал небольшие печи, в которых было удобно вести экспериментальные плавки в малых тиглях и изучать поведение разных шихт в одинаковых условиях: температуры, времени и газовой среды. Эти лабораторные печи работали почти исключительно на древесном угле. В них надо было уметь поднять температуру до заданной величины, которую определяли визуально по цвету каления нагретых предметов в печи.

Наиболее трудной задачей, выполненной Ломоносовым, было получение золотого рубинового стекла.

Опыты Ломоносова классифицируются по следующим признакам:

- изучение значения температуры при плавке стекла;
- изучение значения последующего отжига;
- влияние концентрации золота в стекле;
- влияние способа введения золота в стекло;
- влияние отдельных компонентов на окраску золотых стекол (железного крокуса, оловянной извести, сурика, селитры, магнезии, поваренной соли).

Он хранил все опытные образцы с надлежащими характеристиками. Результаты опытов в академической лаборатории Ломоносов перенес на

фабрику и реализовал их на производстве. Однако, несовершенство техники лабораторного эксперимента и отсутствие приборов для определения свойств стекол не позволили Ломоносову дать оптические характеристики полученных им цветных сплавов.

Некоторая часть образцов сохранилась и находится в Музее М.В. Ломоносова – отдел Музея этнографии и антропологии им. Петра Великого (Кунсткамера) Российской академии наук, старейший и ведущий центр изучения наследия М.В. Ломоносова.

Кроме изготовления цветных стекол М.В. Ломоносов занимался также оптическими стеклами для изготовления линз телескопов и других оптических приборов. Начало его занятий оптическими стеклами относят к 1752 г. Он использует свинцовое стекло, подчеркивая, что «стекло с суриком много больше делают рефракцию, нежели другое». Меняя соотношение компонентов в шихтах, особенно содержание сурика, Ломоносов получил стекла с разным светопреломлением, из которых он мог выбрать нужные ему для оптических приборов. Добиваясь получения стекла с большим коэффициентом преломления, Михаил Васильевич соединяет свинцовое стекло с посудным, т.е. с калийным (поташным). В течение 1758-1763 гг. при работе над своими зеркальными телескопами он разработал и проверил более 40 рецептов сплавов для металлических зеркал (комбинации меди, олова, сурьмы, висмута, цинка, мышьяка, серебра). Кроме собственного изготовления Ломоносов заказывал стекло на заводах, предлагая им свою рецептуру.

С постройкой в 1756 г. собственного дома на Мойке Ломоносов перенес сюда часть работ из академической лаборатории. Здесь в одном из зданий помещалась мозаичная мастерская, в другом – оптическая мастерская, где по его проектам мастерами создавались разнообразные приборы, телескопы, микроскопы, мореходные и другие инструменты.

Получив в химической лаборатории вполне удовлетворительные результаты по приготовлению окрашенных стекол, Ломоносов решил построить фабрику стекла. Следует напомнить, что первый государственный стекольный завод в Петербурге возник в 1738 г. Завод выпускал хрустальную и стеклянную посуду и оконное стекло.

В 1752 году Ломоносов получил земельный надел для строительства фабрики, которое началось в следующем году. После всяких проволочек в 1753 г. была сооружена в Усть-Рудицах вблизи Петербурга стекольная фабрика Ломоносова. По его мысли, фабрика должна была стать центром художественного стеклоделия, образцом, следуя которому возникали бы по

всей стране фабрики стекла. На Усть-Рудицкой фабрике были поставлены печи, подобные установленным в химической лаборатории Ломоносова в Академии наук, а также станки для изготовления разноцветного прозрачного стекла для выделки бисера, стекляруса, посуды и прочих «галантерейных изделий». На фабрике изготавливалась смальта для мозаики, т.е. непрозрачное стекло. Здесь в значительной степени была осуществлена механизация работ.

Усть-Рудицкая фабрика была передовым художественно-промышленным предприятием России XVIII в.

При некоторых чертах сходства с русскими стекольными заводами того времени фабрика Ломоносова была воплощением оригинального и яркого творческого дарования ученого инженера. В ней все было необычно: и сырье, и рецептура цветных стекол, и методы изготовления, и сам ассортимент готовой продукции. Главное производственное помещение фабрики, в котором находились печи для варки стекла и других вспомогательных целей, представляло собой то, что в настоящее время называют «гуттой». У Ломоносова это здание именовалось «лабораторией», тем самым подчеркивался экспериментальный характер производства; здание имело в длину около 16 метров, в ширину и высоту по 12 метров. Рядом с лабораторией находилось здание, которое называлось «мастерской», в ней производилось шлифование, гравирование и другие работы по стеклу и мозаичным составам.

На фабрике применялись различные технологические методы выработки и обработки стекла: выдувание, вытягивание, литье, прессование, шлифовка, полировка и гранение. Фабрика выпускала разнообразную цветную столовую и парфюмерную посуду, изготавливавшуюся выдуванием. Часть изделий подвергалась дополнительной художественной обработке гранением и резьбой. Здесь выпускались выдувные художественные фигуры для украшения садов. Путем отливки расплавленного окрашенного стекла на металлические столы изготавливались столешницы наподобие мраморных, разноцветные плиты и др. Эти изделия проходили дополнительную обработку при помощи шлифовки и полировки. Ломоносов применял разные способы выработки мозаичной материи. Большой ассортимент разноцветных изделий составляли запонки, камни к серьгам, чернильницы, табакерки, трубки и другие предметы.

В середине 40-х годов внимание М.В. Ломоносова привлекло древнее искусство составлять из цветных стеклянных сплавов (смальт) картины и портреты. В 1745 г. канцлер М.И. Воронцов привёз из Рима несколько мозаичных картин. Эти мозаики отличались богатством оттенков, что напоминало масляную живопись.

Начатые в 1752 г. в академической лаборатории работы по созданию мозаичных картин были перенесены Ломоносовым на Усть-Рудицкую фабрику.

С 1761 г. фабрика приступила к изготовлению в большом количестве литого цветного массива стекла для украшения дворцовых помещений.

Одна из трудных задач, от удачного разрешения которой зависела судьба фабрики, заключалась в подготовке квалифицированных кадров различных профессий. Для этой цели Ломоносов привлек крестьян, живших в отведенных ему деревнях. Они прошли предварительную подготовку на соседних стекольных заводах.

Часть мозаичных работ выполнял сам Ломоносов, большую же часть – его помощники. Ломоносов постоянно вводил усовершенствования в методы изготовления стекла и расширял ассортимент продукции. Рабочий персонал фабрики совершенствовал свои навыки и приемы работы.

Из двенадцати известных мозаичных картин, сохранившихся и выполненных в лаборатории и на фабрике, создание пяти приписывают лично М.В. Ломоносову. Первая, пробная мозаика Ломоносова не очень декоративна и неловка. Это мозаика "Нерукотворный Спас", которая довольно проста по исполнению (рис. 1).

Рис. 1. Мозаика М.В. Ломоносова «Нерукотворный Спас»

Затем мозаики Ломоносова становятся многокрасочней и богаче. Увеличение палитры дало Ломоносову возможность создавать мозаики, которые по силе впечатления не уступали живописи, а из-за своего декоративного языка чаще и превосходили, усиливая эстетическое впечатление. Мозаика собственноручного набора Ломоносова "Петр I" яркое тому подтверждение.

В 1758 году Ломоносов составил проект мозаичного монумента Петру I в Петропавловском соборе. По замыслу ученого, стены внутри собора, где находится гробница Петра I, должны были украшать мозаичные картины, прославляющие государственную деятельность царя. Из задуманных двенадцати была закончена только одна – «Полтавская баталия» (рис. 2).

Оригинал ее был составлен самим Ломоносовым с семьёю учениками-художниками. Она имела 6,44 метра в ширину, 4,81 метра в высоту. На сборку картины было затрачено около 900 тысяч кусков мозаики. С 1925 года она украшает парадную лестницу здания Академии наук в Санкт-Петербурге.

**Рис. 2. Полтавская баталия 1762-1764 годы,
мозаика мастерской М.В. Ломоносова
в здании научного центра академии наук РФ в Санкт-Петербурге**

Мозаичные работы Ломоносова были высоко оценены российской Академией художеств, избравшей его в 1763 г. своим членом.

Из 40 мозаик, выполненных лично Ломоносовым, сохранилось 23. Они хранятся в Русском музее, Эрмитаже и Московском историческом музее. В 1752 году Ломоносов пишет своему покровителю «Письмо о пользе стекла...» [1, с. 134-144]:

*Не право о вещах те думают, Шувалов,
Которые стекло чтят ниже минералов,
Приманчивым лучом блистающих в глаза:
Не меньше пользы в нём, не меньше в нём краса...*

В знак признания выдающихся работ по мозаике М.В. Ломоносов был избран в 1764 г. почетным членом Болонской академии наук.

Сегодня в Санкт-Петербурге смальтой декорированы несколько станций метрополитена, в частности станция Василеостровская, которая находится недалеко от того места где располагалась химическая лаборатория М.В. Ломоносова.

Основывая фабрику, Ломоносов рассчитывал получать государственные заказы на мозаичные исторические картины или мозаичные миниатюры. Однако ни частных, ни правительственных заказов почти не было. Затруднения с реализацией продукции фабрики заставили Ломоносова отказаться от широкого ассортимента изделий. Начиная с 60-х годов, фабрика переходит, главным образом, на изготовление художественного облицовочного стекла для отделки дворцовых помещений.

После смерти Ломоносова мастерская была выведена из его дома, вскоре ушли лучшие мастера и мозаичное дело в России надолго прекратилось. Лишь в середине XIX в., когда понадобилось заменить в Исаакиевском соборе картины религиозного содержания мозаиками, итальянские мастера возобновили в России производство смальт. После них это искусство в течение некоторого времени поддерживалось русскими мастерами и, не вызывая к себе особенного внимания, окончательно заглохло в начале XX столетия, оставив после себя значительное количество готовых смальт.

Основы производства стекла и по сей день изучаются в учебных заведениях России разного уровня: от научных проектов школьников до профессиональной подготовки в ВУЗах.

Например, изучая химию силикатов, обучающимся может быть предложено лабораторно-практическое занятие «Получение легкоплавких

стекло». Целью данной работы является получение окрашенного легкоплавкого стекла.

Ход работы:

1. Получают у преподавателя один из вариантов состава стекла (согласно табл.1). Производят расчет шихты, необходимой для получения 10 г стекла с учетом состава исходного сырья.

2. В рассчитанных массах вещества взвешивают на технических весах с точностью 0,01 г. Для ускорения варки стекла можно в шихту ввести 1% фторида кальция.

3. Взвешенные вещества тщательно перемешивают в ступке (рис.3). Для получения окрашенного стекла выбирают нужный красящий оксид (табл.2) и всю смесь переносят в фарфоровый тигель.

Рис. 3. Ступка с исходными веществами

4. Смесь нагревают в муфельной (электрической) печи до полного расплавления и готовности стекла.

5. Для проверки готовности стекла в стекломассу погружают металлическую проволоку, а затем, быстро удаляя ее, вытягивают стеклянную нить.

6. Готовую стекломассу выливают на кафельную или фарфоровую пластинку, в тигель и т.п. (рис. 4).

Рис. 4. Готовая стекломасса

Таблица 1

Состав легкоплавких стекол

№п/п	Состав стекла в %			Температура плавления стекла
	PbO	B ₂ O ₃	SiO ₂	
1	84,5	11,5	4,5	484
2	84,0	10,6	3,4	486
3	87,5	11,4	1,1	488
4	75,0	15,0	10,0	540
5	86,6	13,4	-	497
6	93,7	6,3	-	560
7	93,7	7,3	-	565
8	91,8	-	8,2	714
9	88,1	-	11,9	723

Таблица 2

Красители стекла

№ п/п	Красители	Массовая доля оксида в %	Окраска стекла
1	FeO	0,2-0,3	Зеленая, голубая
2	Fe ₂ O ₃	0,3-0,5	Желто-зеленая
3	CoO	0,003-0,1	Синяя
4	Ni ₂ O ₃	0,2-0,3	Сине-зеленая
5	CuO	0,1-2,0	Голубая, до синей
6	Cr ₂ O ₃	0,01-0,1	Зеленая
7	MnO	0,01-0,03	Дымчато-красная
8	Se (мет.)	0,1-0,5	Розовая, красная
9	S	1,0-2,0	Черная
10	CaS	0,1-1,0	Желтая
11	Hg (в виде HgNO ₃)	0,1-0,3	Желтая

Данная работа показывает, что до сих пор в основе современного процесса производства стекла лежат базовые научно-технологические принципы, которые были заложены великим русским ученым М.В. Ломоносовым.

Список литературы

1. Ломоносов М.В. «Письмо о пользе стекла» // Сочинения. – М.: Современник, 1987 г., С. 134 – 144.
2. Логинов, Николай Яковлевич. Практикум по химической технологии: (Лабораторные занятия с заданиями на межсессионный период): Для студентов-заочников фак. естествознания пед. ин-тов / Н.Я. Логинов, Н.Г. Ключников; Глав. упр. высш. и сред. пед. учеб. заведений М-ва просвещения РСФСР. Моск. гос. заоч. пед. ин-т. – Москва : Учпедгиз, 1963. – 176 с.; ил.

© Короткова А.В., Плужник О.М., Потемкина Н.М., Коротков О.В., 2021