


«УТВЕРЖДАЮ»
Генеральный директор
ОАО «НПО Стеклопластик»
А. Н. Трофимов
«29» мая 2015 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Шелаевой Татьяны Борисовны
«Механохимическая активация стекольной шихты»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких
неметаллических материалов

Развитие стекольной промышленности идет по пути интенсификации и повышения эффективности всех технологических процессов, в совокупности обеспечивающих превращение исходной смеси сырьевых материалов – стекольной шихты – в качественный стекольный расплав, готовый к формованию. Среди основных направлений интенсификации стекловарения большое внимание уделяется вопросам подготовки стекольной шихты, поскольку именно качество шихты и ее варочные свойства во многом определяют, с одной стороны, тепловую эффективность работы стекловаренной печи, с другой – качество готовой стекломассы и, соответственно, качество готовых стеклоизделий. К настоящему времени разработан ряд мероприятий по совершенствованию технологии подготовки шихты, в том числе гранулирование шихты, ее предварительный нагрев, введение в состав шихты активных добавок, оптимальное увлажнение шихты, применение гидротермальных шихт и др. К перспективным направлениям подготовки сырьевых материалов и стекольных шихт относится механохимическая активация, подробное исследование которой выполнено в диссертационной работе Т. Б. Шелаевой.

Положительная роль механоактивации исходного сырья посредством его тонкого измельчения ранее продемонстрирована на примерах многих физико-химических процессов, в том числе в отраслях силикатной промышленности – керамической и цементной. В этих отраслях на практике доказано снижение энергетических затрат, увеличение выхода годной продукции и повышение ее качества в результате применения

механоактивированного сырья и сырьевых смесей. Однако предпринятые (главным образом в середине прошлого века) попытки ряда исследователей и технологов использовать тонкодисперсную шихту в стекловарении завершились неоднозначными результатами, что было обусловлено рядом причин, в первую очередь недостаточной изученностью физикохимии механоактивации стекольных шихт, отсутствием оптимизации технологических параметров этого процесса, невысоким техническим уровнем применяемого оборудования. Разработка теоретических основ механохимии как науки и создание современной технологической базы механохимических процессов являются предпосылками для успешного применения механоактивированных шихт в стекольной промышленности. В этой связи диссертационная работа Т. Б. Шелаевой, посвященная исследованию влияния механоактивации стекольных шихт на процесс стекловарения, а также сопровождающих ее воздействий на качество и свойства готового стекла, является, безусловно, актуальной, своевременной и перспективной.

Представленная диссертационная работа Т. Б. Шелаевой содержит введение, аналитический обзор литературы, методическую и экспериментальную части, обсуждение результатов исследования, выводы, практические рекомендации.

В литературном обзоре диссертации подробно рассмотрены современные представления о механоактивации твердого вещества и практические примеры реализации механохимических технологий в промышленном производстве. Также автор всесторонне проанализировал литературные данные по проблеме использования тонкодисперсных стекольных шихт и показал возможные перспективы этого направления в стекольной промышленности. Вместе с тем отмечены противоречивые сведения ряда авторов относительно эффективности осветления стекольного расплава, полученного на основе тонкодисперсной шихты. Подробный анализ литературных данных позволил диссертанту убедительно и обоснованно наметить конкретные задачи исследования и пути их решения.

Основной целью диссертационной работы явилась разработка технологических основ механохимической активации стекольных шихт с целью интенсификации процессов стекловарения, снижения энергетических затрат и уровня тепловых нагрузок при варке тугоплавких стекол, улучшения качества стекол по химической однородности, повышению механической прочности стеклоизделий. В качестве объектов исследования выбраны два вида специальных стекол, различающихся по химическому составу, технологическим и эксплуатационным свойствам – натрийкальцийсиликатное стекло для изделий конструкционной оптики и тугоплавкое бесщелочное стронция-

люмосиликатное ситалловое стекло. Такой выбор позволил автору выявить и провести сравнительный анализ преимуществ и возможных трудностей варки разных стекол на основе механоактивированных шихт, а также продемонстрировать влияние предлагаемого способа подготовки шихты на ведущие эксплуатационные показатели стекол разного назначения.

При решении поставленных задач диссертант получил ряд новых нетривиальных результатов, представляющих научный интерес и характеризующихся практической значимостью:

1. На начальных этапах исследования экспериментально показано, что тонкое измельчение кварцевого песка при высоких энергетических воздействиях приводит к значительным структурным изменениям кристаллов кварца, включая повышение дефектности их кристаллической решетки и частичную аморфизацию поверхностных слоев зерен песка. Эти изменения, зафиксированные современными методами физико-химического анализа, обуславливают повышение химической активности весьма инертного компонента стекольных шихт – кварцевого песка, что в дальнейшем обеспечивает интенсификацию практически всех этапов стекловарения.

2. В результате изучения твердофазного взаимодействия кварцевого песка с щелочным (сода) и щелочноземельным (мел) компонентами показано, что совместная механоактивация бинарных смесей приводит не только к смещению температурных диапазонов реакций силикатообразования в низкотемпературную область, но и увеличивает степень завершенности реакций, стимулируя образование более высококремнеземистых продуктов взаимодействия. Этот ранее неизвестный факт имеет большое значение, поскольку приводит к уменьшению доли остаточного кварца в шихте и, соответственно, ускоряет последующее растворение остаточного кварца в первичном расплаве на этапе стеклообразования. Более того, переход повышенного количества кремнезема в связанное состояние (в виде силикатов) является одной из предпосылок достижения высокой химической однородности готового стекла.

3. К новым научным результатам работы следует отнести конкретизацию и количественное описание влияния механохимической обработки стекольных шихт на температурные диапазоны отдельных этапов стекловарения и процесса варки стекла в целом. В частности показано, что в шихтах разного химического состава (щелочесодержащая или бесщелочная) это влияние неодинаково, что наглядно представлено на предлагаемых схемах физико-химических процессов, происходящих в неактивированных и механоактивированных шихтах при стекловарении (рис.53, 54).

4. В диссертационной работе убедительно показано, что применение механоактивации стекольных шихт открывает возможности не только интенсификации стекловарения, но и управления качественными показателями готовой стекломассы, в первую очередь ее химической однородностью. Прямые электронноскопические исследования поверхности свежих сколов стекол в совокупности с определением их структуроувствительных свойств позволили впервые на экспериментальном материале продемонстрировать существенно более однородную структуру материалов, синтезированных на основе шихт, прошедших совместный помол до удельной поверхности 11000 – 11500 см²/г в энергонасыщенном агрегате, независимо от среды измельчения (мокрый или сухой помол).

5. Принципиально новым научным результатом работы является впервые наблюдаемое явление повышения окислительного потенциала механоактивированных шихт по сравнению с неактивированными, что приводит к смещению соотношения разновалентных форм элементов переменной валентности в готовом стекле в сторону окисленной формы. Этот результат имеет как научное, так и практическое значение, поскольку состояние окисления – восстановления различных элементов (в данном случае – ионов железа в натрийкальцийсиликатных стеклах или титана в стронцийалюмосиликатных стеклах) оказывает очень сильное влияние на различные свойства стекол и материалов на их основе.

Среди основных практических результатов особенно следует выделить следующие:

1. Разработан способ и оптимизированы технологические параметры механохимической подготовки стекольных шихт специальных видов стекол – высокопрочного натрийкальцийсиликатного для авиационного остекления и бесщелочного стронцийалюмосиликатного для синтеза жаро- и термостойкого ситалла. Рекомендуемый способ имеет целью интенсификацию процесса стекловарения и повышение энергоэффективности стекловаренных печей. При использовании механоактивированной шихты в производстве ситалла возможно снизить температуру стекловарения на 100 °С и получать стеклогранулят в печах традиционной конструкции.

2. При использовании механоактивации шихты листового натрийкальцийсиликатного стекла достигнуто существенное повышение его прочностных характеристик – в 3 раза для минимальных значений прочности на изгиб и в 2,5 раза для ее средних значений (метод ЦСИ), что связано с более высокой однородностью и снижением числа дефектов в объеме стекла. Такое существенное повышение механической прочно-

сти стекла позволяет рассматривать рекомендуемый способ подготовки шихты как новый эффективный метод упрочнения специальных видов стекол.

3. Разработана технологическая схема и технологические рекомендации по подготовке стекольной механоактивированной шихты и ее варке в тонкослойной стекловаренной печи в условиях градиентного нагрева шихты. Перспективной областью применения предлагаемого способа организации стекловарения является малотоннажное производство специальных видов стекол. По материалам диссертации поданы заявки на изобретение «Способ приготовления стекольной шихты» № 2014106638 от 24 февраля 2014 г и «Способ варки стекла» № 2014114840 от 15 апреля 2014 г.

Общая оценка диссертационной работы Шелаевой Т.Б. положительна. Тематика работы актуальная и перспективна. Объем экспериментальных исследований, охватывающих различные аспекты рассматриваемой проблемы, более чем достаточен. При выполнении работы использован комплекс современных методов синтеза и исследования стеклообразных и стеклокристаллических материалов, что обуславливает их высокую достоверность. Полученные результаты обсуждены и проанализированы с привлечением современных теоретических представлений по изучаемому вопросу, имеют научную новизну и практическую значимость.

Диссертация изложена хорошим научным языком, логично и четко, хорошо иллюстрирована. Основные результаты работы отражены в 11 научных публикациях (3 из которых – в изданиях, входящих в Перечень ведущих рецензируемых журналов и изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ) и обсуждены на научных конференциях. Автореферат и публикации достаточно полно раскрывают содержание работы. Результаты работы могут быть использованы на стекольных предприятиях, специализирующихся на производстве стекол и стеклокристаллических материалов и изделий специального назначения.

Замечания по диссертационной работе

1. Для подготовки механоактивированных стекольных шихт в лабораторных условиях использована лабораторная планетарная мельница; для промышленного внедрения разработанной технологии автор рекомендует промышленные виброцентробежные, бисерные или струйные мельницы. В технологических рекомендациях подробно изложены принципы работы этого оборудования и их конструктивные особен-

ности, однако за рамками обсуждения остался вопрос о корректности переноса результатов лабораторных исследований на другие условия измельчения.

2. Полученные лабораторные результаты по снижению температурных интервалов отдельных этапов стекловарения и всего процесса в целом при использовании механоактивированных шихт желательнее оценить с позиций уменьшения удельных расходов тепла, конечной экономии энергоресурсов, увеличения производительности стекловаренной печи.

3. В экспериментальной части работы показано положительное влияние механоактивации натрийкальцийсиликатной шихты на степень осветления стекольного расплава и представлены некоторые теоретические обоснования наблюдаемых результатов. Однако, учитывая важность процесса осветления в производстве высококачественных стекол и неоднозначные литературные данные по осветлению стекольных расплавов на основе тонкодисперсных шихт, было бы целесообразно расширить данный раздел работы с целью углубленного рассмотрения и обсуждения этого вопроса.

4. При оценке эффективности применения механоактивации в производстве жаро- и термостойкого стронцийалюмосиликатного ситалла рассмотрена варочная способность исходного стекла, фазовые превращения при кристаллизации, стеклокристаллическая структура материала, однако отсутствуют данные о его ведущих эксплуатационных свойствах.

Указанные замечания носят в основном рекомендательный характер и не снижают общую положительную оценку работы.

Учитывая актуальность, научную новизну и практическую значимость полученных результатов, считаем, что диссертационная работа Шелаевой Татьяны Борисовны «Механохимическая активация стекольной шихты» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований сформулированы научно обоснованные решения, обеспечивающие совершенствование технологии производства и повышение качества специальных видов стекол гражданского и оборонного назначения. Внедрение результатов работы вносит вклад в развитие экономики страны и способствует решению проблемы импортозамещения материалов и изделий. Диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также паспорту специаль-

ности научных работников 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов, а ее автор Шелаева Татьяна Борисовна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Диссертация рассмотрена, отзыв заслушан и утвержден на заседании научно-технического совета филиала НПК «Терм» ОАО «НПО Стеклопластик», протокол № 1. от 29 мая 2015 г.

Председатель заседания

Директор филиала НПК «Терм»

ОАО «НПО Стеклопластик», к.т.н.,ст.н.с.



Бейнарович О.Ф.

Секретарь заседания

К.т.н., доцент,ст.н.с.



Журба Э.Н.

Контактная информация:

Открытое акционерное общество «НПО Стеклопластик»

141551, Россия, Московская область, Солнечногорский р-н, пос. Андреевка, стр. 3-А.

Телефон: (495) 536-06-94

Факс: (495) 653-75-00

E-mail: info@npo-stekloplastic.ru

www.npo-stekloplastic.ru