

В Диссертационный совет
Д 212.204.12 при ФГБОУ ВПО
«Российский химико-технологический
университет имени Д. И. Менделеева»

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

кандидата технических наук Левитина Леонида Яковлевича по диссертационной работе Шелаевой Татьяны Борисовны на тему «Механохимическая активация стекольной шихты», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.11 – «Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов».

1. Актуальность диссертационной работы

Основополагающим направлением развития стекольного материаловедения на современном этапе является создание новых типов и видов стекол с уникальными свойствами – механическими, термическими, спектральными, радиационными и т.д., которые должны отвечать чрезвычайно жестким требованиям техники XXI века. Указанная проблема требует разработки новых технологических подходов, обеспечивающих высочайшие эксплуатационные характеристики стекла и его способность выдерживать нагрузки различной природы и интенсивности.

Ведущим показателем качества стекла, во многом определяющим его эксплуатационные свойства, является химическая и структурная однородность. Так, листовое стекло, используемое в изделиях конструкционной оптики в качестве основного рабочего элемента и принимающее на себя высокие механические нагрузки (остекление сверхзвуковых летательных аппаратов, наземной спецтехники и др.),

должно обладать существенно более высокими прочностными характеристиками по сравнению со стеклами, традиционно выпускаемыми стекольной промышленностью. Известные методы упрочнения стекла (закалка, ионный обмен, травление с нанесением покрытий) достигли предельного уровня упрочнения, заложенного в модифицировании поверхности стеклоизделий. Теоретически дальнейшее повышение прочностных показателей стекла должно базироваться на принципиально новом подходе – снижении его объемной дефектности (снижение числа структурных дефектов – концентраторов напряжений), что связано с необходимостью повышения однородности стекла в объеме материала.

Однородность исходных стекол играет определяющую роль и в производстве стеклокристаллических материалов – ситаллов, эксплуатационные свойства которых целиком зависят от равномерности распределения и размера выделяющейся кристаллической фазы.

Известно, что однородность стекла зависит от многих факторов, действие которых проявляется на различных этапах изготовления стеклопродукции. Однако решающее влияние на этот параметр оказывает качество стекольной шихты. С этих позиций диссертационная работа Т. Б. Шелаевой, посвященная разработке новых подходов к технологии подготовки стекольной шихты с целью повышения качества стекла, является, несомненно, **актуальной**. Для решения поставленных задач автор использует механохимическую активацию шихты путем совместного тонкодисперсного измельчения сырьевых смесей в энергонасыщенном помольном агрегате. Этот технологический прием приводит не только к повышению химической однородности измельчаемых материалов, но и способствует повышению их реакционной активности, что в приложении к стекольной шихте может обеспечить интенсификацию всего процесса стекловарения. Исходя из этих соображений, следует отметить **обоснованность и**

перспективность выбранного пути решения задач, поставленных перед автором.

2. Научная новизна диссертационной работы

Основными объектами диссертационной работы Т. Б. Шелаевой явились натрийкальцийсиликатное стекло, близкое к составам листовых стекол, и бесщелочное титансодержащее стронцийалюмосиликатное стекло, на основе которого разработан жаро- и термостойкий радиопрозрачный ситалл, перспективный для изготовления элементов корпусов ракетной техники.

На начальных этапах исследования автор провел комплексные исследования влияния механоактивации на структуру и свойства кварцевого песка как основного и наиболее тугоплавкого компонента стекольных шихт, и на химические взаимодействия в бинарных силикатных системах «кварцевый песок – сода» и «кварцевый песок – мел». **Несомненный научный интерес** представляют выводы автора о механизмах агломерации кварца после достижения состояния «насыщения» в процессе его измельчения в разных средах: в воздушной среде за процесс агломерации ответственна субмикронная фракция, концентрирующаяся на поверхности более крупных зерен кварца, в водной среде определяющую роль играют частицы, достигшие предела измельчения в результате раскалывания монокристаллических блоков кварца. При изучении бинарных силикатных систем получены **новые научные результаты**, свидетельствующие о том, что механоактивация не только приводит к смещению температурных интервалов химических реакций в низкотемпературную область, но и вызывает образование в качестве продуктов этих реакций более высококремнеземистых соединений, то есть способствует более полному усвоению кремнезема в форме силикатов.

Основная часть диссертационной работы Т. Б. Шелаевой посвящена широкомасштабному исследованию физико-химических процессов и

превращений, протекающих в механоактивированных стекольных шихтах изученных составов в ходе их стекловарения. **Научная новизна** полученных результатов состоит в следующем:

- Выявлено существенное интенсифицирующее воздействие механоактивации стекольных шихт на реакции силикатообразования в твердой фазе, появление первичного расплава, растворение остаточного кварца в жидкой фазе (стеклообразование). Отмечено улучшение осветления расплава натрийсиликатного стекла, полученного на основе механоактивированной шихты. Представлены сравнительные схемы процессов и температурных интервалов их реализации в традиционных и механоактивированных шихтах натрийкальцийсиликатного и стронцийалюмосиликатного составов.

- Показано, что стекло, синтезированное на основе механоактивированной шихты, обладает более высокой однородностью по сравнению со стеклом на основе шихты традиционной гранулометрии. В случае натрийкальцийсиликатного состава это обеспечивает увеличение его прочности, в случае стронцийалюмосиликатного стекла – высокую однородность стеклокристаллической структуры ситалла на его основе.

- Выявлен весьма нетривиальный факт сохранения окисленного состояния железа при варке механоактивированной натрийкальцийсиликатной шихты, что способствует повышению светопропускания стекла и улучшению его колера. При варке ситаллового стекла элемент переменной валентности – титан – также сохраняет окисленную форму, что свидетельствует об определенной общности выявленной закономерности. Диссертант связывает наблюдаемое явление с появлением в шихтах при пониженных температурах высоковязкого первичного силикатного расплава, который вызывает ингибирование восстановительных процессов.

3. Практическая значимость диссертационной работы

Выполненная диссертационная работа Т. Б. Шелаевой обладает **высокой практической значимостью**, в целом заключающейся в разработке нового технологического подхода к подготовке стекольных шихт стекол специального назначения, предусматривающего совместную механоактивацию сырьевой смеси в энергонапряженном помольном агрегате, и в разработке технологических условий проведения этого процесса.

Использование механоактивации при подготовке шихты натрийкальцийсиликатного стекла позволяет повысить его минимальный уровень прочности более чем в 3 раза по сравнению с уровнем прочности стекла из шихты традиционной гранулометрии за счет существенного повышения объемной однородности стекла. Этот результат представляется **весьма важным**, поскольку минимальная прочность стекла является главным показателем, определяющим эксплуатационную надежность стекла и изделий на его основе при работе в условиях высоких механических нагрузок.

Механохимическая активация тугоплавкой ситалловой шихты обеспечивает интенсификацию процесса стекловарения и снижение температуры варки бесщелочного стронцийалюмосиликатного стекла с 1650 °С до 1550 °С. **Практическая значимость** этого результата состоит в том, что он открывает перспективы получения тугоплавкого ситаллового стеклогранулята в стекловаренных печах традиционной конструкции при сниженных энергетических затратах.

По результатам диссертационной работы Т. Б. Шелаевой поданы 2 заявки на изобретения.

4. Достоверность полученных данных

Достоверность полученных данных, обоснованность положений и выводов диссертации подтверждается большим объемом проведенных экспериментов, использованием современных физико-химических,

структурных, технологических методов исследования (РФА, ДСК, электронной микроскопии, лазерной гранулометрии, ИК-спектроскопии, определение микротвердости, прочности на ЦСИ и т.д.), прецизионных приборов и оборудования. Основные положения и результаты диссертационной работы представлялись на всероссийских и международных конференциях и конкурсах. По материалам диссертации опубликовано 11 печатных работ, в том числе 3 статьи в научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ к публикации результатов диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук.

5. Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, восьми глав, общих выводов и списка используемой литературы. Общий объем диссертации – 133 страницы машинописного текста, включая 55 рисунков, 17 таблиц и библиографию, содержащую 140 наименований.

Диссертация содержит в необходимом объеме все разделы научной работы: введение, аналитический обзор литературы, методическую часть, главы, посвященные результатам экспериментальных исследований, обсуждение полученных результатов, технологические рекомендации, общие выводы. Выполненный объем экспериментальной работы в полной мере отражает как материаловедческую, так и техническую часть исследования. Научная новизна, практическая значимость и выводы обоснованы и являются результатами анализа экспериментальных данных. Работа изложена хорошим научным языком, снабжена необходимым иллюстративным материалом.

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы.

6. Замечания по диссертационной работе

- Избыточный по сравнению с экспериментальной частью объем литературного обзора – 37 и 70 страниц соответственно.

- Не совсем корректное использование термина «кинетика» по отношению к описанию физико-химических превращений в ходе стекловарения. Данный термин скорее подразумевает математическую обработку полученных результатов с получением формульной зависимости.
- Отсутствует расчет энергетических затрат на стекловарение при варке активированной и неактивированной шихт, что не позволяет в полной мере продемонстрировать энергоэффективность стекловарения механоактивированных шихт.
- В пункте 3 списка поставленных задач некорректно использовать термин «изучение», здесь более уместно говорить о «определении» стадий стекловарения.

Указанные замечания не ставят под сомнение основные научные и практические результаты диссертационной работы и носят рекомендательный характер.

7. Заключение

Диссертация Шелаевой Т. Б. «Механохимическая активация стекольной шихты» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, в которой предложено новое научно-обоснованное техническое и технологическое решение по интенсификации стекловарения и повышению качества стекла (его однородности и прочности) за счет механохимической активации стекольной шихты. Считаю, что по актуальности тематики, научной новизне и практической значимости полученных результатов, а также личному вкладу автора диссертационная работа соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а также паспорту специальности научных работников 05.17.11 – Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Автор диссертационной работы «Механохимическая

активация стекольной шихты» – Шелаева Татьяна Борисовна – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент

Левитин Леонид Яковлевич

кандидат технических наук (05.17.11),
заведующий технологическим отделом
открытого акционерного общества
«Институт стекла»



26.05.2015.

Адрес:

111024, г. Москва, Душинская ул., д. 7

ОАО «Институт стекла»

Телефон: +7 (495) 361-17-60

Электронная почта: stateglass@co.ru

Подпись Левитина Л. Я. удостоверяю



Димитовский В. В.
на основании
доверенности
от 10.07.2014