

Отзыв

официального оппонента Сычевой Галины Александровны
на диссертационную работу Козицына Ивана Петровича на тему:
«Разработка метода моллирования листового стекла в вакуумную форму с
закрепленным краем», представленную на соискание ученой степени кандидата
технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение

Результаты диссертационной работы И.П. Козицына представляют собой практическое применение научно-технических решений, расширяющих потенциальные сферы применений и способы функционализации изделий на основе листового стекла с использованием процесса моллирования. Они создают возможности создания объемных объектов из листового стекла с характеристиками не доступными для изделий, полученных известными методами моллирования, что позволяет значительно расширить использование известного материала для изготовления изделий народного хозяйства. Полученные диссертантом результаты соответствуют поставленным целям и задачам; тема диссертации соответствует заявленной специальности.

Нахождение новых возможностей применения известных материалов тесно связано с нестандартными подходами к способам их обработки. Особенно это относится к методам, характеризующимся универсальностью применения. Актуальность предложенного метода моллирования заключается в первую очередь в значительном расширении, упрощении, а во многом и удешевлении изготовления объемных изделий из стекла специального назначения, таких, к примеру, как линзы Френеля, малые линзы для конденсорныхборок, лабораторные кюветы для аналитических установок (зачастую одноразовые), а так же многослойные ламинированные стекла сложной геометрии.

Реализация поставленной цели требует решения ряда специфических задач, главными из которых являются:

– разработка метода оперативного контроля вязкости листового стекла;

– разработка способа просветления изделий, полученных предложенным методом моллирования, характеризующихся отсутствием плоскостных осей симметрии.

Представленная работа имеет большую практическую значимость для расширения возможностей изготовления изделий специального оптического назначения, а также стеклянных оболочек, испытывающих сильные механические нагрузки и обладающие свойствами не доступными для подобных изделий, изготовленных другими способами.

Наличие **научной новизны** работы И.П. Козицына не вызывает сомнения. В результате проведенной работы:

1. Предложен, исследован и систематизирован способ объемной деформации плоского стекла с закрепленным краем при моллировании в вакуумную форму. Установлены зависимости изменения толщины плоского стекла при моллировании в вакуумную форму от типа формы, температуры и разряжения, позволяющие заранее определять геометрические свойства стекла процессе предложенного способа моллирования.
2. Исследованы зависимости температура-деформация-вязкость при деформации плоского стекла в диапазоне вязкости $9 > \lg(\eta) > 5$ и предложен метод косвенного определения вязкости стекла относительно имеющегося аналога. В результате проведенного исследования установлены прямые зависимости деформации и вязкости и их предложен метод их расчета.
3. Впервые предложено и обосновано определение «среднего угла рельефной поверхности» для несимметричных рельефов, как способа объективной оценки несимметричных рельефных поверхностей, а также предложен способ практического определения «среднего угла рельефной поверхности».
4. Разработан метод вибрационной абразивной шлифовки несимметричных рельефных стеклянных поверхностей. Исследовано изменение светопропускания стекол в зависимости от технологических параметров обработки: фракции абразива и времени обработки поверхности. Выведены математические зависимости светопропускания от среднего угла рельефной поверхности и фракции абразивного материала, позволяющие рассчитывать степень светопропускания изготавливаемых изделий.

Теоретическая и практическая значимость работы сводится к следующему:

1. Разработан метод изготовления рельефных поверхностей и объемов методом вакуумного моллирования из листового стекла с закрепленным краем, позволяющий изготавливать объемные изделия методом моллирования с малыми радиусами поверхности и с отрицательными углами моллирования.
2. Разработан способ вибрационного шлифования несимметричных рельефных стеклянных поверхностей, увеличивающий светопропускание матовых стекол с рельефной поверхностью и дающий возможность расчета светопропускания в зависимости от технологических параметров механической обработки.
3. Разработан метод относительного определения вязкости стекла, позволяющий корректировать температуру моллирования без проведения большого количества лабораторных экспериментов.
4. Предложен метод объективной оценки светопропускания несимметричной рельефной стеклянной поверхности для оптимизации процесса механического шлифования.

Достоверность научных положений, выводов и результатов, сформулированных в диссертации И.П. Козицына, подтверждается:

- использованием высокоточных современных методов исследования, проведенных с использованием высокотехнологичного оборудования;
- отсутствием внутренних противоречий в результатах диссертационного исследования и сопоставимостью с литературными данными, опубликованными другими авторами;
- обсуждением основных положений работы на российских и международных научных конференциях и их публикацией в научных изданиях.

По результатам исследования автором опубликовано автором 14 работах, из них включая 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 статья в международной базе Scopus и 1 монография. Получено 3 патента на изобретения

Структура и объем диссертации

На отзыв для оппонирования представлены диссертация, состоящая из введения, трех глав, заключения, библиографического списка из 78 источников и

автореферат. Общий объем диссертации составляет 161 страницу машинописного текста, включая 76 рисунков и 39 таблиц.

Во **введении** можно ознакомиться с положениями, выносимыми диссертантом на защиту. Продемонстрирована актуальность диссертационной работы, сформулирована практическая и теоретическая значимость. Введение позволяет получить общее представление о проведенном исследовании.

В **первой главе** рассмотрены основные методы формования плоского стекла, включающие в себя прессование, гравитационное, центробежное и вакуумное моллирование. Определены основные направления применения моллированного стекла, изучены его свойства, предложены способы их модификации.

Более пристальное внимание уделено вакуумному моллированию, являющемуся перспективным направлением формования плоских стекол. Рассмотрены современные способы вакуумного формования плоских стекол, их применение. Показаны основные характеристики, определяющие данный процесс, выявлены граничные факторы его применения.

Определено, что наиболее существенным фактором, ограничивающим формообразование при известных сегодня способах вакуумного моллирования является не закрепленность края стекла, позволяющая формировать криволинейные поверхности только больших радиусов. Установлена невозможность изготовления стеклянных плафонов и аналогичных изделий с малыми радиусами изгиба в различных плоскостях и изделий с вертикальными плоскостями.

Анализ патентных и литературных источников выявил практическое отсутствие способов изготовления стеклянных плафонов методом вакуумного моллирования со сложной поверхностью и рельефом. Мало исследованным является так же сам процесс моллирования с точки зрения оперативного определения вязкостных характеристик стекла, необходимых при технологическом контроле процесса моллирования на производстве.

Выявляется необходимость разработки метода механического шлифования поверхности стекла с асимметричным рельефом, а также возможности объективной оценки асимметричных рельефов, на базе их общих закономерностей.

Во **второй главе** отражены экспериментальные данные по исследованию изменения вязкости в зависимости от температуры и способы определения его значений относительно известных параметров имеющегося образца.

Базовой идеей, положенной в основу исследования, является предположение об одинаковости деформационных изменений образца плоского стекла при одних и тех же значениях вязкости и прилагаемых усилиях при испытании.

. Приведены необходимые расчеты, позволяющие определить изменение геометрии стекла при моллировании, а так же взаимосвязь вязкостных и деформационных характеристик материала.

В *третьей главе* отражены экспериментальные данные по исследованию метода механической шлифовки рельефных поверхностей.

Наиболее сложная и нерешенная проблема механической шлифовки стекла – это шлифовка рельефных и не симметричных поверхностей. Основными проблемами, возникающими при этом:

- индивидуальность поверхности обработки;
- проблемность равномерного воздействия на поверхность из-за сложности рельефа;
- ограниченность горизонтального перемещения шлифовального инструмента, обусловленные рельефом поверхности.

В *заключении* в обобщенном виде изложены результаты работы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, результаты проведенных исследований, выводы и публикации автора по теме диссертации. Диссертационная работа И.П. Козицына выполнена на высоком научном уровне, с использованием достаточно большого набора методов физико-химического анализа. Результаты исследований последовательно и грамотно изложены, хорошо оформлены, сопровождаются понятным иллюстрационным материалом. Поставленные автором в работе цель и задачи выполнены.

Диссертационная работа Козицына И.П. на тему: «Разработка метода моллирования листового стекла в вакуумную форму с закрепленным краем» соответствует паспорту специальности 2.6.17 Материаловедение. Все научные положения и выводы, сформулированные автором, научно обоснованы, достоверность результатов не вызывает сомнений, результаты прошли апробацию в виде публикаций в рецензируемых журналах и докладов на научных конференциях.

Несмотря на высокий уровень выполненных исследований, по работе имеется ряд **вопросов и замечаний:**

1. Диссертационная работа посвящена всего двум стадиям обработки материала, и ни на одном из заявленных видов изделий они не конкретизируются. Остается не вполне ясным дальнейший ход обработки. Чем обусловлено это ограничение?

2. Чем обусловлена необходимость создания нового способа определения вязкости для рассматриваемого метода моллирования. В чем его главная отличительная особенность от других методов, рассмотренных в Главе 1?

3. В Главе 2 (стр.51) на рисунке 2.3 показана схема экспериментальной установки, представляющая собой камерную печь. Каким образом в процессе эксперимента был решен вопрос внутреннего температурного градиента, влияющего на процесс?

4. В Главе 2 п.2.5 рассматривается взаимосвязь расчетных и экспериментальных данных. Рассматриваемая зона линейного растяжения стекла на графиках несколько короче связанной с ней зоной вязкости. Чем это обусловлено и какие изменения (погрешности) возможны на краевых участках?

5. При анализе светопропускания на графиках 3.13 – 3.16 экспериментальные данные имеют слишком большой разброс. Чем это обусловлено?

Следует отметить, что приведенные вопросы и замечания не влияют на общую положительную характеристику работы.

Заключение

Диссертационная работа Козицына Ивана Петровича на тему: «Разработка метода моллирования листового стекла в вакуумную форму с закрепленным краем» отвечает требованиям пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №342 в последней редакции), выдвигаемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

В соответствии с п. 9 диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата наук Козицына Ивана Петровича является научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения, имеющие существенное значение для развития страны, в частности в ней содержится решение технологической задачи, имеющей значение в

контексте развития технологии моллирования стекла для расширения материально-технической базы оптической и приборостроительной отрасли Российской Федерации.

Таким образом, диссертационная работа, представленная к защите Козицыным Иваном Петровичем, имеет новизну и практическую значимость в части отдельных результатов исследования, а ее автор заслуживает присвоения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение

Официальный оппонент  Сычева Галина Александровна

Сычева Галина Александровна

Кандидат химических наук (специальность 05.17.11 — Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов)

Филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» — Институт химии силикатов.

Исполняющая обязанности заведующего лабораторией строения и свойств стекла

Адрес: 199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2

тел. +7 (812) 351-08-29

e-mail: sycheva_galina@mail.ru

Подпись 
удостоверяю

05.11.2024





О.В. Круткова