

ОТЗЫВ

**Официального оппонента 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**

Диссертационная работа Козицына И.П. посвящена исследованию технологических процессов формования вакуумного формования листового стекла и шлифования несимметричных стеклянных рельефных поверхностей для изготовления объемных и рельефных стеклянных объектов как утилитарного, так и технического назначения.

Структура и объем диссертации

Работа изложена в традиционной форме и содержит введение, обзор литературы, методическую часть, результаты исследований и их анализ, заключение, список литературы из 78 наименований и 3 приложений. Общий объем работы – 161 страница, из них: 109 страниц – основное содержание, 24 страниц приложения. Работа содержит 29 таблиц и 78 рисунков.

Актуальность работы

Современное развитие технологий, применяемых в стекольной промышленности, требует как разработки материалов с новыми и улучшенными характеристиками, так и нестандартного подхода к формованию изделий из материалов, считающихся давно исследованными.

В настоящее время листовое стекло приобрело широкое применение в качестве исходного материала для производства изделий как промышленного и строительного, так и утилитарного назначения. Наиболее распространенными методами работы с листовым стеклом являются процессы моллирования и механической абразивной обработки поверхности стекла.

Одной из сложных технологических проблем при создании элементов оптических приборов является технология изготовления стеклянных широкоформатных линз Френеля и короткофокусных конденсорных линз малого диаметра.

В настоящее время широкоформатные линзы Френеля в основном изготавливаются из полимерных материалов, что не всегда удовлетворяет требуемым условиям их эксплуатации или же методом центробежного формования расплава стекла, но при этом возникают ограничения в размерах линзы, а также в геометрии преломляющих граней.

Предлагаемые в литературе подходы для решения данной проблемы не содержат решений оперативного контроля вязкостных характеристик материала, необходимых ведения технологического процесса моллирования. Практически отсутствует информация по описанию поведения материала в процессе моллирования в интервале температур соответствующих T_g . Так же в известной литературе отсутствуют методы механического шлифования стеклянных рельефов, не имеющих осей симметрии. В связи с этим актуальность работы Козицына И.П., целью которой являлась разработка метода

моллирования листового стекла в вакуумную форму с закрепленным краем, для создания изделий со сложным несимметричным рельефом является насущной и своевременной.

Рассматриваемые в настоящей работе методы формования подобных изделий позволяют в значительной степени оптимизировать технологические процессы производства и снизить затраты на производство.

Диссертантом успешно выполнены поставленные в работе цели и задачи, связанные с разработкой метода вакуумного моллирования листового стекла с разработкой методов формования и определения технологических параметров материала в процессе моллирования, а также методов входного контроля и коррекции технологических параметров производства.

Научная новизна исследований и их результатов заключается в следующем:

Предложен и исследован метод формования плоского стекла в вакуумную форму с описанием математической модели формования стекла, а также зависимости процесса формования от технологических параметров моллирования.

Предложен способ оперативного определения вязкости плоского стекла с определением параметров системы деформация-температура-вязкость в интервале 10^6 – 10^9 П.

Предложен и исследован метод шлифования несимметричных рельефных стеклянных поверхностей с разработкой математической модели зависимости светопропускания от параметров шлифования и предложен объективный фактор оценки несимметричной рельефной поверхности.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты диссертационной работы позволяют оптимизировать технологию изготовления оптических элементов методом моллирования. При этом предложенный 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, что позволяет проектировать и изготавливать изделия с недоступными ранее свойствами.

Предложенный в работе метод относительного определения вязкости стекла, позволяющий корректировать температуру моллирования без проведения большого количества лабораторных экспериментов, что значительно ускоряет процесс производства и снижает количество брака.

В работе в значительной степени так же решена проблема механического шлифования несимметричных рельефных стеклянных поверхностей. Это решение позволяет не только увеличивать светопропускание изделий с подобными поверхностями, но также определять степень светопропускания непосредственно в процессе шлифования изделия. Предложен так же метод объективной оценки светопропускания несимметричной рельефной стеклянной поверхности для оптимизации процесса механического шлифования.

Практическая значимость и новизна разработок диссертационной работы подтверждается патентами Российской Федерации:

1. Патент № 2607841 С1 Способ вакуумного моллирования и устройство для его реализации: № 2015149541: заявлено 18.11.2015: опубликовано 20.01.2017 / И. П. Козицын; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургская Государственная художественно-промышленная Академия имени А.Л. Штиглица".
2. Патент № 2796330 С1 Российская Федерация, МПК G01N 11/00. Способ определения вязкости стекла: № 2022114962: заявлено 01.06.2022: опубликовано 22.05.2023 / И. П. Козицын, Л. Т. Жукова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна.
3. Патент № 2804708 Российская Федерация, МПК B24B 1/00 (2006.01)B24B 13/01 (2006.01)B24D 3/28 (2006.01) Способ абразивной обработки рельефной стеклянной поверхности: заявлено 21.12.2022: опубликовано 04.10.2023 / И. П. Козицын, Л.Т. Жукова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский Государственный университет промышленных технология и дизайна.

Анализ содержания диссертации

Во Введении обоснована актуальность работы, степень разработанности тематики и объектов исследования, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, представлена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы положения, вносимые на защиту.

В Главе 1 представлены основные технологические аспекты развития моллирования плоских стекол, рассмотрены исторические предпосылки и современные направления применения изделий, изготовленных по технологии моллирования. Проведен анализ современных способов определения вязкости и способов шлифования стекла и выявлены основные проблемы формования плоского стекла методом моллирования.

Выявлены проблемы, возникающие при моллировании стекла предложенным методом, отличающиеся от классического гравитационного метода моллирования, широко освещенного в литературе. К ним относится: изменение толщины стекла в процессе моллирования, а также значительное влияние температуры моллирования, определяемое вязкостными характеристиками материала.

Также рассмотрены известные методы шлифования рельефных стеклянных поверхностей и объективные методы оценки процесса. В конце главы приводятся резюмирующие выводы. Следует отметить исчерпывающий уровень приведенных ссылок, что подтверждает глубокую проработку и освещение выбранной темы.

В Главе 2 представлены результаты исследования процесса формования плоского стекла при моллировании в вакуумную форму с закрепленным краем, которое включало:

– Исследование влияния геометрии формы на процесс моллирования плоского стекла, включающее в себя анализ изменения моллируемого стекла в зависимости от используемой формы и технологических параметров моллирования.

– Предложен и обоснован метод косвенного определения вязкости стекла, а также разработана методика определения вязкости, позволяющая оперативно определять вязкость плоских стекол перед процессом моллирования.

– Уточнены коэффициенты расчета вязкости стекла по методу Охотина для интервала 10^6 – 10^9 П, позволяющие проводить укороченный расчет для отдельного интервала температурно-вязкостной зависимости.

В Главе 3 отражены результаты «исследования процесса вибрационной абразивного шлифования стеклянных рельефов с несимметричной поверхностью» для определения зависимости светопропускания стекла от технологических параметров шлифования.

– предложен способ механической обработки несимметричной рельефной стеклянной поверхности, сформированный в патентное решение .

– впервые получено понятие «средний угол рельефной поверхности», которое позволяет ввести фактор объективной оценки несимметричных рельефов и может быть определен как арккосинус отношения площади окружности, описанной вокруг проекции рельефа к фактической площади рельефной поверхности.

– определены параметры механического вибрационного шлифования несимметричных рельефных стеклянных поверхностей, позволяющие рассчитывать степень светопропускания обрабатываемого объекта для его дальнейшего использования.

– выведены закономерности изменения светопропускания рельефной поверхности от параметров рельефа «среднего угла рельефной поверхности» и параметров шлифовального инструмента.

– предложена математическая формула расчета зависимости светопропускания стеклянного рельефа от параметров механического воздействия на объект.

– предложены рекомендации по использованию метода вибрационного шлифования несимметричных рельефных стеклянных поверхностей.

В заключении изложены результаты работы в обобщенном виде.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, результаты проведенных исследований, сформулированные выводы и публикации по рассматриваемой теме.

Работа выполнена на высоком научном уровне, с использованием широкого арсенала информативных методов исследования, результаты изложены в логической последовательности, сопровождаются иллюстративным материалом. Поставленные цели и задачи исследования достигнуты в полном объеме. Выполненная работа подтверждает высокую профессиональную подготовку автора.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, а также их достоверность подтверждена воспроизводимостью, применением современных методов анализа, использованием стандартизованных методик, соответствием результатов международному уровню

знаний в исследуемой области науки. 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 международных и всероссийских научных конференциях.

По результатам исследования опубликовано 12 научных работ, включая 1 монографию, 1 статью в журналах, индексируемых в международных базах данных Web of Science и Scopus, 6 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Кроме того, получено 3 патента РФ на изобретение и подготовлено 4 публикации тезисов докладов.

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.

Таким образом, с полученными Козицыным И.П. результатами, которые носят прикладной характер, следует ознакомиться и продолжать развивать в научных, образовательных и производственных организациях таких как: АО НИИТС им. В.Ф. Солинова, ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова», ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова» и др.

Серьезные возражения по представленной работе отсутствуют. В то же время имеется ряд вопросов и замечаний:

1. В первой главе представлены различные способы моллирования плоских стекол. Чем принципиально отличается предложенный метод от известных методов моллирования стекла?
2. Рассмотренный метод формования базируется на листовом стекле соответствующем ГОСТ 111-2014. Чем обусловлен выбор исследуемого стекла? Возможно ли проецирование предложенных методов на листовые стекла других марок и других типов?
3. Какие сложности могут возникнуть при масштабировании предложенной лабораторной установки для стекол большого диаметра?
4. Исследование шлифования стекол базируется только на одном типе абразивного материала. Могут ли предложенные методы экстраполированы на другие абразивные материалы? Что для этого необходимо сделать?

Упомянутые замечания во многом носят рекомендательный характер, не снижают теоретической и практической значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную характеристику работы. Диссертация Козицына Ивана Петровича является законченной научно-квалификационной работой, в которой разработаны новые научно обоснованные подходы к моллированию стекла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертационная работа Козицына Ивана Петровича на тему «Разработка метода моллирования листового стекла в вакуумную форму с закрепленным краем» соответствует критериям, установленным пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 №842 в последней редакции), выдвигаемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук.

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.

[Handwritten signature]

Д.п.н. доцент

Крылов Э.Г.