

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.383.02, СОЗДАННОГО
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «САНКТ-
ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
(ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 11.12.2024 г. № 69

О присуждении Козицыну Ивану Петровичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разработка метода моллирования листового стекла в вакуумную форму с закрепленным краем» по специальности 2.6.17. Материаловедение принята к защите 02 октября 2024 года (протокол заседания № 61) диссертационным советом 24.2.383.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (190013, Россия, Санкт-Петербург, Московский проспект, дом 24-26/49 литера А), утвержденным приказом Минобрнауки Российской Федерации № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Козицын Иван Петрович, 1968 года рождения.

В 1993 году соискатель окончил специалитет в «Санкт-Петербургском технологическом институте» В 2024 году окончил заочную аспирантуру в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», в настоящее время работает старшим преподавателем федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», Минобрнауки России.

Диссертация выполнена на кафедре технологии художественной обработки материалов и ювелирных изделий федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский

государственный университет промышленных технологий и дизайна» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук Жукова Любовь Тимофеевна, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна», кафедра технологии художественной обработки материалов и ювелирных изделий, профессор.

Официальные оппоненты:

Черных Михаил Михайлович доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевский государственный технический университет имени М.Т. Калашникова», г. Ижевск, кафедра технологии промышленной и художественной обработки материалов, профессор;

Сычева Галина Александровна – кандидат химических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение науки «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» — Институт химии силикатов, исполняющая обязанности заведующего лаборатории строения и свойств стекла, ведущий научный сотрудник

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева)» в своем положительном отзыве, подписанном Сигаевым Владимиром Николаевичем доктором технических наук, профессором, заведующим кафедры керамики и стекла, профессором и утвержденным Хайдуковым Евгением Валерьевичем доктором физико-математических наук, профессором, проректором по научной работе и инновациям ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева (РХТУ им. Д.И. Менделеева)» указала, что рассматриваемая диссертация может быть оценена только положительно. По мнению ведущей организации диссертационное исследование по своему научному и техническому уровню соответствует требованиям пп. 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Козицын Иван Петрович, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата

технических наук по специальности 2.6.17 Материаловедение. Работа И.П. Козицына может представлять большой интерес для производства. Технологии моллирования, разработанные в диссертации, высокая технологичность процессов и уникальные возможности деформации листового стекла носящие прикладной характер, позволяют рекомендовать данный способ и продолжать развивать его в научных, производственных организациях таких как: ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», ФГБОУ ВО «БГТУ им. В.Г. Шухова», АО НИИТС им. В.Ф.Солинова, АО «НПО ГОИ им. С.И. Вавилова», НПО им. С.А. Лавочкина и др. Разработка методов деформации плоского стекла, а также выявление зависимостей между технологическими параметрами процесса, механическими и эксплуатационными характеристиками имеет большое прикладное значение, а полученные результаты могут являться справочными как для производственных, так и для ряда научных предприятий. Разработанные технологии, особенно позволяющие изготавливать многослойные ламинированные стеклянные изделия сложной формы по уровню эксплуатационных характеристик во многом превышают имеющиеся российские и мировые технологии.

Соискатель имеет 14 научных публикаций, включая 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 1 статья в международных базах данных (*Web of Science, Scopus, Springer*) и 1 монография, 4 тезисов докладов на международных и всероссийских конференциях. Получено 3 патента на изобретения.

Авторский вклад соискателя заключается в разработке планов экспериментов, проведении анализа исходных материалов, разработке методик проведения эксперимента, исследовании физико-механических свойств, анализе результатов исследования и современного состояния проблемы, подготовке текстов публикаций.

Опубликованные работы полностью отражают основные положения диссертационного исследования, в диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значимые работы автора по теме диссертации:

1. Козицын, И. П. Технологические проблемы применения объемного моллирования стекла в ювелирном искусстве / И. П. Козицын, Л. Т. Жукова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2021. – № 1(61). – С. 90-95.

2. Козицын, И. П. Основные проблемы, возникающие при создании плоских фактурных и рифленых стекол, и их решения / И. П. Козицын, Л. Т. Жукова // Дизайн. Материалы. Технология. – 2021. – № 3(63). – С. 70-74.

3. Козицын, И. П. Исследование процесса моллирования плоского стекла в вакуумную форму / Л. Т. Жукова, И. П. Козицын // Дизайн. Материалы. Технология. – 2022. – № 3(67). – С. 94-100.

4. Козицын, И. П. Метод определения вязкости стекла по имеющемуся аналогу / Л. Т. Жукова, И. П. Козицын // Дизайн. Материалы. Технология. – 2022. – № 4(68). – С. 91-97.

5. Козицын, И. П. Анализ температурно-вязкостных параметров листового стекла / Л. Т. Жукова, И. П. Козицын // Дизайн. Материалы. Технология. – 2024. – № 1(73). – С. 91-97.

6. Козицын, И. П. Интерполяция коэффициентов расчета вязкости по методу Охотина Л. Т. Жукова, И. П. Козицын // Дизайн. Материалы. Технология. – 2022. – № 1(73). – С. 91-97.

На диссертацию и автореферат отзывы прислали:

1 – Ганин Сергей Владимирович, кандидат технических наук, доцент, директор высшей школы физики и технологии материалов, института машиностроения материалов и транспорта федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого».

2 – Емельянов Александр Юрьевич, кандидат технических наук, доцент кадры «технология художественной обработки материалов и дизайна» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»

3 – Яценко Елена Альфредовна, профессор, доктор технических наук, заведующая кафедрой «Общая химия и технология силикатов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова»

4 – Бондаренко Надежда Ивановна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии стекла и керамики федерального государственного бюджетного

образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технический университет имени В.Г. Шухова

5 – Губанова Людмила Александровна, доктор технических наук, профессор факультета фотоники федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет ИТМО».

6 – Пряхин Евгений Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Материаловедение и технология художественных изделий» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

7 – Сысоев Валентин Константинович, доктор технических наук, начальник отдела научно-исследовательских работ, акционерного общества «Научно производственное объединение С.А. Лавочкина».

8 – Машир Юрий Иванович, доктор технических наук по специальности 05.17.11 — Технология силикатных и тугоплавких неметаллических материалов. Генеральный конструктор — заместитель генерального директора по науке. Акционерное общество «Научно-исследовательский институт технического стекла им. В.Ф. Солинова».

Все отзывы положительные.

В отзывах указывается, что диссертационная работа выполнена по актуальной тематике, обладает научной новизной и практической значимостью, в автореферате полностью отражена суть исследования, осуществлены синтез и исследование сложных систем, проведен глубокий научный анализ полученных результатов, диссертационное исследование выполнено по актуальной тематике, обладает научной новизной и практической значимостью, автор работы заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук.

В отзывах содержатся следующие замечания:

1. Чем обусловлено упрощение эмпирической формулы для угла в 60° в таблице 2.
2. С чем связан выбор состава исследуемого стекла.
3. Из текста автореферата не совсем понятно каким образом понятие «средний угол рельефной поверхности» может быть использовано в расчете оптических систем.
4. Хотелось бы большей конкретизации процесса относительно того или иного технического решения изделия (оптики, формы, фактуры);
5. В целом напрашивается предложение разделить темы моллирования и шлифования на два направления исследования.

6. В автореферате представлена методика косвенного определения вязкости стекла. На сколько эта «косвенность» может быть универсальной при работе с другими типами листового стекла?

7. Некоторые утверждения носят достаточно общий характер рассмотрения и не учитывают особенности нагрева стекол, особенно возникающие зоны кристаллизации.

8. Крайне прикладной уклон работы, основывающийся на исследовании одного вида стекла и обобщающего на этом сделанные выводы. Объединение в одной работе двух различных направлений исследования (моллирование и холодная обработка) несколько распыляет направление основного вектора работы, не позволяя сделать однозначных выводов применения рассматриваемых методик.

9. Ряд утверждений носит обобщающий характер. Например, во второй главе определение оптимальных соотношений давление-температура для процесса моллирования и расчет функциональной взаимозависимости температуры и давления сделано на примере анализа одной толщины листового стекла.

10. В третьей главе закономерности изменения светопропускания рельефной поверхности от параметров рельефа «среднего угла рельефной поверхности» и параметров шлифовального инструмента выводятся на примере использования всего лишь одного типа абразивного порошка.

11. Не ясна фраза «Исследование процесса вибрационной абразивного шлифования стеклянных рельефов с несимметричной поверхностью», присутствует несогласование падежей или пропущено слово

12. Из текста автореферата не ясно насколько возможна масштабирование процесса моллирования, не определены граничные условия влияющие на формирование изделия. Особенно это относится ко второй части работы, связанной со шлифовкой стеклянной поверхности.

13. Из текста автореферата не совсем понятен принцип выбора формы для проведения исследования?

14. На чем основана необходимость уточнения коэффициентов Охотина в представленных расчетах?

15. Из текста автора диссертации не ясно можно ли распространить данную технологию на другие марки стекол.

16. В главе №1 описаны главные проблемы где вторым пунктом указано – «значительный разброс вязкости обусловленный нестабильным химическим составом листового (оконного) стекла», но не приведены доказательства этого заключения.

17. В основных выводах в выводе №6 указано, что «. . . Разработан способ вибрационного шлифования несимметричных рельефных стеклянных поверхностей, позволяющий контролировать светопропускание матовых стекол с рельефной поверхностью». В этом выводе, на мой взгляд не корректно слово «контролировать». Способ шлифования, это технологическое понятие, а «контролирование» это функция измерения. Здесь нужны приборы контроля, единицы измерения, метрология и др. В этом выводе вместо слова «контролировать», наверное, более бы подошло слово «регулировать» или «управлять».

18. В главе 3 получены зависимости относительного светопропускания от среднего угла рельефной поверхности, а определение среднего угла рельефной поверхности основано на допущении, что рельеф имеет форму, проекция которой образует круг или правильный многоугольник. Из реферата непонятно как этот рельеф коррелирует с реальной шероховатостью поверхности, которую можно измерять с помощью приборов.

19. Из 3 главы реферата понятно, как проводить вибрационное шлифование плоского образца стекла, но не понятно, как проводить вибрационное шлифование образца со сложным несимметричным рельефом.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их широкой известностью своими достижениями в данной отрасли науки, наличием публикаций в соответствующей сфере исследования и способностью определить научную и практическую ценность диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработана и научно обоснована технология вакуумного моллирования листового стекла в форму с закрепленным краем, а также способ шлифования стекла с несимметричной рельефной поверхностью.

предложены оригинальные методы формования листового стекла в объекты со сложной рельефной поверхностью с последующим шлифованием полученной поверхности, что позволило разработать соответствующие методики их изготовления, основываясь на научно обоснованных и доказанных утверждениях, подтвержденных экспериментальными работами.

доказаны технологическая возможность изготовления изделий из листового стекла методом моллирования с отрицательными углами моллирования и оптимальные соотношения остаточное давление-температура, необходимые и достаточные для предложенного процесса деформации стекла, а также взаимосвязь деформация-вязкость в исследуемой системе.

введено понятие «среднего угла рельефной поверхности», обеспечивающего объективную оценку рельефной поверхности как в процессе технологической обработки объекта из стекла, так и в ходе его эксплуатации. Дополнена таблица коэффициентов расчета вязкости по методу Охотина в интервале вязкости 10^6 – 10^9 П, необходимое для доказательства взаимосвязи деформационно-вязкостных характеристик исследуемого стекла.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны перспективность разработки предложенного метода деформации листового стекла для изготовления изделия сложным несимметричных форм, а также многослойных структур на их основе.

применительно к проблематике диссертации результативно, с получением обладающих новизной результатов использован прием совмещения температурно-деформационных и температурно-вязкостных свойств листового стекла, что позволило создать новый метод относительного определения вязкости стекла.

изложены теоретические и экспериментальные результаты изучения диаграмм температура-время, относительное разряжение-время при фиксации остальных технологических параметров и определение диаграммы температура-разряжение и установлено, что зависимость носит экспоненциальный характер, что является основным соотношением при определении необходимых технологических параметров моллирования.

раскрыта возможность объективной оценки рельефной поверхности, позволяющий применять этот фактор как для расчета светопропускания прозрачных объектов, так и для определения светотражения сложных рельефных поверхностей.

изучено соотношение температура-разряжение-время для моллирования плоского стекла, а также влияние параметров абразивного шлифования на светопропускание несимметричных стеклянных рельефов.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

разработаны и внедрены: 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, 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, метод относительного определения вязкости стекла, позволяющий корректировать температуру моллирования без проведения большого количества лабораторных экспериментов

определены перспективы использования предложенного метода для изготовления стеклянных изделий сложной несимметричной формы для использования их в народном хозяйстве.

создана система практических рекомендаций и методик по подбору основных технологических и физико-механических показателей для реализации конкретной технологии моллирования стекла

представлены оригинальные практические методы и методики для реализации рассмотренных способов моллирования и шлифования стекла.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ достоверность результатов исследования обеспечена применением надежных аналитических методов, стандартной измерительной аппаратуры, согласованностью полученных результатов и их сопоставлением со справочными и литературными источниками;

теория основана на достоверных и проверяемых данных и в целом соответствует современным представлениям в научной литературе по теме диссертации,

идея базируется на критическом анализе отечественных и зарубежных литературных данных по тематике исследования, учете и обобщении опыта создания технологических процессов на основе широко известных материалов.

использованы известные подходы и соответствующие решаемым задачам методы обработки и теоретического анализа экспериментальных результатов,

установлено качественное и количественное совпадение авторских результатов с результатами по близким аналогам материалов, представленными в независимых источниках по данной тематике,

использованы современные методики сбора и анализа исходной информации, методы анализа и стандартизованные методики;

Личный вклад соискателя состоит в создании метода моллирования, проведении поиска и анализе литературы по тематике работы, выполнении

исследований по изучению свойств системы вязкость-температура-деформация исследовании, анализе и обобщении экспериментальных данных, подготовке публикаций. Работы выполнена автором самостоятельно.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания:

1. Из какого материала выполнены вакуумные формы?
2. Каким образом учитывался фактор толщины стекла при моллировании?
3. Как можно оценить воздействие на стекло с точки зрения механических воздействий?
4. Если возможно заполнение формы без использования разряжения, то для какой цели оно необходимо?
5. Объясните каким образом происходит разделение частиц абразива по высоте формы.
6. Какими параметрами определяется прилагаемая вибрация при шлифовании?
7. В каком месте и какая конкретно область измерялась при контроле температуры в печи?
8. За счет чего создается формирующее усилие, прилагаемое к стеклу?
9. При помощи каких инструментов удалось стабилизировать и фиксировать градиент температур $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ при температуре в печи порядка $800\text{ }^{\circ}\text{C}$?
10. Почему для защиты вы выбрали специальность 2.6.17, хотя по теме она подходит под определение специальности 2.6.14?
11. Какие ограничения накладываются при использовании оценки рельефной поверхности по предлагаемому методу «среднего угла рельефной поверхности»?
12. Чем обусловлена система координат при описании температурно-вязкостных параметров системы?
13. Есть ли физический смысл зависимости коэффициентов метода Охотина?

Соискатель Козицын И.П. согласился с замечаниями и ответил на задаваемые ему вопросы и привел собственную аргументацию

1. Они выполнены из смеси гипса марки Г-16 и бетта-кристобалита, в диссертационной работе представлены исследования газопропускания. Формы одноразовые. Изготовление их из жаростойких металлов в данном случае не рассматривались из-за отсутствия их газопрopusкающей способности.

2. На слайде 13 показано изменение толщины стекла от глубины прогиба и выбрана линейная зависимость изменения толщины стекла от глубины прогиба. В полусферической форме толщина изменяется ровно в два раза.
3. При формировании при 800 °С напряжения в стекле отсутствуют и в дальнейшем для снятия напряжений проводился соответствующий термический отжиг стекла. Дальнейшая проверка стекла на полярископе не показала напряжений в стекле.
4. Вакуумирование позволяет формировать качественную поверхность при более низких температурах. При моллировании без разряжения в системе стекло просто стекает по поверхности формы. Предлагаемый метод позволяет моллировать изделия даже с отрицательными углами.
5. На слайде 26 на графике показано распределение частиц в четырех инструментах для каждой отдельной фракции абразива. Происходила седиментация (осаждение) частиц абразива, в результате чего получилось представленное распределение их по толщине материала.
6. В данном случае рассматривалась амплитуда и частота.
7. При измерении температур возникает вопрос по градиенту печи, градиент температур непосредственно у формы составлял порядка 0,1 °С/см. Измерялась температура непосредственно около самого стекла. Градиент температур по стеклу непосредственно не измерялся.
8. Усилие возникает за счет разряжения, создаваемого непосредственно в форме, и определяется оно исходя из параметров моллируемого изделия, а также от временного параметра при моллировании на разных стадиях. Процесс моллирования происходит при фиксированной скорости нагрева в системе, что с одной стороны усложняет математический расчет, но упрощает непосредственно сам процесс моллирования.
9. Термопара ТХА – (хромель-алюмелевая), в качестве измерительного прибора использовался прибор «Варта» с соответствующей точностью измерения.
10. Выбор соответствующей специальности был обусловлен тем, что в работе не рассматривался синтез специальных стекол, а анализировалось стекло, соответствующее ГОСТ 111-2014.
11. В данном случае ограничения определяются в первую очередь границами исследуемого рельефа. В проекции рельеф должен иметь форму круга или правильного многоугольника. Это позволяет унифицировать понятие «средний угол рельефной поверхности». Кроме того, данное ограничение

позволяет выделить сложные по профилю линзы (линзы Френеля) для анализа их оптических характеристик по предложенному фактору. Физические ограничения для определения «среднего угла» могут обуславливаться возможностями используемого сканирующего инструмента.

12. Предложенная система координат является классической для представления вязкость-температура в стекле, она обусловлена резким повышением вязкости при охлаждении стекла и плавным ее снижением при повышении температуры.

13. Коэффициенты в формуле Охотина не имеют физического смысла это чисто эмпирические значения, подобранные для определенных участков температуры. Это подтверждается тем, что предложенное Охотиным линейное уравнение зависимости вязкости от температуры описывает нелинейный график.

Диссертация Козицына Ивана Петровича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (с последующими изменениями).

На заседании 11 декабря 2024 года диссертационный совет принял решение за новые научно обоснованные технические и технологические решения и разработки в области разработки и исследования методов моллирования стекла, имеющие существенное значение для развития практического материаловедения в Российской Федерации присудить Козицыну И.П. ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук специальности 2.6.17. Материаловедение, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 15, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Ученый секретарь
диссертационного совета



Брыков Алексей Сергеевич

Воронков Михаил Евгеньевич

11 декабря 2024 г.