

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 1/250

**НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ
СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ
СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореферат
диссертации ... кандидата технических наук**

**Ph. D. & Dr. Sc. Lev Grigorevic Gelimson
Академический институт создания всеобщих наук
(Мюнхен)**

**Мюнхен: Издательство Всемирной Академии наук
«Коллегиум», 1986, 1987, 2022**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 2/250

**НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ
СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ
СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЛЛЮМИНАТОРОВ:**

**автореферат диссертации ... кандидата технических
наук: 01.02.06**

**Гелимсон Лев Григорьевич,
доктор технических наук в разделе
«Физико-математические науки» по Классификатору
Высшей Аттестационной Комиссии,
директор, Академический институт создания
всеобщих наук, Мюнхен, Германия,**

E-mail: Leohi@mail.ru Web: <http://scie.atspace.org/WhoIsWho.pdf>

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 3/250

Аннотация. Созданы и развиты основоположения математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых общих теорий и методов как теоретического фундамента для разработки теорий (с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов) и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследований, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, прочности и оптических свойств именно

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 4/250

существенно трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов, при осесимметричном изгибе высокими давлениями.

Ключевые слова: математика, метрология, механика деформируемого твёрдого тела, теория упругости, функция напряжений Лява, существенно трёхмерное цилиндрическое тело, теория прочности, обобщение критерия наибольших сдвиговых напряжений и критерия удельной энергии формоизменения, разрушение, оптика, расфокусировка, формула Ламе. УДК 539.3, 539.4, 539.5

**Мюнхен: Издательство Всемирной Академии наук
«Коллегиум», 1986, 1987, 2022**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 5/250

STRESS-STRAIN STATE AND STRENGTH OF LIGHT-TRANSPARENT PORTHOLE ELEMENTS: Ph. D. Dissertation in Engineering:

Abstract: 01.02.06

Gelimson Lev Grigorevic,

Ph. D. & Dr. Sc. in Engineering

in the section “Physical and Mathematical Sciences”

by the Highest Attestation Commission Classifier,
Director, Academic Institute for Creating Universal

Sciences, Munich, Germany,

E-mail: Leohi@mail.ru

Web: <http://scie.atspace.org/WhoIsWho.pdf>

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 6/250

Abstract. The fundamentals of the mathematical, metrological, optical-mechanical and strength systems of principally new general theories and methods have been created and developed as a theoretical foundation for creating theories (with the discovery and justification of systems of fundamentally new phenomena and laws) and simple closed general analytical methods of rational integrated engineering investigation, design and control of the systems of the stress-strain states, strength and optical properties of

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 7/250

essentially three-dimensional cylindrical bodies, in particular transparent elements, by axisymmetric bending under high pressures.

Keywords: mathematics, metrology, solid mechanics, elasticity theory, Love stress function, essentially three-dimensional cylindrical body, strength theory, generalization of the maximum shear stress criterion and of the maximum distortion energy criterion, fracture, optics, defocusing, Lame formula.

UDC 539.3, 539.4, 539.5

**Publishing House of the All-World Academy of Sciences
“Collegium”, Munich, 1986, 1987, 2022**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 8/250

ПРЕДИСЛОВИЕ К ТРЕТЬЕМУ ИЗДАНИЮ (2022) АВТОРЕФЕРАТА НАСТОЯЩЕЙ КАНДИДАТСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

Вторые издания (1987) настоящей кандидатской диссертации и её автореферата, представленные к её защите, были сокращены примерно вдвое по сравнению с первыми изданиями (1986), чтобы уменьшить объёмы до общепринятых для кандидатских диссертаций и их авторефератов по разделу «Физико-математические науки»

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 9/250

Классификатора Высшей
Аттестационной Комиссии. Было резко
сокращено всё изложенное в
приналежащей автору одной трети
научной монографии [32] и в ряде статей
автора.

В третьем издании (2022) автореферата
настоящей кандидатской диссертации во
многом восстанавливаются содержание и
объём первого издания (1986).

**Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ
И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн.
наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 10/250**

**АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНСКОЙ ССР
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ПРОЧНОСТИ
ГЕЛИМСОН ЛЕВ ГРИГОРЬЕВИЧ**

УДК 539.4 : 535.813 : 551.46.07

**НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И
ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
ИЛЛЮМИНАТОРОВ**

**01.02.06 «Динамика, прочность машин,
приборов и аппаратуры»**

**АВТОРЕФЕРАТ диссертации на соискание
учёной степени кандидата технических наук**

Киев 1987

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 11/250

**Работа выполнена в Институте проблем прочности
Академии Наук Украинской ССР**

Научный руководитель:

**доктор технических наук, старший научный
сотрудник К. К. АМЕЛЬЯНОВИЧ**

Официальные оппоненты:

**лауреат Государственной премии СССР и
Государственной премии УССР, доктор технических
наук, профессор Э. С. УМАНСКИЙ**

**кандидат физико-математических наук, старший
научный сотрудник Л. Н. КАРПЕНКО**

**Ведущая организация: Ленинградский институт точной
механики и оптики**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 12/250

Защита состоится 19 июня 1987 года в 9:30 часов на заседании Специализированного учёного совета Д 016.33.01 при Институте проблем прочности АН УССР в помещении конференц-зала (252014, Киев-14, улица Тимирязевская, 2).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института.

Автореферат разослан 12 мая 1987 года.

Отзыв, заверенный гербовой печатью, просим направить в адрес Института.

Учёный секретарь Специализированного учёного совета, кандидат технических наук В. Н. РУДЕНКО

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 13/250

ОГЛАВЛЕНИЕ

НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореферат диссертации ... кандидата технических наук.....	1
Введение. Общая характеристика настоящей кандидатской диссертации.....	15
1. Анализ методов конструирования и расчёта иллюминаторов	78
2. Создание общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для общих теорий деформирования, прочности и разрушения сплошных трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов	96

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 14/250

3. Проверка достоверности созданного общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для общих теорий деформирования, прочности и разрушения сплошных трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов.....	159
4. Применение созданного общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для создания общих теорий деформирования, жёсткости, оптики, прочности и разрушения сплошных трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений.....	174
Заключение. Основные результаты и выводы.....	214
Список главных из 59 научных трудов с основным содержанием настоящей кандидатской диссертации.....	235

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 15/250

Введение. Общая характеристика настоящей кандидатской диссертации

Во введении дан анализ проблем по теме диссертации, обоснована её актуальность, указаны основные положения для защиты, отмечены научная новизна и практическая значимость результатов работы, поставлены цель и задачи, выбраны методы и средства исследований.

Актуальность настоящей кандидатской диссертации заключается в следующем. Одним из эффективных методов поиска и разведки полезных ископаемых в Мировом океане является фотокинотелевизионная

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 16/250

съёмка. Съёмочная аппаратура устанавливается в подводных аппаратах, включающих иллюминаторы для высоких давлений со светопрозрачными элементами из органического или неорганического стекла. В состав подводных оптических систем входят гидрообъективы, которые исправляют оптические искажения изображений подводных объектов, связанные с переходами световых лучей через границы раздела сред с различными показателями преломления. В целях универсализации гидрообъективов, упрощения изготовления светопрозрачных элементов, монтажа

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 17/250

и юстировки подводных оптических систем границы раздела воздушной среды внутри аппарата, светопрозрачного элемента и гидросферы должны быть плоскопараллельными. Под действием высоких давлений океанских глубин первоначально плоские оптические поверхности светопрозрачного элемента иллюминатора существенно деформируются, что обуславливает дополнительные искажения, которые не исправляются гидрообъективом. Некоторое уменьшение деформаций светопрозрачного элемента достигается путём использования неорганического стекла

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 18/250

взамен органического стекла. Простейшая форма светопрозрачного элемента – сплошного прямого кругового цилиндра с плоскими параллельными основаниями –是最好的 для специфики конструкционно-технологических свойств неорганического стекла. Однако прогибы оптических поверхностей таких элементов из неорганического стекла под действием высоких давлений океанских глубин более чем на порядок превышают значения, влиянием которых на качество изображения можно было бы пренебречь. Поэтому для проектирования иллюминаторов как

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 19/250

неотъемлемых составных частей предназначенных для высоких давлений оптических систем, удовлетворяющих высоким требованиям к качеству изображения, необходимо достоверно знать напряжённо-деформированные состояния светопрозрачных элементов из стекла и учитывать влияние этих состояний на прочность и оптические свойства иллюминаторов. Из теории оптических систем известно, что зависимости между оптическими искажениями и конструктивными параметрами элементов системы должны быть выражены непременно аналитически. Однако

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 20/250

применяемые в настоящее время при проектировании оптических иллюминаторов для высоких давлений аналитические методы теории пластин и теории плит не учитывают большой относительной толщины светопрозрачных элементов иллюминаторов и не могут с необходимой точностью и достоверностью характеризовать действительное напряжённо-деформированное состояние таких иллюминаторов.

Проблемы проектирования таких иллюминаторов и иллюминаторов, применяемых в химической промышленности, в физико-химических

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 21/250

экспериментах и в других отраслях техники высоких давлений, имеют много общего.

Поэтому актуально создание простых замкнутых аналитических методов расчёта напряжённо-деформированных состояний светопрозрачных элементов как существенно трёхмерных тел и учёта влияния этих состояний на прочность и оптические свойства иллюминаторов для высоких давлений.

Тем более необходимо и полезно создание математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых основополагающих общих теорий и методов как теоретического

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 22/250

фундамента для разработки теорий и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптических свойств осесимметрично изгибаемых высокими давлениями именно существенно трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов. Научные исследования в этом направлении относятся к проблемам динамики, прочности машин, приборов и аппаратуры.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 23/250

Эта кандидатская диссертация обобщает результаты научно-исследовательских работ, выполненных во ВНИИкомпрессормаш (1974–1981 гг.) и в Сумском филиале Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина (1981–1987 гг.) единолично автором (теоретические исследования и обработка экспериментальных данных) и при его личном участии (замысел и осуществление экспериментальных исследований) в качестве ответственного исполнителя хоздоговорных и госбюджетных тем, в том числе темы 1.10.2.11-63 «Исследование прочности конструкций из

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 24/250

силикатных материалов при внешнем гидростатическом давлении» Института проблем прочности АН УССР, утверждённой Постановлением № 474 Президиума АН Украины от 27.12.1985 г., и включённой в Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 11.12.1982 г. хоздоговорной темы 06.05.03.81-85 «Экспериментально-теоретические исследования, разработка и изготовление глубоководных боксов и стендов высокого давления для оптико-механических испытаний» Сумского филиала Харьковского политехнического института им. В. И.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 25/250

Ленина и НИПИокеангеофизика ПО «Южморгеология» (г. Геленджик), в рамках целевой комплексной программы ГКНТ 074.01 «Мировой океан» и утверждённого АН УССР научного направления Сумского филиала Харьковского политехнического института им. В. И. Ленина «Оптико-механические проблемы в современной глубоководной технике».

Цель настоящей кандидатской диссертации – создание, основоположение и практический целесообразное идейное развитие математической, метрологической, оптико-механической и

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 26/250

прочностной систем принципиально новых общих теорий и методов как теоретического фундамента теорий и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптики осесимметрично изгибаемых высокими давлениями именно существенно трёхмерных цилиндрических тел (светопрозрачных элементов), в частности при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 27/250

периферическом противодавлении с возможным боковым давлением.

Основные задачи, вытекающие из этой цели и решаемые в данной кандидатской диссертации:

1. Создание математической системы принципиально новых общих теорий и методов. Среди них –

1.1) теория общих математических задач как множеств функциональных отношений (в частности уравнений и/или неравенств) с известными операторами над искомыми функциями известных аргументов;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 28/250

- 1.2) теория собственной совокупности видов (классов), в том числе собственного вида (класса), функций для множества операторов с глубокими обобщениями неподвижной точки отображения и собственной функции для оператора;
- 1.3) общий (полу)степенной метод, в том числе общего решения бигармонического уравнения в собственных классах (полу)степенных рядов с глубокими обобщениями неподвижной точки отображения и собственной функции, в частности для обобщения полиномиальных методов, в том

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 29/250

числе для осесимметричной функции напряжений Лява;

1.4) теория именно дополнительного альтернативного возведения в степень (минус-остепенения) с обобщением степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания.

2. Создание метрологической системы принципиально новых общих теорий и методов. Это в том числе

2.1) общая теория анализа приемлемости методов обработки данных с доказанными изъянами

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 30/250

абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов;

2.2) общие теории неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, с оценкой их и меры несовместности противоречивых предметов, в частности переопределённых систем уравнений;

2.3) общие теории и методы наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при опоре на лучшие из них и при нормально

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 31/250

безотносительно нормальности распределения взвешенном учёте непременно всех данных.

3. Создание оптико-механической системы принципиально новых общих теорий и методов.
Среди них –

3.1) общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных задач механики, прочности и оптики именно существенно трёхмерных тел;
3.2) теории минимизации и устранения невязок сопряжения решений для макроэлементов;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 32/250

3.3) теории осесимметричного изгиба равномерным давлением на одно основание сплошного и кольцевого трёхмерных цилиндрических тел при различных условиях уравновешивания;

3.4) теория влияния осесимметричного изгиба равномерными давлениями на полностью нагруженное основание и на кольцевую периферическую часть частично нагруженного основания именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента, на его оптические свойства.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 33/250

4. Создание прочностной системы принципиально новых общих теорий и методов. Это в том числе

4.1) общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) предельной поверхности;

4.2) общий метод обобщения критериев предельных состояний и прочности добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции и обобщение третьей и четвёртой теорий прочности для изотропного

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 34/250

**материала, различно сопротивляющегося
растяжению и сжатию;**

4.3) необходимое для определения опаснейшей точки преобразование первой теории прочности к виду с равносильным (эквивалентным) и с единым предельным напряжениями;

4.4) общее решение задачи прочности существенно трёхмерного цилиндрического тела с методами определения переходного и наилучшего значений относительного бокового давления на это тело;

4.5) методология построения простых замкнутых (общих) аналитических методов решения и простых

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 35/250

замкнутых решений трёхмерных осесимметричных (типов соответственно) задач механики и прочности;

4.6) методология функционально допустимого и технологически осуществимого рационального комплексного управления прочностью и другими характеристиками каждой реальной конструкции.

5. Создание методологии открытия и обоснования механической, прочностной и оптической систем принципиально новых явлений и законов напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, оптики, прочности и разрушения

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 36/250

существенно трёхмерных тел, открытия и обоснования системы всеобщих явлений и законов.

6. Создание методологии проверки пригодности математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем созданных общих теорий и методов.

7. Создание теории рационального комплексного управления напряжённо-деформированным состоянием, прочностью и оптическими свойствами именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела (светопрозрачного элемента) под равномерными давлениями на одно основание,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 37/250

на кольцевую периферическую часть другого основания и на боковую поверхность тела.

8. Создание и внедрение принципиально новых методов рационального комплексного проектирования (с учётом открытых явлений и законов) и эффективных конструкций иллюминаторов для высокого давления, в том числе защищённых авторскими свидетельствами на изобретения.

Главные выдвинутые и осуществлённые идеи настоящей кандидатской диссертации:

1. Математическая система принципиально новых общих идей. В том числе

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 38/250

1.1) идея общих математических задач как множеств функциональных отношений (в частности уравнений, неравенств) с известными операторами над искомыми функциями;

1.2) идея собственной совокупности видов (классов), в том числе собственного вида (класса), функций для множества операторов (обобщение собственной функции для оператора);

1.3) идеи общего (полу)степенного метода, в том числе общего решения бигармонического уравнения в собственных классах (полу)степенных рядов с обобщениями неподвижной точки и собственной

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 39/250

функции, в частности для функции напряжений Лява;

1.4) идея альтернативного возведения в степень (минус-остепенения) с обобщением степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания.

2. Метрологическая система принципиально новых общих идей. В том числе

2.1) идеи анализа приемлемости методов обработки данных с доказанными изъянами классических абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов, причём вне крайне узких

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 40/250

областей приемлемости (пригодности) возможны нелогичность, неоднозначность, неопределенность, неинвариантность, даже извращения действительности;

2.2) идеи произвольных неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость;

2.3) идеи наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при опоре на лучшие из них и при нормально безотносительно нормальности

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 41/250

распределения взвешенном учёте непременно всех данных без исключения любых выбросов.

3. Оптико-механическая система принципиально новых общих идей. В том числе

3.1) идеи общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных задач механики, прочности и оптики именно существенно трёхмерных тел;

3.2) идеи минимизации и устранения невязок сопряжения решений для макроэлементов;

3.3) идеи осуществимого плоско точного (на плоских основаниях) неплоско приближённого (на

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 42/250

цилиндрических поверхностях) выполнения граничных условий при осесимметричном изгибе равномерным давлением на одно основание сплошного и кольцевого существенно трёхмерных цилиндрических тел при защемлении, опоре по краю или окружности меньшего радиуса, равномерном периферическом противодавлении;

3.4) идея дополнения стрелы прогиба как интегральной характеристики жёсткости искривлением как локальной характеристикой оптики и прочности;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 43/250

3.5) идея кратного снижения максимума рабочей расфокусировки, единственно существенной при осесимметричном изгибе трёхмерного цилиндрического тела, такой предварительной расфокусировкой оптической системы, которая противоположна средней рабочей расфокусировке системы.

4. Прочностная система принципиально новых общих идей. Это в том числе

4.1) идеи обобщения критерия предельных состояний и критерия прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 44/250

движением (смещением и/или вращением) критериальной предельной поверхности;

4.2) идея обобщения критериев предельных состояний и критериев прочности добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции;

4.3) идея преобразования первой теории прочности к виду с равносильным (эквивалентным) и с единым предельным напряжениями и идеи обобщения третьей и четвёртой теорий прочности для изотропного материала, различно сопротивляющегося растяжению и сжатию;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 45/250

- 4.4) идеи именно общего решения задачи прочности существенно трёхмерного цилиндрического тела с методами определения переходного и наилучшего значений относительного бокового давления на тело;**
- 4.5) идеи построения (общих) аналитических методов решения и решений трёхмерных осесимметричных (типов соответственно) задач механики и прочности;**
- 4.6) идеи функционально допустимого и технологически осуществимого рационального комплексного управления прочностью и другими характеристиками каждой реальной конструкции.**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 46/250

5. Идеи существования механической, прочностной и оптической систем принципиально новых явлений и законов напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, оптики, прочности и разрушения существенно трёхмерных тел, систем всеобщих явлений и законов.

6. Идея именно систематичности проверки пригодности математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем созданных общих теорий и методов.

7. Идея практической независимости оптических свойств от важнейшего для прочности давления на

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 47/250

боковую поверхность осесимметрично изгибающегося
именно существенно трёхмерного сплошного
цилиндрического тела, в частности
светопрозрачного элемента, для простоты
осуществимости рационального управления
напряжённо-деформированным состоянием,
прочностью и оптическими свойствами такого тела.

8. Идеи устранения силовых контактов и
растягивающих напряжений осесимметрично
изгибающегося существенно трёхмерного сплошного
цилиндрического тела, в т. ч. светопрозрачного
элемента из неорганического стекла, для создания и

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 48/250

внедрения принципиально новых методов рационального комплексного проектирования и в том числе изобретённых эффективных конструкций иллюминаторов для высокого давления.

Научная новизна настоящей кандидатской диссертации состоит в следующем:
созданы и развиты математическая, метрологическая, оптико-механическая и прочностная системы принципиально новых основополагающих общих теорий и методов как теоретический фундамент для создания теорий (с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов) и

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 49/250

**простых замкнутых общих аналитических методов
рациональных комплексных инженерных исследования,
проектирования и управления системами
напряжённо-деформированных состояний,
жёсткости, прочности и оптических свойств
осесимметрично изгибаемых высокими давлениями
именно существенно трёхмерных цилиндрических
тел, в частности светопрозрачных элементов, в том
числе под равномерными давлениями на одно
основание, на кольцевую периферическую часть
другого основания и на боковую поверхность;**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 50/250

создана теория общих математических задач как множеств функциональных уравнений и/или неравенств с известными операторами над искомыми функциями известных аргументов;
создана теория собственной совокупности видов (классов), в частности собственного вида (класса), функций для множества операторов (глубокое обобщение неподвижной точки отображения и собственной функции для оператора);
создан общий (полу)степенной метод, впервые давший и для функций напряжений общее решение бигармонического уравнения в (полу)степенных рядах как собственных классах функций оператора, и открыто явление ограничения не только снизу, но

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 51/250

и сверху степени функции напряжений граничными условиями задачи;

введено дополнительное альтернативное возвведение в степень (минус-остепенение) умножением функции знака основания на степень модуля основания с лишь итоговым учётом отрицательности основания для обобщений степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в частности для начальных, центральных и смещённых моментов любых нецелых порядков и для обобщений общего (полу)степенногого метода;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 52/250

созданы общие теории неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, с оценкой их и меры несовместности противоречивой задачи и с общими методами аналитического приближения к квазирешению, обобщающему точное решение, могущее не существовать или невозможное в противоречивой задаче, в частности в переопределённой задаче обработки данных;
созданы общие теории и методы наилучших аналитических приближений к дискретным

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 53/250

экспериментальным данным с их разбросом при опоре на лучшие из них и при взвешенном учёте всех данных без исключения выбросов, в том числе для методов экспериментальных исследований напряжённо-деформированных состояний и прочности конструкций при высоких давлениях, в частности: общая теория анализа приемлемости методов обработки данных (доказаны крайняя узость областей пригодности абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов, их принципиальные изъяны и пороки вплоть до нелогичности, неинвариантности,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 54/250

двуスマысленности, субъективизма исключения выбросов, опоры на худшие сохраняемые данные ввиду ничтожности вклада наилучших данных в сумму квадратов отклонений, минимизируемую этим методом, и даже извращений действительности); теория и общие методы нормального взвешивания всех данных безотносительно нормальности их распределения для опоры на лучшие из них при учёте всех данных без исключения выбросов и при правильном использовании простейших формул метода наименьших квадратов;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 55/250

создан общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных задач механики, прочности и оптики именно существенно трёхмерных тел;
созданы теории и аналитические методы среднеквадратичной, обеспечивающей минимакс модуля и коллокационной минимизации и устранения минимизированных невязок сопряжения аналитических решений для макроэлементов разбиения существенно трёхмерного тела между собой и с граничными условиями его нагружения;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 56/250

созданы общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений и добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции на случай анизотропии и/или различных сопротивлений материала растяжению и сжатию и выдвинуты обобщения третьей и четвёртой теорий прочности для любого изотропного материала;

созданы теории и аналитические методы решения задач о напряжённо-деформированном состоянии

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 57/250

при осесимметричном изгибе линейно упругого трёхмерного сплошного цилиндрического тела равномерным давлением на одно основание с возможным равномерным давлением на боковую поверхность при жёстком защемлении боковой поверхности, свободном опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при равномерном противодавлении на кольцевую периферическую часть другого основания; создана теория влияния осесимметричного изгиба равномерными давлениями на полностью нагруженное основание и на кольцевую

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 58/250

периферическую часть частично нагруженного основания существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента, на его оптические свойства;

создана теория с методом и алгоритмом комплексной оптимизации системы механических, прочностных и оптических свойств существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента иллюминатора для высоких давлений;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 59/250

открыты и обоснованы системы принципиально новых явлений и законов деформирования и оптики, прочности и разрушения существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в том числе светопрозрачного элемента иллюминатора для высоких давлений, при осесимметричном изгибе равномерными давлениями с возможным боковым давлением и всеобщих явлений и законов;
обобщены и существенно уточнены общим (полу)степенным методом расчёты трёхмерных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 60/250

сплошных цилиндрических тел (светопрозрачных элементов) по теориям пластин и плит;
обоснована достоверность созданных общих теорий и аналитических методов исследований напряжённо-деформированных состояний, жёсткости и оптики, прочности и разрушения трёхмерных сплошных цилиндрических тел аналитическим и численным сопоставлением с известными аналитическими методами и сравнением результатов использования созданных и классических и других известных аналитических, численных и экспериментальных методов;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 61/250

предложены и обоснованы новые рациональные конструкции иллюминаторов для высоких давлений, в том числе защищённые авторскими свидетельствами на изобретения.

Обоснованность настоящей кандидатской диссертации обеспечивается опорой её общих теорий и методов на общепринятые всеобщие и общенаучные методы познания (логику, диалектику, анализ и синтез (теории и опыта теоретизирования и испытания; наличного, потребностей, личных и общественных интересов, условий, возможностей, способностей, желаний, целей и задач; предметов,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 62/250

ресурсов, средств, методов и мерил (критериев); количественности и качественности; систематизации и иерархизации предметности и общности, углубления и возвышения; существенности, новизны, открытый и изобретений), обобщение и конкретизацию, абстрагирование (отвлечение от несущественного и извлечение существенного), сравнение, различие, выделение, сопоставление, уподобление, дедукцию (выведение), научную индукцию (наведение)), на допущения, теории и методы математики, метрологии, механики деформируемого твёрдого

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 63/250

тела (с теориями упругости, пластин и плит) и прочности, теорию оптических систем, сопоставлениями многовариантных формул и результатов между собой и с известными формулами, численными и опытными данными.

Достоверность полученных экспериментальных данных обеспечивается применением современных оборудования и измерительной техники, анализом точности измерений, приемлемой математической обработкой, достижением согласованности результатов, а также сопоставлением полученных экспериментальных данных с другими данными.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 64/250

Практическая ценность настоящей кандидатской диссертации состоит в создании теоретического фундамента для разработки теорий рациональных комплексных проектирования и управления системой указанных свойств по инженерным методам расчёта напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптики существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений, при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при периферическом противодавлении. Для

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 65/250

экспериментальных исследований полезны общие теории и методы обработки данных. Все формулы созданных общего (полу)степенного метода и теорий деформирования, жёсткости и оптики, прочности и разрушения таких тел доведены до уровня практического использования и в принципе не требуют применения ЭВМ. Предложены и обоснованы пути существенного повышения прочностных и оптических характеристик иллюминаторов высокого давления, разработаны рекомендации по их проектированию и изобретён целый ряд их конструкций.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 66/250

Предмет защиты настоящей кандидатской диссертации

1. Созданная математическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них общие теории общих математических задач, замкнутых собственных совокупностей классов функций для множеств операторов с общими решениями бигармонического уравнения в (полу)степенных рядах как собственных классах функций, общий (полу)степенной метод решения множеств уравнений, функциональных именно

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 67/250

дополнительное альтернативное возведение в степень (минус-остепенение) с обобщением степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в том числе для начальных, центральных и смешённых моментов любых нецелых порядков и для обобщений общего (полу)степенного метода.

2. Созданная метрологическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них общая теория анализа приемлемости методов обработки данных (с

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 68/250

доказанными изъянами абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов), общие теории неточных псевдорешений, их лучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, общая теория лучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при непременной опоре на лучшие из них и при нормально взвешенном учёте всех данных безотносительно нормальности их распределения и без исключения выбросов, в том числе общий метод

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 69/250

наименьших нормально взвешенных степеней, в частности квадратов с именно правильным использованием простейших и удобнейших формул лишь условно пригодного метода наименьших квадратов.

3. Созданная оптико-механическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов: общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов для впервые решаемых нетривиальных трёхмерных задач механики, прочности и оптики, теории минимизации и устранения невязок сопряжения

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 70/250

решений для макроэлементов разбиения тела между собой и с граничными условиями, теории осесимметричного изгиба равномерным давлением трёхмерного цилиндрического тела при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при повышенном равномерном периферическом противодавлении, теория влияния этого изгиба на оптические свойства тела.

4. Созданная прочностная система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, в том числе: общая теория и общие методы

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 71/250

обобщения критериев предельных состояний и прочности, в частности третьей и четвёртой теорий, добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции и линейно-функциональным преобразованием главных напряжений с деформацией и движением предельной поверхности для анизотропии и различных сопротивлений материала растяжению и сжатию; преобразование первой теории прочности к виду с равносильным (эквивалентным) и с единым предельным напряжениями; общее решение задачи прочности существенно трёхмерного сплошного

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 72/250

цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, под равномерными давлениями на одно основание и на кольцевую периферическую часть другого основания; методы определения переходного (для опаснейшей точки) и наилучшего значений отношения давления на боковую поверхность к давлению на полностью нагруженное основание.

5. Система разработанных (приложением созданных математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем общих теорий и методов) принципиально новых общих

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 73/250

аналитических методов расчёта напряжённо-деформированных состояний, прочности и оптики именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, с установлением приемлемости этих методов аналитическими и численными сопоставлениями полученных формул и результатов с классическими и и другими известными аналитическими решениями, численными и экспериментальными данными.

6. Система впервые решённых именно нетривиальных задач механики, прочности и

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 74/250

оптики существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов, из пластичных и хрупких материалов с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов деформирования, оптики и разрушения таких тел.

7. Созданная теория рациональных комплексных проектирования и управления напряжённо-деформированными состояниями, прочностью и оптикой именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 75/250

высоких давлений, с методами и алгоритмом комплексной оптимизации систем этих свойств тел.

8. Новые эффективные конструкции иллюминаторов для высоких давлений с трёхмерными светопрозрачными элементами, защищённые авторскими свидетельствами на изобретения.

Апробация. Основные результаты исследований, обобщённых настоящей кандидатской диссертацией, докладывались и обсуждались на 12 Всесоюзных и региональных научно-технических конференциях, в том числе на IV Всесоюзной конференции по оптимальному управлению в механических

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 76/250

системах (Москва, 1982), на IV Всесоюзной конференции «Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана» (Владивосток, 1983), на IX Дальневосточной научно-технической конференции по повреждениям и эксплуатационной надёжности судовых конструкций (Владивосток, 1984), на Всесоюзной конференции «Теоретическая и прикладная оптика» (Ленинград, 1984), на Всесоюзном совещании по техническим средствам и методам изучения океанов и морей (Геленджик, 1985), на V Всесоюзной конференции «Технические средства изучения и освоения океана» (Ленинград, 1985).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 77/250

Полностью докладывалась и обсуждалась данная кандидатская диссертация на научном семинаре при кафедре строительной механики Одесского инженерно-строительного института (1986, март), научном семинаре отдела колебаний и разрушения Института проблем прочности АН УССР (1986, апрель), кустовом тематическом семинаре № 2 «Напряжённо-деформированное состояние и расчёт на прочность» Института проблем прочности АН УССР (1986, декабрь).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 78/250

Основное содержание настоящей кандидатской диссертации опубликовано в научной монографии, 8 научных статьях и 34 тезисах докладов. Кроме того, её разработки защищены 16 авторскими свидетельствами на изобретения.

Структура и содержание. Настоящая кандидатская диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных научных трудов со ссылками в тексте (200 наименований) и приложений (документов о внедрении).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 79/250

1. Анализ методов конструирования и расчёта иллюминаторов

В первой главе выполнен аналитический обзор известных методов проектирования и решения задач механики, прочности и оптики светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений.

Светопрозрачные элементы (из неорганического или органического стекла) иллюминаторов для освещения или наблюдения области высокого давления с высокими требованиями к прочности, герметичности и оптике как слабейшие звенья

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 80/250

сосудов высокого давления определяют их прочность и влекут оптические искажения, а для универсальности исправляющих оптических систем должны иметь плоскопараллельные оптические поверхности. Под высоким давлением светопрозрачный элемент деформируется, прогибаясь в сторону низкого давления и приближая изображение к задней поверхности объектива на величину продольной расфокусировки. Допустима продольная расфокусировка не более 5 мкм. Уменьшение прогибов и оптических искажений достигается заменой низкомодульного и мутнеющего при высоких нагрузках органического

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 81/250

стекла неорганическим стеклом. Для выбора конструктивных параметров оптической системы необходимы простые именно аналитические методы комплексного решения задач механики, прочности и оптики существенно трёхмерных тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов высокого давления, под равномерными давлениями на боковые поверхности и ступенчатыми давлениями на основания с незаменимой взаимной проверкой численными и экспериментальными методами.

Таких известных аналитических методов нет.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 82/250

Применяются для пластичных материалов третья теория прочности (критерий наибольших сдвиговых напряжений) Кулона–Треска и четвёртая теория прочности (критерий удельной энергии формоизменения, или критерий октаэдрических сдвиговых напряжений) Максвелла–Губера–фон–Мизеса–Генки, а для хрупких материалов первая теория прочности (критерий наибольших нормальных напряжений) и критерий Кулона–Мора. Наилучшие результаты даёт общая теория Г. С. Писаренко и А. А. Лебедева о совместном влиянии сопротивлений материала нормальным и

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 83/250

сдвиговым нагрузкам на наступление предельного его состояния.

Имеет место взаимно однозначное соответствие критерия предельных состояний и критерия прочности (предельных и допредельных состояний), и они могут условно объединяться.

Точные трёхмерные упругие решения (формулы) Ламе для цилиндра и полой сферы.

В задачах прочности несущих и светопрозрачных элементов техники высоких давлений используются сопротивление материалов, теории оболочек, круглых пластин и плит радиусом a и толщиной h ,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 84/250

опёртых или защемлённых по боковой поверхности, под равномерным давлением на одно основание. Менее известны решения для опоры пластины по концентричной окружности меньшего радиуса или при равномерном противодавлении на кольцевую периферическую часть другого основания. С. А. Алексеев вскрыл физические основы погрешностей теории пластин с гипотезами прямых нормалей. Качественный учёт сдвига нормалей выполнили С. П. Тимошенко и С. Войновский-Кригер. Эффект искривления нормалей мал при коэффициенте поперечной деформации Пуассона $\mu \ll 1$. Длины

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 85/250

нормалей изменяются по обобщённому закону Гука. В осесимметричной упругой задаче без объёмных сил и кручения бигармоничность функции напряжений Лява $L(r, z)$ достаточна для точного выполнения уравнений равновесия и совместности, но проблематично, необходима ли для этого. Возникает проблема принципиальной полноты класса решений функциями Лява. Радиальное $u_r(r, z)$ и осевое $u_z(r, z)$ перемещения, радиальное $\sigma_r(r, z)$, тангенциальное (окружное) $\sigma_t(r, z)$, осевое $\sigma_z(r, z)$ и сдвиговое $\tau_{rz}(r, z)$ напряжения определяются однозначно через функцию напряжений Лява $L(r, z)$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 86/250

с помощью линейных дифференциальных операторов. С. П. Тимошенко и Дж. Гудьер в задаче изгиба равномерным давлением круглой плиты, свободно опёртой по краю, индуктивно использовали шестую степень функции напряжений Лява в виде дающего неустранимую невязку $\sigma_r(a, z)$ наложения (суперпозиции) нескольких элементарных решений с переходом к полярной системе координат в полиномах Лежандра. Удовлетворяются граничные условия на обоих торцах (плоских основаниях). Аннулируются средняя невязка $\sigma_r(a, z)$ и изгибающий момент на

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 87/250

краю. Степень $L(r, z)$ выше шестой решает задачи с более сложными распределениями нагрузок и вообще граничными условиями. Не ясна возможность уточнить решение шестой или повышенной степенью функции напряжений Лява $L(r, z)$. С. П. Тимошенко и А. И. Лурье оценили поправки к теории тонких пластин в формулах для осевого перемещения $u_z(0, 0)$ и радиального напряжения $\sigma_r(0, 0)$ и сделали вывод о малых погрешностях теории тонких пластин при $h/(2a) \leq 0.1$. С. А. Алексеев оценил погрешности теории тонких пластин. Поправки составляют для прогиба

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 88/250

13 % при $h/a = 1/5$ и 53 % при $h/a = 2/5$; для наибольшего растягивающего напряжения 12 % при $h/a = 2/5$; для наибольшего сжимающего напряжения 2 % при $h/a = 2/5$. При относительной толщине h/a не более $2/5$ определяются достаточно надёжно напряжения, но не прогибы.

Отсутствует известное достаточно полное изложение решений для изгиба равномерным давлением на одно основание круглой плиты, свободно опёртой или защемлённой по краю (боковой поверхности). Не оценивается погрешность в удовлетворении граничных условий на боковой поверхности. Не

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 89/250

рассматриваются различные пути приближённого выполнения этих условий. Не рассматриваются плиты с толщиной порядка диаметра, характерной для светопрозрачных элементов при высоких давлениях. Решения с бесконечными рядами цилиндрических функций Бесселя неудобны для практики. Не рассматривается общее представление функции Лява для лучшего из элементарных решений задачи об именно существенно трёхмерном цилиндрическом теле, в частности светопрозрачном элементе.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 90/250

Важно, что в известных решениях одностороннее равномерное давление на торец (плоское основание) уравновешивается сдвиговым напряжением на боковой поверхности сплошного цилиндрического элемента. Для жёстко защемлённого края это так. Для свободно опёртого края давление на торец уравновешивается контактным давлением опоры на другой торец. Если самый край контактирует с узкой опорой, то несущая способность именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела мала вследствие разрушения края.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 91/250

Реальны два варианта опирания. В первом узкая зона контакта светопрозрачного элемента с опорой полезна для аннулирования прогиба центра сплошного цилиндрического элемента за счёт прогиба края, а для этого зона контакта должна быть удалена от края на расстояние, подлежащее определению. Отсутствие прогиба центра светопрозрачного элемента полезно тем, что при давлении практически не изменяются оптические свойства светопрозрачного элемента и не ухудшается качество изображения. Второй вариант опирания имеет целью снижение контактного

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 92/250

давления опоры на сплошной цилиндрический элемент путём увеличения ширины контакта. В этом случае с опорой контактирует кольцевая часть торца сплошного цилиндрического элемента от края до центрального круга – светового сечения. В обоих случаях известны решения теории тонких пластин, но не теории толстых плит.

Методически интересны работы Б. Г. Галёркина, С. Г. Гутмана, А. И. Лурье, В. К. Прокопова, В. Т. Гринченко и А. Ф. Улитко, В. И. Блоха, М. А. Колтунова, Ю. Н. Васильева и В. А. Черных, В. Г. Рекача, Л. Г. Доннелла. В оптике плоских

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 93/250

светопрозрачных элементов их прогиб если и учитывается, то как свободно опёртых по краю пластин. В воздухе такой элемент не влияет на изображение бесконечно удалённых предметов, а при конечном не слишком малом удалении влияет слабо. Вода увеличивает на треть масштаб изображения и уменьшает на треть поле зрения, но считается, что стеклоэлемент вносит несущественные изменения, как и в воздухе. Перемещения и напряжения в светопрозрачном элементе иллюминатора по методу Б. Н. Жемочкина в теории плит, лежащих на упругом основании, исследовал В. Ф. Клёнов. Его методика расчёта не рассматривает иллюминатор комплексно с учётом

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 94/250

оптических свойств, уступает теории пластин в простоте, не учитывает трёхмерности светопрозрачных элементов. Однако и для них справедлив вывод о малом влиянии напряжённого состояния в стеклоэлементах на показатели преломления, поскольку напряжения определяются с меньшими погрешностями, чем перемещения, а главное, потому что изменения этих показателей преломления на три порядка меньше, чем сами показатели.

Для задачи жёсткости светопрозрачного элемента нужны эти перемещения его оснований.

В задаче прочности аналитическими зависимостями напряжений от параметров геометрии и нагружения

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 95/250

определяются теорией прочности наибольшее равносильное (эквивалентное) напряжение и коэффициент запаса по предельному одноосному напряжению.

В итоге наличные аналитические методы недостаточны для рационального проектирования существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений. Необходимы приемлемые и достаточно простые аналитические методы расчёта перемещений и напряжений в таких телах.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 96/250

2. Создание общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для общих теорий деформирования, прочности и разрушения сплошных трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов

Создана теория общих математических задач как множеств функциональных отношений (например уравнений или неравенств) с известными операторами над искомыми функциями известных аргументов с обобщением интегральных и дифференциальных (обыкновенных, в частных производных) уравнений, их так называемых

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 97/250

систем (на самом деле множеств) и краевых задач с начальными и/или граничными условиями.

Создана теория собственной совокупности видов (классов), в частности собственного вида (класса), функций для множества операторов. Если все функции (прообразы) и все значения каждого из операторов над этими функциями (образы) представимы единой совокупностью видов (классов) функций, множество операторов не выводит за её пределы, то множество операторов называется замкнутым относительно этой единой совокупности видов (классов) функций, она – собственной для

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 98/250

множества операторов (глубокое обобщение неподвижной точки отображения); при единственности уравнения, оператора и функции собственная совокупность видов (классов) сводится к собственному виду (классу) функций для оператора, каждая из которых (прообраз) преобразуется им в функцию (образ) того же вида (класса), не обязательно пропорциональную прообразу, так что собственным видом (классом) функций для оператора обобщается собственная функция для оператора. А главное, в отличие от собственных функций, ортонормированных базисов

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 99/250

и неортогональных фундаментальных решений, собственные виды (классы) функций для многих линейных операторов очевидны и дают именно общие решения систем функциональных уравнений в собственных видах (классах) функций.

Если собственный вид (класс) функций для множества операторов – вид (класс) степенных рядов как линейных комбинаций линейно независимых степенных координатных функций с неотрицательными целыми показателями, то получается созданный общий степенной метод,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 100/250

дающий именно общие решения системы функциональных уравнений в степенных рядах.
Приложение общего степенного метода к решению бигармонического уравнения и через него осесимметричной упругой задачи без объёмных сил и кручения в цилиндрической системе координат через бигармоническую функцию напряжений Лява основано на том, что класс степенных рядов – собственный для оператора бигармонического уравнения

$$\nabla^2 \nabla^2 L(r, z) = (\partial^2 / \partial r^2 + r^{-1} \partial / \partial r + \partial^2 / \partial z^2)^2 L(r, z) = 0$$

($\nabla^2 = \partial^2 / \partial r^2 + r^{-1} \partial / \partial r + \partial^2 / \partial z^2$ – оператор Лапласа)

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 101/250

с исходным общим видом решения

$$L(r, z) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} a_{ij} r^i z^j$$

при неопределённых числовых коэффициентах a_{ij} как искомых неизвестных параметрах.

Общий степенной метод даёт впервые достигаемое общее степенное представление

$$L(r, z) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (-1)^{i+1} i!^{-2} j!^{-1} 2^{-2i} (2i + j - 2)! [4ia_{1,2i+j-2} + (2i + j - 1)(2i + j)(i - 1)a_{0,2i+j}] r^{2i} z^j$$

осесимметричной бигармонической функции и, в частности, функции напряжений Лява в осесимметричной упругой задаче без объёмных сил и кручения через две простые числовые

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 102/250

последовательности $a_{0,2i+j}$ при чётном i и $a_{1,2i+j-2}$ при нечётном i , конечное при конечности этих обеих числовых последовательностей (условно считаются $1/(-1)! = 0$ и при $M < 0 M! = 1$ и $a_{1M} = 0$). Проблема сходимости подобных рядов разрешима при конкретизации их и области определения и снимается при замене рядов конечными суммами в приближениях.

Дифференциальные операторы Лява дают формулы для радиального $u_r(r, z)$ и осевого $u_z(r, z)$ перемещений, радиального $\sigma_r(r, z)$, окружного $\sigma_t(r, z)$, осевого $\sigma_z(r, z)$ и сдвигового $\tau_{rz}(r, z)$ напряжений в

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 103/250

осесимметричной упругой задаче без объёмных сил и кручения:

$$u_r(r, z) = (1 + \mu) E^{-1} \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} [(-1)^{i+1} (2i + j + 1)! i!^{-2} j!^{-1} 2^{1-2i} a_{1,2i+j+1} + (-1)^{i+1} (2i + j + 3)! (i - 1)!^{-1} (i + 1)!^{-1} j!^{-1} 2^{-1-2i} a_{0,2i+j+3}] r^{2i+1} z^j;$$

$$u_z(r, z) = (1 + \mu) E^{-1} \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (-1)^i i!^{-2} j!^{-1} [(i + 2 - 2\mu)(2i + j)! 2^{2-2i} a_{1,2i+j} + (i + 1 - 2\mu)(2i + j + 2)! 2^{-2i} a_{0,2i+j+2}] r^{2i} z^j;$$

$$\sigma_r(r, z) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (-1)^{i+1} i!^{-2} j!^{-1} 2^{-1-2i} \{4(2i + 1 - 2\mu)(2i + j + 1)! a_{1,2i+j+1} + [2(i - \mu) - i/(i + 1)](2i + j + 3)! a_{0,2i+j+3}\} r^{2i} z^j;$$

$$\sigma_t(r, z) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (-1)^{i+1} i!^{-2} j!^{-1} 2^{-1-2i} \{4(1 - 2\mu)(2i + j + 1)! a_{1,2i+j+1} + [(1 - 2\mu)i - 2\mu](i + 1)^{-1} (2i + j + 3)! a_{0,2i+j+3}\} r^{2i} z^j;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 104/250

$$\sigma_z(r, z) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (-1)^i i!^{-2} j!^{-1} 2^{-2i} [4(i+2-\mu)(2i+j+1)!$$

$$a_{1,2i+j+1} + (i+1-\mu)(2i+j+3)! a_{0,2i+j+3}] r^{2i} z^j;$$

$$\tau_{rz}(r, z) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{j=0}^{\infty} (-1)^{i+1} i!^{-1} (i+1)!^{-1} j!^{-1} 2^{-1-2i} [4(i+2-\mu)(2i+j+2)! a_{1,2i+j+2} + (i+1-\mu)(2i+j+4)! a_{0,2i+j+4}] r^{2i+1} z^j.$$

Принципиальная новизна и практическая ценность общего (полу)степенного метода заключается в получении и применении именно общих решений задач в (полу)степенных рядах, в данном случае общего представления осесимметричной бигармонической функции, в том числе функции напряжений Лява или осевого напряжения, взамен ограниченных частных представлений.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 105/250

Новые возможности достигнутого общего представления подобны таковым при введении бесконечных рядов в дополнение к конечным алгебраическим суммам.

В рациональной конструкции иллюминатора для высоких давлений поле зрения не должно сужаться и давление p среды действует на всю поверхность $0 \leq r \leq a$ внешнего основания

$$z = h$$

светопрозрачного элемента.

Для устранения его силовых контактов с другими деталями он уравновешивается противодавлением

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 106/250

$$p_2 = pa^2/(a^2 - a_1^2)$$

на кольцевую периферическую часть $a_1 \leq r \leq a$ частично нагруженного внутреннего основания $z = 0$. В связи с малостью отношения пределов прочности неорганического стекла при растяжении и сжатии полезно обжатие стеклоэлемента давлением p_1 на боковую поверхность $r = a$. Существует наилучшее значение отношения $\Pi = p_1/p$. Отношения $\Pi = p_1/p$ и p_2/p поддерживаются двумя двухступенчатыми поршнями с соответствующими отношениями площадей сечений ступеней (рис. 1).

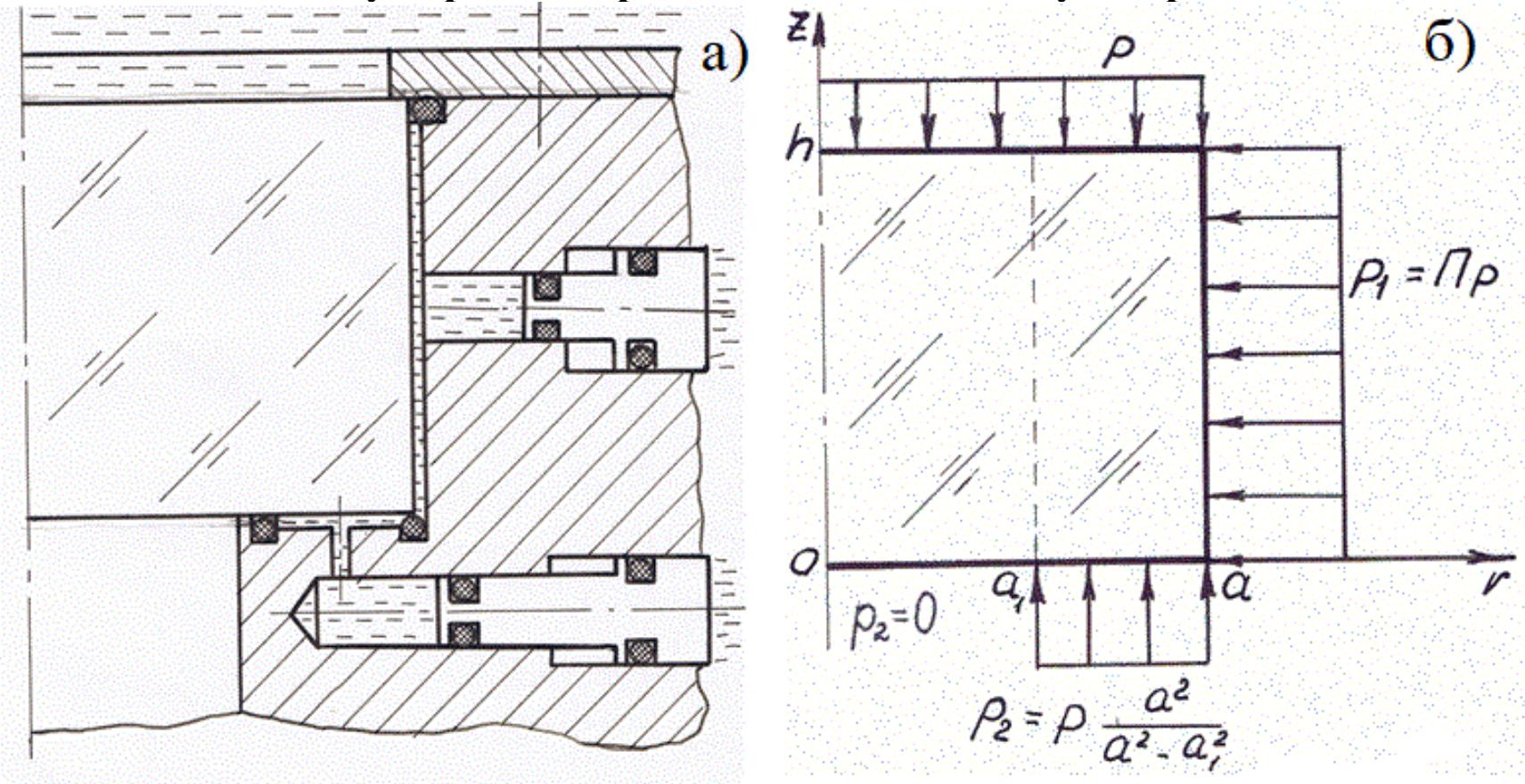


Рисунок 1. Рассматриваемая конструкция (а) иллюминатора для высоких давлений и схема нагружения (б) его светопрозрачного элемента.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 108/250

Принятие допущений линейной теории упругости и этой расчётной схемы, не учитывающей особенностей взаимодействия стеклоэлементов с оправами и уплотнительными кольцами, ведёт к погрешностям, которые, как показано в дальнейшем путём сопоставления расчётных и экспериментальных результатов, невелики, и позволяет исследовать деформирование светопрозрачного элемента иллюминатора для высоких давлений независимо от его оправы и получить универсальное замкнутое решение методом функций напряжений Лява.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 109/250

В задаче линейной теории упругости об именно существенно трёхмерном сплошном цилиндрическом теле отделим по принципу наложения (суперпозиции) радиальное $u_r(r, z)$ и осевое $u_z(r, z)$ перемещения, радиальное $\sigma_r(r, z)$, окружное $\sigma_t(r, z)$, осевое $\sigma_z(r, z)$ и сдвиговое $\tau_{rz}(r, z)$ напряжения от действия давления p_1 на боковую поверхность по формулам Ламе

$$u_r(r, z) = - (1 - \mu) r p_1 / E; u_z(r, z) = 2\mu z p_1 / E; \sigma_r(r, z) = - p_1;$$
$$\sigma_t(r, z) = - p_1; \sigma_z(r, z) = 0; \tau_{rz}(r, z) = 0.$$

Пока считаем $p_1 = 0$ (см. рис. 1). Есть скачок осевого напряжения $\sigma_z(r, z)$ при $r = a_1$ на внутреннем

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 110/250

основании $z = 0$. В решении теории пластин различны выражения на участках $0 \leq r \leq a_1$ и $a_1 \leq r \leq a$. Логично рассечение **тела соосной цилиндрической поверхностью $r = a_1$** на круглую центральную часть радиусом a_1 и кольцевую периферическую часть внутренним радиусом a_1 и внешним радиусом a . Смысл рассечения – в том, что будут построены решения отдельно для круглой центральной $0 \leq r \leq a_1$ и кольцевой периферической $a_1 \leq r \leq a$ частей и последует сопряжение решений на поверхности $r = a_1$.

Полезны безразмерные величины

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 111/250

$$\begin{aligned}\rho &= r/h; \zeta = z/h; b = a_1/h; c = a/h; \\ \Lambda(\rho, \zeta) &= L(r, z)/(ph^3) = L(h\rho, h\zeta)/(ph^3); \\ u_\rho(\rho, \zeta) &= u_r(r, z)(1 + \mu)^{-1}E/(ph); \\ u_\zeta(\rho, \zeta) &= u_z(r, z)(1 + \mu)^{-1}E/(ph); \\ \sigma_\rho(\rho, \zeta) &= \sigma_r(r, z)/p; \sigma_\phi(\rho, \zeta) = \sigma_t(r, z)/p; \\ \sigma_\zeta(\rho, \zeta) &= \sigma_z(r, z)/p; \tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta) = \tau_{rz}(r, z)/p,\end{aligned}$$

где $L(r, z)$ – бигармоническая размерная функция напряжений Лява;

$\Lambda(\rho, \zeta)$ – бигармоническая безразмерная функция напряжений Лява.

Оператор Лапласа принимает безразмерный вид

$$\nabla^2 = \partial^2/\partial\rho^2 + \rho^{-1}\partial/\partial\rho + \partial^2/\partial\zeta^2.$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 112/250

Безразмерные перемещения и напряжения выражаются безразмерными линейными дифференциальными операторами через бигармоническую

$$(\nabla^2 \nabla^2 \Lambda(\rho, \zeta) = 0)$$

безразмерную функцию Лява $\Lambda(\rho, \zeta)$:

$$u_\rho(\rho, \zeta) = -\partial^2 \Lambda(\rho, \zeta)/(\partial \rho \partial \zeta);$$

$$u_\zeta(\rho, \zeta) = (2(1 - \mu)\nabla^2 - \partial^2/\partial \zeta^2)\Lambda(\rho, \zeta);$$

$$\sigma_\rho(\rho, \zeta) = (\partial/\partial \zeta)(\mu \nabla^2 - \partial^2/\partial \rho^2)\Lambda(\rho, \zeta);$$

$$\sigma_\phi(\rho, \zeta) = (\partial/\partial \zeta)(\mu \nabla^2 - \rho^{-1} \partial/\partial \rho)\Lambda(\rho, \zeta);$$

$$\sigma_\zeta(\rho, \zeta) = (\partial/\partial \zeta)((2 - \mu)\nabla^2 - \partial^2/\partial \zeta^2)\Lambda(\rho, \zeta);$$

$$\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta) = (\partial/\partial \rho)((1 - \mu)\nabla^2 - \partial^2/\partial \zeta^2)\Lambda(\rho, \zeta).$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 113/250

Условия равновесия и совместности деформаций выполняются тождественно благодаря условию бигармоничности

$$\nabla^2 \nabla^2 \Lambda(\rho, \zeta) = 0.$$

Удовлетворим ему и граничным условиям:

$$\nabla^2 \nabla^2 \Lambda(\rho, \zeta) = 0; \sigma_\rho(c, \zeta) = 0; \tau_{\rho\zeta}(c, \zeta) = 0;$$

$$\sigma_\zeta(\rho, 0) = 0, 0 \leq \rho < b;$$

$$\sigma_\zeta(\rho, 0) = -p_2/p = -a^2/(a^2 - a_1^2), b \leq r \leq c;$$

$$\tau_{\rho\zeta}(\rho, 0) = 0; \sigma_\zeta(\rho, 1) = -1; \tau_{\rho\zeta}(\rho, 1) = 0;$$

$$u_\rho(b - 0, \zeta) = u_\rho(b + 0, \zeta); u_\zeta(b - 0, \zeta) = u_\zeta(b + 0, \zeta);$$

$$\sigma_\rho(b - 0, \zeta) = \sigma_\rho(b + 0, \zeta); \sigma_\phi(b - 0, \zeta) = \sigma_\phi(b + 0, \zeta);$$

$$\sigma_\zeta(b - 0, \zeta) = \sigma_\zeta(b + 0, \zeta); \tau_{\rho\zeta}(b - 0, \zeta) = \tau_{\rho\zeta}(b + 0, \zeta).$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 114/250

Известные замкнутые решения теории пластин и теории плит и общий степенной метод обобщаются общим полустепенным методом с любыми конечными разложениями функций напряжений Лява $\Lambda(\rho, \zeta)$ для круглой центральной и кольцевой периферической частей (сплошного центрального и кольцевого периферического трёхмерных цилиндрических элементов) по любому числу неотрицательных степеней любой из переменных осесимметричной задачи теории упругости с коэффициентами в виде любых четырежды дифференцируемых функций другой переменной.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 115/250

Такими ввиду асимметрии и отсутствия взаимозаменяемости переменных ρ и ζ осесимметричной задачи являются принципиально различные представления функций напряжений Лява $\Lambda(\rho, \zeta)$:

$$\Lambda(\rho, \zeta) = \sum_{i=0}^n f_i(\zeta) \rho^i,$$

$$\Lambda(\rho, \zeta) = \sum_{i=0}^n g_i(\rho) \zeta^i,$$

дающие соответственно менее общее представление для круглой и более общее для кольцевой частей

$$\Lambda(\rho, \zeta) = \sum_{i=0}^n \rho^{2i} \sum_{j=0}^{2n-2i} a_{ij} \zeta^j,$$

$$\begin{aligned} \Lambda(\rho, \zeta) &= \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^{2n-2i} (a_{ij} \rho^{2i} + b_{ij} \rho^{2i} \ln \rho) \zeta^j = \\ &\quad \sum_{i=0}^n \rho^{2i} \sum_{j=0}^{2n-2i} (a_{ij} + b_{ij} \ln \rho) \zeta^j. \end{aligned}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 116/250

С частичным использованием бигармоничности и граничных условий на торцах (плоских основаниях) доказано: невыполнимы граничные условия на боковой поверхности независимо от условий на основаниях; в последних формулах нет слагаемых с безразмерным радиусом ρ более чем в шестой степени и содержащих $\ln \rho$ слагаемых с ρ более чем в четвёртой степени:

$$\Lambda(\rho, \zeta) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^{6-2i} a_{ij} \rho^{2i} \zeta^j,$$

$$\Lambda(\rho, \zeta) = \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^{6-2i} a_{ij} \rho^{2i} \zeta^j + \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^{4-2i} b_{ij} \rho^{2i} \ln \rho \zeta^j.$$

Определим безразмерные функции Лява $\Lambda(\rho, \zeta)$ для сплошного и кольцевого трёхмерных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 117/250

цилиндрических элементов, полностью удовлетворяющие граничным условиям на торцах. Для сплошного трёхмерного цилиндрического тела и для круглой центральной части сплошного трёхмерного цилиндрического тела безразмерная функция напряжений Лява

$$\Lambda(\rho, \zeta) = a_{00} + a_{01}\zeta + a_{02}\zeta^2 - \frac{2}{3}(2 - \mu)/(1 - \mu) a_{11}\zeta^3 - \frac{8}{3}(2 - \mu)/\mu a_{20}\zeta^4 + (3 - \mu)/20 \zeta^5 - (3 - \mu)/60 \zeta^6 + \rho^2[a_{10} + a_{11}\zeta + 8(1 - \mu)/\mu a_{20}\zeta^2 - (2 - \mu)/4 \zeta^3 + (2 - \mu)/8 \zeta^4] + \rho^4[a_{20} + 3(1 - \mu)/32 \zeta - 3(1 - \mu)/32 \zeta^2] - \mu/192 \rho^6;$$

безразмерные радиальное $u_\rho(\rho, \zeta)$ и осевое $u_\zeta(\rho, \zeta)$ перемещения

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 118/250

$$u_\rho(\rho, \zeta) = \rho [-2a_{11} - 32(1-\mu)/\mu a_{20}\zeta + 3(2-\mu)/2 \zeta^2 - (2-\mu)\zeta^3] + \rho^3 [-3(1-\mu)/8 + 3(1-\mu)/4 \zeta];$$

$$u_\zeta(\rho, \zeta) = C_1 + 4\mu/(1-\mu) a_{11}\zeta + 32a_{20}\zeta^2 - (1+\mu)\zeta^3 + (1+\mu)/2 \zeta^4 + \rho^2 [16(1-\mu)/\mu a_{20} + 3\mu/2 \zeta - 3\mu/2 \zeta^2] - 3(1-\mu)/16 \rho^4 (C_1 - \text{постоянная});$$

безразмерные радиальное $\sigma_\rho(\rho, \zeta)$, тангенциальное (окружное) $\sigma_\phi(\rho, \zeta)$, осевое $\sigma_\zeta(\rho, \zeta)$ и сдвиговое $\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta)$ напряжения

$$\sigma_\rho(\rho, \zeta) = -2(1+\mu)/(1-\mu) a_{11} - 32(1+\mu)/\mu a_{20}\zeta + 3(2+\mu)/2 \zeta^2 - (2+\mu)\zeta^3 + \rho^2 [-3(3+\mu)/8 + 3(3+\mu)/4 \zeta];$$

$$\sigma_\phi(\rho, \zeta) = -2(1+\mu)/(1-\mu) a_{11} - 32(1+\mu)/\mu a_{20}\zeta + 3(2+\mu)/2 \zeta^2 - (2+\mu)\zeta^3 + \rho^2 [-3(1+3\mu)/8 + 3(1+3\mu)/4 \zeta];$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 119/250

$$\sigma_\zeta(\rho, \zeta) = -3\zeta^2 + 2\zeta^3;$$

$$\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta) = \rho(3\zeta - 3\zeta^2).$$

Из 6 произвольных коэффициентов $a_{00}, a_{01}, a_{02}, a_{10}, a_{11}, a_{20}$ два коэффициента a_{00}, a_{01} не влияют на перемещения и напряжения, ещё два коэффициента a_{02}, a_{10} излишни при введении постоянной C_1 для осевого перемещения сплошного трёхмерного цилиндрического тела как абсолютно твёрдого. Коэффициенты a_{11} и a_{20} для наилучшего удовлетворения граничным условиям на боковой поверхности тела влияют на безразмерные радиальное $u_\rho(\rho, \zeta)$ и осевое $u_\zeta(\rho, \zeta)$ перемещения, радиальное $\sigma_\rho(\rho, \zeta)$ и тангенциальное (окружное) $\sigma_\phi(\rho, \zeta)$ напряжения. А

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 120/250

безразмерные осевое $\sigma_\zeta(\rho, \zeta)$ и сдвиговое $\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta)$ напряжения не зависят от a_{11} и a_{20} .

Для кольцевого трёхмерного цилиндрического тела (элемента) и кольцевой периферической части трёхмерного цилиндрического тела (элемента) безразмерная функция напряжений Лява

$$\Lambda(\rho, \zeta) = a_{00} + a_{01}\zeta + a_{02}\zeta^2 + [-K_2/(6(1 - \mu)) - 2/3(2 - \mu)/(1 - \mu) a_{11} + 16/3(2 - \mu)/\mu b_{20}]\zeta^3 - [8/3(2 - \mu)/\mu a_{20} + 4(2 - \mu)/\mu b_{20}]\zeta^4 - (K_2 - 1)(3 - \mu)/20 \zeta^5 + (K_2 - 1)(3 - \mu)/60 \zeta^6 + \ln\rho[b_{00} + b_{01}\zeta + 2(1 - \mu)/\mu b_{10}\zeta^2 + 16/3(2 - \mu)/\mu b_{20}\zeta^3 - 8/3(2 - \mu)/\mu b_{20}\zeta^4] + \rho^2\{a_{10} + a_{11}\zeta + [8(1 - \mu)/\mu a_{20} + 4(1 - \mu)/\mu b_{20}]\zeta^2 + (K_2 - 1)(2 - \mu)/4 \zeta^3 - (K_2 - 1)(2 - \mu)/8 \zeta^4\} + \rho^2\ln\rho[b_{10}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 121/250

- $8(1 - \mu)/\mu b_{20}\zeta + 8(1 - \mu)/\mu b_{20}\zeta^2] + \rho^4[a_{20} - 3(K_2 - 1)(1 - \mu)/32 \zeta + 3(K_2 - 1)(1 - \mu)/32 \zeta^2] + \rho^4 \ln \rho b_{20} + (K_2 - 1)\mu/192 \rho^6$;
 безразмерные радиальное $u_\rho(\rho, \zeta)$ и осевое $u_\zeta(\rho, \zeta)$ перемещения (C_2 – произвольная постоянная, поглотившая сумму

$$8(1 - \mu)a_{10} + 2(1 - 2\mu)a_{02} + 8(1 - \mu)b_{10}),$$

радиальное $\sigma_\rho(\rho, \zeta)$, тангенциальное (окружное) $\sigma_\phi(\rho, \zeta)$, осевое $\sigma_\zeta(\rho, \zeta)$ и сдвиговое $\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta)$ напряжения

$$u_\rho(\rho, \zeta) = \rho^{-1}[-b_{01} - 4(1 - \mu)/\mu b_{10}\zeta - 16(2 - \mu)/\mu b_{20}\zeta^2 + 32/3(2 - \mu)/\mu b_{20}\zeta^3] + \rho[-2a_{11} + 8(1 - \mu)/\mu b_{20} - 32(1 - \mu)/\mu (a_{20} + b_{20})\zeta - 3(K_2 - 1)(2 - \mu)/2 \zeta^2 + (K_2 - 1)(2 - \mu)\zeta^3] + \rho \ln \rho [16(1 -$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 122/250

$$\mu)/\mu b_{20} - 32(1 - \mu)/\mu b_{20}\zeta] + \rho^3[3(K_2 - 1)(1 - \mu)/8 - 3(K_2 - 1) \\ (1 - \mu)/4 \zeta];$$

$$u_\zeta(\rho, \zeta) = C_2 + [-K_2(1 - 2\mu)/(1 - \mu) + 4\mu/(1 - \mu) a_{11} - 32b_{20}] \zeta \\ + (32a_{20} + 48b_{20})\zeta^2 + (K_2 - 1)(1 + \mu)\zeta^3 - (K_2 - 1)(1 + \mu)/2 \zeta^4 \\ + \ln \rho [4(1 - \mu)/\mu b_{10} - 32b_{20}\zeta + 32b_{20}\zeta^2] + \rho^2[16(1 - \mu)/\mu a_{20} \\ + 8(1 - \mu)/\mu b_{20} - 3(K_2 - 1)\mu/2 \zeta + 3(K_2 - 1)\mu/2 \zeta^2] + 16(1 - \mu)/\mu b_{20} \rho^2 \ln \rho - 3(1 - \mu)/16 \rho^4;$$

$$\sigma_\rho(\rho, \zeta) = \rho^{-2}[b_{01} + 4(1 - \mu)/\mu b_{10} \zeta + 16(2 - \mu)/\mu b_{20} \zeta^2 - 32/3 \\ (2 - \mu)/\mu b_{20} \zeta^3] - K_2 \mu/(1 - \mu) - 2(1 + \mu)/(1 - \mu) a_{11} + 8(3 + \mu)/\mu b_{20} - [32(1 + \mu)/\mu a_{20} + 32(2 + \mu)/\mu b_{20}] \zeta - 3(K_2 - 1)(2 + \mu)/2 \zeta^2 + (K_2 - 1)(2 + \mu)\zeta^3 + \ln \rho [16(1 + \mu)/\mu b_{20} - 32(1 + \mu)/\mu b_{20}\zeta] + \rho^2[3(K_2 - 1)(3 + \mu)/8 - 3(K_2 - 1)(3 + \mu)/4 \zeta];$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 123/250

$$\sigma_\phi(\rho, \zeta) = \rho^{-2} [- b_{01} - 4(1 - \mu)/\mu b_{10} \zeta - 16(2 - \mu)/\mu b_{20} \zeta^2 + 32/3 (2 - \mu)/\mu b_{20} \zeta^3] - K_2 \mu/(1 - \mu) - 2(1 + \mu)/(1 - \mu) a_{11} + 8(1 + 3\mu)/\mu b_{20} - [32(1 + \mu)/\mu a_{20} + 32(2 + \mu)/\mu b_{20}] \zeta - 3(K_2 - 1)(2 + \mu)/2 \zeta^2 + (K_2 - 1)(2 + \mu) \zeta^3 + \ln \rho [16(1 + \mu)/\mu b_{20} - 32(1 + \mu)/\mu b_{20} \zeta] + \rho^2 [3(K_2 - 1)(1 + 3\mu)/8 - 3(K_2 - 1)(1 + 3\mu)/4 \zeta];$$

$$\sigma_\zeta(\rho, \zeta) = - K_2 + 3(K_2 - 1) \zeta^2 - 2(K_2 - 1) \zeta^3;$$

$$\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta) = [32\mu^{-1}b_{20}\rho^{-1} + 3(K_2 - 1)\rho](-\zeta + \zeta^2).$$

Из 10 произвольных коэффициентов a_{00} , a_{01} , b_{00} , a_{02} , a_{10} , a_{11} , a_{20} , b_{01} , b_{10} , b_{20} несущественные три a_{00} , a_{01} , b_{00} не влияют на перемещения и напряжения, два a_{02} , a_{10} поглощаются постоянной C_2 для аннулирования $u_\zeta(\rho, \zeta)$ на одной окружности. Существенные

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 124/250

коэффициенты a_{11} , a_{20} , b_{01} , b_{10} , b_{20} влияют на безразмерные радиальное $u_\rho(\rho, \zeta)$ и осевое $u_\zeta(\rho, \zeta)$ перемещения, радиальное $\sigma_\rho(\rho, \zeta)$ и тангенциальное (окружное) $\sigma_\phi(\rho, \zeta)$ напряжения и остаются в запасе для наилучшего удовлетворения граничным условиям на боковых поверхностях (поверхности сопряжения $\rho = b$ и внешней поверхности $\rho = c$). Безразмерное осевое напряжение $\sigma_\zeta(\rho, \zeta)$ не зависит от a_{11} , a_{20} , b_{01} , b_{10} , b_{20} . А безразмерное сдвиговое напряжение $\tau_{\rho\zeta}(\rho, \zeta)$ зависит от b_{20} . Граничные условия на основаниях и бигармоничность выполнены при любых a_{11} , a_{20} , b_{01} , b_{10} , b_{20} и C_2 .

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 125/250

Понятие невязок сопряжения по Л. Б. Цвику как разностей одноимённых величин, в том числе перемещений и напряжений, для частей тела с общей границей в её точках обобщаем для границ тела разностями граничных условий и величин в точках границ тела с методами минимизации невязок сопряжения среднеквадратичной 1, минимаксами их модулей 2 и коллокационной 3 в теории минимизации невязок сопряжения.

Предстоит минимизация невязок сопряжения радиальных перемещения и напряжения на боковых поверхностях круглой центральной и кольцевой

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 126/250

периферической частей трёхмерного цилиндрического тела (элемента).

Эти невязки пропорциональны многочлену

$$Q(\zeta) = A + B\zeta + 3\zeta^2 - 2\zeta^3$$

на отрезке $[0, 1]$, где коэффициенты A и B изменяются, а коэффициенты при ζ^2 и ζ^3 постоянны с отношением 3:(-2).

К первому методу среднеквадратичной минимизации невязок сопряжения сводится аннулирование среднего $\int_0^1 Q(\zeta) d\zeta$ и момента $\int_0^1 Q(\zeta) \zeta d\zeta$. Созданная теория минимизации невязок сопряжения приводит к аналитическому

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 127/250

объединению результатов всех трёх методов 1, 2, 3 минимизации невязок сопряжения:

$$A = m/2;$$

$$B = - (1 + m);$$

$$m_1 = 1/5;$$

$$m_2 = 1/8;$$

$$m_3 = 0.$$

Теория изгиба равномерным давлением на одно основание существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, зашемлённого по краю

$$r = a,$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 128/250

даёт радиальное $u_r(r, z)$ и осевое $u_z(r, z)$ перемещения, радиальное $\sigma_r(r, z)$, окружное $\sigma_t(r, z)$, осевое $\sigma_z(r, z)$ и сдвиговое $\tau_{rz}(r, z)$ напряжения в размерных координатах:

$$u_r(r, z)E/(ph) = \{m(1 + \mu)(2 - \mu)/4 + (3/8)(1 - \mu^2)a^2/h^2 - [(m - 1)(1 + \mu)(2 - \mu)/2 + (3/4)(1 - \mu^2)a^2/h^2]z/h + (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3\}r/h + [-3(1 - \mu^2)/8 + (3/4)(1 - \mu^2)z/h]r^3/h^3;$$

$$u_z(r, z)E/(ph) = - (m + 1)(1 + \mu)(2 - \mu)/4 a^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu^2)a^4/h^4 - [m\mu(1 + \mu)(1 - \mu/2)/(1 - \mu) + (3/4)\mu(1 + \mu)a^2/h^2]z/h + [(m + 1)\mu(1 + \mu)(1 - \mu/2)/(1 - \mu) + (3/4)\mu(1 + \mu)a^2/h^2]z^2/h^2 - (1 + \mu)^2 z^3/h^3 + (1/2)(1 + \mu)^2 z^4/h^4 + [(m + 1)$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 129/250

$$(1 + \mu)(2 - \mu)/4 + (3/8)(1 - \mu^2)a^2/h^2 + (3/2)\mu(1 + \mu)z/h - \mu(1 + \mu)z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4;$$

$$\sigma_r(r, z)/p = (m/4)(1 + \mu)(2 - \mu)/(1 - \mu) + (3/8)(1 + \mu)a^2/h^2 - [(1 + m)(1 + \mu)(1 - \mu/2)/(1 - \mu) + (3/4)(1 + \mu)a^2/h^2]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [-(3/8)(3 + \mu) + (3/4)(3 + \mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_t(r, z)/p = (m/4)(1 + \mu)(2 - \mu)/(1 - \mu) + (3/8)(1 + \mu)a^2/h^2 - [(1 + m)(1 + \mu)(2 - \mu/2)/(1 - \mu) + (3/4)(1 + \mu)a^2/h^2]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [-(3/8)(1 + 3\mu) + (3/4)(1 + 3\mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_z(r, z)/p = -3z^2/h^2 + 2z^3/h^3;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 130/250

$$\tau_{rz}(r, z)/p = (3z/h - 3z^2/h^2)r/h.$$

Теория изгиба равномерным давлением на одно основание трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, опёртого по краю $r = a$, даёт:

$$u_r(r, z)E/(ph) = \{m(1 - \mu)(2 + \mu)/4 + (3/8)(1 - \mu)(3 + \mu)a^2/h^2 - [(1 + m)(1 - \mu)(2 + \mu)/2 + (3/4)(1 - \mu)(3 + \mu)a^2/h^2]z/h + (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3\}r/h + [-3(1 - \mu^2)/8 + (3/4)(1 - \mu^2)z/h]r^3/h^3;$$

$$u_z(r, z)E/(ph) = - (1 + m)/4 (1 - \mu)(2 + \mu)a^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu)(5 + \mu)a^4/h^4 - [m\mu(1 + \mu/2) + (3/4)\mu(3 + \mu)a^2/h^2]z/h + [(1 + m)\mu(1 + \mu/2) + (3/4)\mu(3 + \mu)a^2/h^2]z^2/h^2 - (1 + \mu)^2$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 131/250

$$z^3/h^3 + (1/2)(1+\mu)^2 z^4/h^4 + [(1+m)/4 (1 - \mu)(2+\mu) + (3/8)(1 - \mu)(3+\mu)a^2/h^2 + (3/2)\mu(1+\mu)z/h - (3/2)\mu(1+\mu)z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4;$$

$$\sigma_r(r, z)/p = m(2 + \mu)/4 + (3/8)(3 + \mu)a^2/h^2 - [(1 + m)(1 + \mu/2) + (3/4)(3 + \mu)a^2/h^2]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [- (3/8)(3 + \mu) + (3/4)(3 + \mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_t(r, z)/p = m(2 + \mu)/4 + (3/8)(3 + \mu)a^2/h^2 - [(1 + m)(1 + \mu/2) + (3/4)(3 + \mu)a^2/h^2]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [- (3/8)(1 + 3\mu) + (3/4)(1 + 3\mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_z(r, z)/p = - 3z^2/h^2 + 2z^3/h^3;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 132/250

$$\tau_{rz}(r, z)/p = (3z/h - 3z^2/h^2)r/h.$$

Теория изгиба равномерным давлением на одно основание существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, опёртого по окружности меньшего радиуса $r = a_1 < a$, даёт:

в центральной части $0 \leq r \leq a_1$ существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела

$$u_r(r, z)E/(ph) = \{m/4(1 - \mu)(2 + \mu) + (3/4)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 + (3/8)(1 - \mu)(1 + 3\mu)a^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/a_1) + [- (1 + m)(1 - \mu)(1 + \mu/2) - (3/2)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 - (3/4)(1 - \mu)(1 + 3\mu)a^2/h^2 + 3(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/a_1)]z/h + (3/2)(1 + \mu)(2 -$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 133/250

$$\mu)z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3\}r/h + [- (3/8)(1 - \mu^2)+(3/4)(1 - \mu^2)z/h]r^3/h^3;$$

$$u_z(r, z)E/(ph) = - (1 + m)/4 (1 - \mu)(2 + \mu)a_1^2/h^2 - (3/8)(1 - \mu)(1 + 3\mu)a_1^2a^2/h^4 - (3/16)(1 - \mu)(3 - 5\mu)a_1^4/h^4 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 \ln(a/a_1) + [- m\mu(1 + \mu/2) - (3/2)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 - (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/a_1)]z/h + [(1 + m)\mu(1 - \mu/2) + (3/2)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/a_1)]z^2/h^2 - (1 + \mu)^2z^3/h^3 + (1/2)(1 + \mu)^2z^4/h^4 + [- (1 + m)/4 (1 - \mu)(2 + \mu) - (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 - (3/8)(1 - \mu)(1 + 3\mu)a^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/a_1) + (3/2)\mu(1 + \mu)z/h - (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 134/250

$$\sigma_r(r, z)/p = m(2 + \mu)/4 + (3/4)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/8)(1 + 3\mu)a^2/h^2 - (3/2)(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/a_1) + [- (1 + m)(1 + \mu/2) - (3/2)(1 - \mu)a_1^2/h^2 - (3/4)(1 + 3\mu)a^2/h^2 + 3(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/a_1)]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [- (3/8)(3 + \mu) + (3/4)(3 + \mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_t(r, z)/p = m(2 + \mu)/4 + (3/4)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/8)(1 + 3\mu)a^2/h^2 - (3/2)(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/a_1) + [- (1 + m)(1 + \mu/2) - (3/2)(1 - \mu)a_1^2/h^2 - (3/4)(1 + 3\mu)a^2/h^2 + 3(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/a_1)]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [- (3/8)(1 + 3\mu) + (3/4)(1 + 3\mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_z(r, z)/p = - 3z^2/h^2 + 2z^3/h^3;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 135/250

$$\tau_{rz}(r, z)/p = (3z/h - 3z^2/h^2)r/h;$$

в периферической части $a_1 \leq r \leq a$ сплошного трёхмерного цилиндрического тела

$$u_r(r, z)E/(ph) = \{- m/4 (1 + \mu)(2 - \mu)a^2/h^2 + (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 + [(1 + m)(1 + \mu)(1 - \mu/2)a^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4]z/h - (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)a^2/h^2 z^2/h^2 + (1 + \mu)(2 - \mu)a^2/h^2 z^3/h^3\}h/r + \{m(1 - \mu)(2 + \mu)/4 + (3/4)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 - (3/8)(1 - \mu)^2a^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h) + [- (1 + m)(1 - \mu)(1 + \mu/2) - (3/2)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 + (3/4)(1 - \mu)^2a^2/h^2 + 3(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h)]z/h + (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3\}r/h + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 (1 - 2z/h)r/h \ln(r/h) - (3/8)(1 - \mu^2)(1 - 2z/h)r^3/h^3;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 136/250

$$\begin{aligned}
 u_z(r, z)E/(ph) = & - (1 + m)/4 (1 - \mu)(2 + \mu)a_1^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu)(3 - 5\mu)a_1^4/h^4 + (3/8)(1 - \mu)(3 + 5\mu)a_1^2a^2/h^4 - (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 \ln(a_1^2/(ah)) + (1 + m)(1 + \mu)(1 - \mu/2)a^2/h^2 \\
 & \ln(a/h) + [-m\mu(1 + \mu/2) - (3/2)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 - (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/h)]z/h + [(1 + m)\mu(1 + \mu/2) \\
 & + (3/2)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/2)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \\
 & \ln(a/h)]z^2/h^2 - (1 + \mu)^2z^3/h^3 + (1/2)(1 + \mu)^2z^4/h^4 + [- (1 + m) \\
 & (1 + \mu)(1 - \mu/2)a^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \\
 & z/h + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 z^2/h^2] \ln(r/h) + [(1 + m)(1 - \mu)(2 + \mu)/4 \\
 & + (3/4)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 - (3/8)(1 - \mu)(3 + \mu)a^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h) + (3/2)\mu(1 + \mu)z/h - (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2]r^2/h^2 \\
 & + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 r^2/h^2 \ln(r/h) - (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4;
 \end{aligned}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 137/250

$$\sigma_r(r, z)/p = \left\{ m/4 (2 - \mu) a^2/h^2 - (3/4)(1 - \mu) a_1^2 a^2/h^4 + [-(1 + m)(1 - \mu/2) a^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu) a_1^2 a^2/h^4] z/h + (3/2)(2 - \mu) a^2/h^2 z^2/h^2 - (2 - \mu) a^2/h^2 z^3/h^3 \right\} h^2/r^2 + m(2 + \mu)/4 + (3/4)(1 - \mu) a_1^2/h^2 + (3/8)(3 + \mu) a^2/h^2 - (3/2)(1 + \mu) a^2/h^2 \ln(a/h) + [-(1 + m)(1 + \mu/2) - (3/2)(1 - \mu) a_1^2/h^2 - (3/4)(3 + \mu) a^2/h^2 + 3(1 + \mu) a^2/h^2 \ln(a/h)] z/h + (3/2)(2 + \mu) z^2/h^2 - (2 + \mu) z^3/h^3 + (3/2)(1 + \mu) a^2/h^2 (1 - 2z/h) \ln(r/h) + [-(3/8)(3 + \mu) + (3/4)(3 + \mu) z/h] r^2/h^2;$$

$$\sigma_t(r, z)/p = \left\{ -m/4 (2 - \mu) a^2/h^2 + (3/4)(1 - \mu) a_1^2 a^2/h^4 + [(1 + m)(1 - \mu/2) a^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu) a_1^2 a^2/h^4] z/h - (3/2)(2 - \mu) a^2/h^2 z^2/h^2 + (2 - \mu) a^2/h^2 z^3/h^3 \right\} h^2/r^2 + m(2 + \mu)/4 + (3/4)(1 - \mu) a_1^2/h^2 + (3/8)(-1 + 5\mu) a^2/h^2 - (3/2)(1 + \mu) a^2/h^2 \ln(a/h) +$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 138/250

$$\begin{aligned} &[-(1+m)(1+\mu/2) - (3/2)(1-\mu)a_1^2/h^2 - (3/4)(-1+5\mu)a^2/h^2 \\ &+ 3(1+\mu)a^2/h^2 \ln(a/h)]z/h + (3/2)(2+\mu)z^2/h^2 - (2+\mu) \\ &z^3/h^3 + (3/2)(1+\mu)a^2/h^2 (1-2z/h)\ln(r/h) + [- (3/8)(1+3\mu) \\ &+ (3/4)(1+3\mu)z/h]r^2/h^2; \\ &\sigma_z(r, z)/p = -3z^2/h^2 + 2z^3/h^3; \end{aligned}$$

$$\tau_{rz}(r, z)/p = (-3a^2z/h^3 + 3a^2z^2/h^4)h/r + (3z/h - 3z^2/h^2)r/h.$$

С точки зрения оптических свойств светопрозрачного элемента рационально аннулирование прогиба центра поверхности низкого давления $u_z(0, 0) = 0$, при этом

$$\begin{aligned} \ln(a/a_1) &= (1/4)(1+3\mu)/(1+\mu) + (1/8)(3-5\mu)/(1+\mu) a_1^2/a^2 \\ &+ (1/6)(1+m)(2+\mu)/(1+\mu) h^2/a^2, \end{aligned}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 139/250

то есть наилучший радиус опорной окружности не зависит от толщины лишь для $h \ll a$.

Теория изгиба равномерным давлением на одно основание сплошного трёхмерного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при равномерном противодавлении на периферическую часть $a_1 \leq r \leq a$ другого основания даёт:

в центральной части $0 \leq r \leq a_1$ существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела

$$u_r(r, z)E/(ph) = \{m(1 - \mu^2)/2 + (1/2)\mu(1 - \mu) + (3/8)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 \ln(a/a_1) + [- (1 + m)(1 - \mu^2) - (3/4)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 - 3(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)]z/h\}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 140/250

$$+ (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3\}r/h + [- (3/8)(1 - \mu^2) + (3/4)(1 - \mu^2)z/h]r^3/h^3;$$

$$\begin{aligned} u_z(r, z)E/(ph) = & - (1 + m)/2 (1 - \mu^2)a_1^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu)(1 - 3\mu)a_1^4/h^4 - (3/2)(1 - \mu^2)a_1^4/h^4 a^2/(a^2 - a_1^2) \\ & \ln(a/a_1) + [- m\mu(1 + \mu) - \mu^2 - (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 - 3\mu(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)]z/h + [(1 + m)\mu(1 + \mu) + (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 + 3\mu(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)]z^2/h^2 - (1 + \mu)^2z^3/h^3 + (1/2)(1 + \mu)^2z^4/h^4 + [(1 + m)(1 - \mu^2)/2 + (3/8)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1) + (3/2)\mu(1 + \mu)z/h - (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4; \end{aligned}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 141/250

$$\sigma_r(r, z)/p = m(1 + \mu)/2 + \mu/2 + (3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/2)(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1) + [- (1 + m)(1 + \mu) - (3/4)(1 - \mu)a_1^2/h^2 - 3(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [- (3/8)(3 + \mu) + (3/4)(3 + \mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_t(r, z)/p = m(1 + \mu)/2 + \mu/2 + (3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/2)(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1) + [- (1 + m)(1 + \mu) - (3/4)(1 - \mu)a_1^2/h^2 - 3(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)]z/h + (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 - (2 + \mu)z^3/h^3 + [- (3/8)(1 + 3\mu) + (3/4)(1 + 3\mu)z/h]r^2/h^2;$$

$$\sigma_z(r, z)/p = - 3z^2/h^2 + 2z^3/h^3;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 142/250

$$\tau_{rz}(r, z)/p = (3z/h - 3z^2/h^2)r/h;$$

в периферической части $a_1 \leq r \leq a$ сплошного трёхмерного цилиндрического тела

$$u_r(r, z)E/(ph) (a^2 - a_1^2)/a_1^2 = \{ [m(1 - \mu^2)/2 - (1/2)\mu(1 + \mu)]a^2/h^2 - (3/8)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 + [- (1 + m)(1 - \mu^2)a^2/h^2 + (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4]z/h + (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)a^2/h^2 z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)a^2/h^2 z^3/h^3 \} h/r + \{ - m(1 - \mu^2)/2 + (1/2)\mu(1 - \mu) + \mu a^2/a_1^2 + (3/8)(1 - \mu)^2(a^2 - a_1^2)/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h) + [(1 + m)(1 - \mu^2) - (3/4)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 - 3(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h)]z/h - (3/2)(1 + \mu)(2 - \mu)z^2/h^2 + (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3 \} r/h - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 (1 - 2z/h)r/h \ln(r/h) + (3/8)(1 - \mu^2)(1 - 2z/h)r^3/h^3;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 143/250

$$u_z(r, z)E/(ph) \frac{(a^2 - a_1^2)/a_1^2}{(1 + m)/2} = (1 - \mu^2)a_1^2/h^2 - (3/8)(1 - \mu)(3 + \mu)a_1^2a^2/h^4 + (3/16)(1 - \mu)(1 - 3\mu)a_1^4/h^4 - (1 + m)a^2/h^2 \ln(a_1/h) + (9/4)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 \ln(a_1/h) - (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 \ln(a/h) + [m\mu(1 + \mu) + \mu^2 - a^2/a_1^2 + (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/h)]z/h + [-(1 + m)\mu(1 + \mu) - (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 - (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/h)]z^2/h^2 + (1 + \mu)^2z^3/h^3 - (1/2)(1 + \mu)^2z^4/h^4 + [(1 + m)(1 - \mu^2)a^2/h^2 - (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 z/h - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 z^2/h^2] \ln(r/h) + [- (1 + m)(1 - \mu^2)/2 - (3/8)(1 -$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 144/250

$$\mu)^2 a_1^2/h^2 + (3/8)(1 - \mu)(3 + \mu)a^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h) - (3/2)\mu(1 + \mu)z/h + (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 r^2/h^2 \ln(r/h) + (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4;$$

$$\sigma_r(r, z)/p \frac{(a^2 - a_1^2)}{a_1^2} = \{[-m(1 - \mu)/2 + \mu/2]a^2/h^2 + (3/8)(1 - \mu)a_1^2a^2/h^4 + [(1 + m)(1 - \mu)a^2/h^2 - (3/4)(1 - \mu)a_1^2a^2/h^4]z/h - (3/2)(2 - \mu)a^2/h^2 z^2/h^2 + (2 - \mu)a^2/h^2 z^3/h^3\}h^2/r^2 - m(1 + \mu)/2 - \mu/2 - (3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + [(1 + m)(1 + \mu) + (3/4)(1 - \mu)a_1^2/h^2]z/h - (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 + (2 + \mu)z^3/h^3 + (3/2)(1 + \mu)a^2/h^2 (1 - 2z/h)\ln(a/r) + [- (3/8)(3 + \mu) + (3/4)(3 + \mu)z/h](a^2 - r^2)/h^2;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 145/250

$$\sigma_t(r, z)/p \frac{(a^2 - a_1^2)/a_1^2}{a_1^2} = \{ [m(1 - \mu)/2 - \mu/2] a^2/h^2 - \\ (3/8)(1 - \mu)a_1^2 a^2/h^4 + [- (1 + m)(1 - \mu)a^2/h^2 + (3/4)(1 - \mu)a_1^2 a^2/h^4] z/h + (3/2)(2 - \mu)a^2/h^2 z^2/h^2 - (2 - \mu)a^2/h^2 z^3/h^3 \} h^2/r^2 - m(1 + \mu)/2 - \mu/2 - (3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + \\ (3/8)(1 - 5\mu)a^2/h^2 + [(1 + m)(1 + \mu) + (3/4)(1 - \mu)a_1^2/h^2 - (3/4)(1 - 5\mu)a^2/h^2] z/h - (3/2)(2 + \mu)z^2/h^2 + (2 + \mu)z^3/h^3 + (3/2)(1 + \mu)a^2/h^2 (1 - 2z/h) \ln(a/r) + \\ [(3/8)(1 + 3\mu) - (3/4)(1 + 3\mu)z/h] r^2/h^2;$$

$$\sigma_z(r, z)/p \frac{(a^2 - a_1^2)/a_1^2}{a_1^2} = - a^2/a_1^2 + 3z^2/h^2 - 2z^3/h^3;$$

$$\tau_{rz}(r, z)/p \frac{(a^2 - a_1^2)/a_1^2}{a_1^2} = \\ (3a^2z/h^3 - 3a^2z^2/h^4)h/r + (- 3z/h + 3z^2/h^2)r/h.$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 146/250

Двухпараметрический метод минимизации невязки осевого перемещения при сопряжении решений для круглой центральной и кольцевой периферической частей сплошного трёхмерного цилиндрического тела даёт по методам 1, 2, 3 соответственно

$$\delta_1 = 7(1 - \mu)/20, \delta_2 = (1 - \mu)/4, \delta_3 = (13 - 11\mu)/32.$$

Метод устранения минимизированных невязок сопряжения с учётом давления p_1 даёт:

в центральной части $0 \leq r \leq a_1$ существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела

$$u_{r1}(r, z) = (p/E)r \left\{ - (1 - \mu)(\underline{1/2} + p_1/p) + \underline{[(1/2)(1 + m)(1 - \mu^2)]} + (3/8)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 \right. \\ \left. a^2/(a^2 - a_1^2) \right\}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 147/250

$$\ln(a/a_1) - \frac{3}{8}(1 - \mu^2)r^2/h^2](1 - 2z/h) + \frac{3}{2}(1 + \mu)(2 - \underline{\mu})z^2/h^2 - (1 + \mu)(2 - \mu)z^3/h^3\};$$

$$u_{z1}(r, z) = (p/E)h\{2\mu(\underline{1/2} + p_1/p)z/h + [(\underline{1 + m})\mu(1 + \mu) + (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 + 3\mu(1 + \mu)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)](-z/h + z^2/h^2) - (1 + \mu)^2z^3/h^3 + (1/2)(1 + \mu)^2z^4/h^4 + [(1/2)(1 + m)(1 - \mu^2) + (3/8)(1 - \mu)^2a_1^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1) + (3/2)\mu(1 + \mu)z/h - (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4 \pm (1/2)(1 - \mu^2)a^2/(a^2 - a_1^2) [\delta/(1 - \mu) - z/h + (1 + m)\mu(z/h - z^2/h^2) + z^3/h^3 - (1/2)z^4/h^4]r^2/a_1^2\};$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 148/250

$$\sigma_{r1}(r, z) = p \left\{ - \left(\frac{1}{2} + \frac{p_1}{p} \right) + \left[\left(\frac{1}{2} \right) (1 + m) (1 + \mu) + \left(\frac{3}{8} \right) (1 - \mu) a_1^2 / h^2 + \left(\frac{3}{2} \right) (1 + \mu) a_1^2 / h^2 \frac{a^2 / (a^2 - a_1^2)}{\ln(a/a_1)} - \left(\frac{3}{8} \right) (3 + \mu) r^2 / h^2 \right] (1 - 2z/h) + \left(\frac{3}{2} \right) (2 + \mu) z^2 / h^2 - \left(2 + \mu \right) z^3 / h^3 + \frac{(a_1^4 - a^4/2) / (a^2(a^2 - a_1^2))}{[m - 2(1 + m)z/h + 6z^2/h^2 - 4z^3/h^3]} r^2 / a_1^2 \right\};$$

$$\sigma_{t1}(r, z) = p \left\{ - \left(\frac{1}{2} + \frac{p_1}{p} \right) + \left[\left(\frac{1}{2} \right) (1 + m) (1 + \mu) + \left(\frac{3}{8} \right) (1 - \mu) a_1^2 / h^2 + \left(\frac{3}{2} \right) (1 + \mu) a_1^2 / h^2 \frac{a^2 / (a^2 - a_1^2)}{\ln(a/a_1)} - \left(\frac{3}{8} \right) (1 + 3\mu) r^2 / h^2 \right] (1 - 2z/h) + \left(\frac{3}{2} \right) (2 + \mu) z^2 / h^2 - \left(2 + \mu \right) z^3 / h^3 + \frac{(1/2)\mu a^2 / (a^2 - a_1^2)}{[-(1 + m)(1 - 2z/h) - 3z^2/h^2 + 2z^3/h^3]} r^2 / a_1^2 \right\};$$

$$\sigma_{z1}(r, z) = p (- 3z^2 / h^2 + 2z^3 / h^3);$$

$$\tau_{rz1}(r, z) = p (3z/h - 3z^2/h^2) r/h;$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 149/250

в периферической части $a_1 \leq r \leq a$ сплошного трёхмерного цилиндрического тела

$$u_{r2}(r, z) = (p/E)ra_1^2/(a^2 - a_1^2) \left\{ \frac{[-(1/2)(1 + \mu)a^2/r^2 + (1 - \mu)}{(1/2 - (a^2 - a_1^2)/a_1^2 p_1/p) + \mu a^2/a_1^2 + [(1/2)(1 + m)(1 - \mu^2)} \right. \\ \left. (a^2/r^2 - 1) + (3/8)(1 - \mu^2)[(a^2 - a_1^2)/h^2 - a_1^2 a^2/(h^2 r^2)] + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/a_1) + (3/8)(1 - \mu^2)r^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \right. \\ \left. \ln(r/h)](1 - 2z/h) + (2 - \mu)(a^2/r^2 - 1)(3/2 z^2/h^2 - z^3/h^3) \right\};$$

$$u_{z2}(r, z) = (p/E)ha_1^2/(a^2 - a_1^2) \left\{ \frac{\delta(1 + \mu)a^2/a_1^2 + (1/2)(1 + m)}{(1 - \mu^2)a^2/h^2 - (15/16)(1 - \mu^2)a_1^2 a^2/h^4} \right. \\ \left. - (1 + m)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a_1/h) + (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2 a^2/h^4 \ln(a_1/h) + [2\mu(a^2 - a_1^2)/a_1^2} \\ p_1/p - \mu - a^2/a_1^2]z/h + [(1 + m)\mu(1 + \mu) + (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 + (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/h)](z/h - \right.$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 150/250

$$\begin{aligned}
 & z^2/h^2) + (1 + \mu)^2 z^3/h^3 - (1/2)(1 + \mu)^2 z^4/h^4 + [(1 + m)(1 - \\
 & \mu^2)a^2/h^2 - (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2 a^2/h^4 + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 z/h - 3\mu(1 + \\
 & \mu)a^2/h^2 z^2/h^2] \ln(r/h) + [- (1/2)(1 + m)(1 - \mu^2) - (3/8)(1 - \\
 & \mu)^2 a_1^2/h^2 + (3/8)(1 - \mu)(3 + \mu)a^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \\
 & \ln(a/h) - (3/2)\mu(1 + \mu)z/h + (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2] r^2/h^2 - (3/2) \\
 & (1 - \mu^2)a^2/h^2 r^2/h^2 \ln(r/h) + (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4 - (1/2)(1 - \\
 & \mu^2)a^2/a_1^2 [\delta/(1 - \mu) - z/h + (1 + m)\mu(z/h - z^2/h^2) + z^3/h^3 - \\
 & (1/2)z^4/h^4](a - r)^2/(a - a_1)^2\}; \\
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{r2}(r, z) = & p a_1^2 / (a^2 - a_1^2) \left\{ \frac{(1/2)a^2/r^2 + 1/2}{(a^2 - a_1^2)/a_1^2} p_1/p \right. \\
 & + [- (1/2)(1 + m)(1 - \mu)(a^2/r^2 - 1) + (3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2 (a^2/r^2 - \\
 & 1) + (3/2)(1 + \mu)a^2/h^2 \ln(a/r) - (3/8)(3 + \mu)(a^2 - r^2)/h^2] (1 - \\
 & 2z/h) + [2 + \mu + (2 - \mu)a^2/r^2] (- 3/2 z^2/h^2 + z^3/h^3) + [r^2/a^2 + \\
 & \left. \right\}
 \end{aligned}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 151/250

$$\frac{(1/2)a^2/a_1^2 (a - r)^2/(a - a_1)^2}{\{m - 2(1 + m)z/h + 6z^2/h^2 - 4z^3/h^3\}};$$

$$\sigma_{t2}(r, z) = \underline{pa_1^2/(a^2 - a_1^2)} \left\{ \underline{-(1/2)a^2/r^2} + \underline{1/2} - \underline{(a^2 - a_1^2)/a_1^2} p_1/p + \underline{[(1/2)(1 + m)(1 - \mu)(a^2/r^2 - (1 + \mu)/(1 - \mu))} - \underline{(3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2} \underline{(a^2/r^2 + 1)} + \underline{(3/8)(1 - 5\mu)a^2/h^2} + \underline{(3/2)(1 + \mu)a^2/h^2} \underline{\ln(a/r)} + \underline{(3/8)(1 + 3\mu)r^2/h^2} \right] (1 - 2z/h) + \underline{[2 + \mu - (2 - \mu)a^2/r^2]} \underline{(- 3/2 z^2/h^2 + z^3/h^3)} + \underline{(1/2)\mu a^2/a_1^2} \left[\underline{(1 + m)(1 - 2z/h)} + \underline{3z^2/h^2 - 2z^3/h^3} \right] \underline{(a - r)^2/(a - a_1)^2};$$

$$\sigma_{z2}(r, z) = \underline{pa_1^2/(a^2 - a_1^2)} \left(- \underline{a^2/a_1^2} + \underline{3z^2/h^2} - \underline{2z^3/h^3} \right);$$

$$\tau_{rz2}(r, z) = \underline{pa_1^2/(a^2 - a_1^2)} \left[\underline{a^2/(rh)} - \underline{r/h} \right] \left(\underline{3z/h} - \underline{3z^2/h^2} \right).$$

В последних формулах подчёркнуты добавления общего (полу)степеного метода к дающей только не

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 152/250

подчёркнутые выражения теории круглой пластины при этих граничных условиях.

Этот смешанный параметрический метод устранения невязок сопряжения с использованием двухпараметрического метода (с параметрами m , δ) устранения минимизированной невязки осевого перемещения в остальном есть однопараметрический (с параметром m) метод.
Однопараметрический метод устранения именно всех невязок сопряжения отличается собственным устранением невязки осевого перемещения $u_z(r, z)$:

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 153/250

в центральной части $0 \leq r \leq a_1$ существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела

$$u_{z1}(r, z) = (p/E)h\{(\underline{\mu} + 2\underline{\mu}p_1/p)z/h + [(1+m)\underline{\mu}(1+\underline{\mu}) + (3/4)\underline{\mu}(1-\underline{\mu})a_1^2/h^2 + 3\underline{\mu}(1+\underline{\mu})a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)](-z/h + z^2/h^2) - (1+\underline{\mu})^2z^3/h^3 + (1/2)(1+\underline{\mu})^2z^4/h^4 + [(1/2)(1+m)(1-\underline{\mu}^2) + (3/8)(1-\underline{\mu})^2a_1^2/h^2 + (3/2)(1-\underline{\mu}^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1) + (3/2)\underline{\mu}(1+\underline{\mu})z/h - (3/2)\underline{\mu}(1+\underline{\mu})z^2/h^2]r^2/h^2 - (3/16)(1-\underline{\mu}^2)r^4/h^4 + (1/2)[(2a^2 - a_1^2)/(3a^2 - 2a_1^2) (1/2)(1-\underline{\mu}^2)a^2/(a^2 - a_1^2) - (1+\underline{\mu})a^2/(a^2 - a_1^2) z/h + (1+m)\underline{\mu}(1+\underline{\mu})a^2/(a^2 - a_1^2) (z/h - z^2/h^2) + (1+\underline{\mu})^2a^2/(a^2 - a_1^2) z^3/h^3 - (1/2)(1+\underline{\mu})^2a^2/(a^2 - a_1^2) z^4/h^4]r^2/a_1^2\};$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 154/250

$$u_{z1}(a_1, 0) = (p/E)h[(1/2)(1 + m)(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 + (3/8)(1 - \mu)^2a_1^4/h^4 + (3/2)(1 - \mu^2)a_1^4/h^4 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1) - (3/16)(1 - \mu^2)a_1^4/h^4 + (2a^2 - a_1^2)/(3a^2 - 2a_1^2) (1/4)(1 - \mu^2)a^2/(a^2 - a_1^2)];$$

в периферической части $a_1 \leq r \leq a$ сплошного трёхмерного цилиндрического тела

$$u_{z2}(r, z) = (p/E)ha_1^2/(a^2 - a_1^2) \{(2a^2 - a_1^2)/(3a^2 - 2a_1^2) (1/2)(1 - \mu^2)a^2/a_1^2 + (1/2)(1 + m)(1 - \mu^2)a^2/h^2 - (15/16)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 - (1 + m)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a_1/h) + (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2a^2/h^4 \ln(a_1/h) + [2\mu(a^2 - a_1^2)/a_1^2 p_1/p - \mu - a^2/a_1^2]z/h + [(1 + m)\mu(1 + \mu) + (3/4)\mu(1 + 3\mu)a^2/h^2 + (3/4)\mu(1 - \mu)a_1^2/h^2 - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2]$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 155/250

$$\begin{aligned}
 & \ln(a/h)](z/h - z^2/h^2) + \underline{(1 + \mu)^2 z^3/h^3} - (1/2)(1 + \\
 & \underline{\mu})^2 z^4/h^4 + [(1 + m)(1 - \mu^2)a^2/h^2 - (3/4)(1 - \mu^2)a_1^2 a^2/h^4 \\
 & + 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 z/h - 3\mu(1 + \mu)a^2/h^2 z^2/h^2] \ln(r/h) + \\
 & [-(1/2)(1 + m)(1 - \mu^2) - (3/8)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2 + (3/8)(1 - \\
 & \mu)(3 + \mu)a^2/h^2 + (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \ln(a/h) - (3/2)\mu(1 \\
 & + \mu)z/h + (3/2)\mu(1 + \mu)z^2/h^2] r^2/h^2 - (3/2)(1 - \mu^2)a^2/h^2 \\
 & r^2/h^2 \ln(r/h) + (3/16)(1 - \mu^2)r^4/h^4 - (1/2)a^2/a_1^2 [(2a^2 - \\
 & a_1^2)/(3a^2 - 2a_1^2) (1/2)(1 - \mu^2) - (1 + \mu)z/h + (1 + \\
 & m)\mu(1 + \mu)(z/h - z^2/h^2) + (1 + \mu)^2 z^3/h^3 - (1/2)(1 + \\
 & \mu)^2 z^4/h^4](a - r)^2/(a - a_1)^2}.
 \end{aligned}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 156/250

Общий (полу)степенной метод привёл к открытию и обоснованию системы принципиально новых явлений и законов напряжённо-деформированного состояния именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела при схеме нагружения с равномерными давлением на одно основание и повышенным периферическим противодавлением, причём с коренными отличиями от известных закономерностей напряжённо-деформированных состояний круглых пластин и круглых плит при осесимметричном изгибе равномерными давлениями:

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 157/250

существенное отклонение суммы значений радиального напряжения в центрах оснований от умноженного на минус два давления на боковую поверхность цилиндрического тела;
существование взаимности таких критических значений отношения давления на боковую поверхность к внешнему давлению не меньше $5/8$ и коэффициента поперечной деформации Пуассона, при превышении которых утонение сплошного трёхмерного цилиндрического тела вдоль оси

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 158/250

сменяется его утолщением вдоль оси с переходом через инвариантность длины осевой нормали; кратное, примерно в три-четыре раза, превышение стрел прогиба центральной части и всего полностью нагруженного основания занижаемыми теорией круглой пластины примерно в пять-шесть раз стрелами прогиба центральной части и всего частично нагруженного основания существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела соответственно.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 159/250

3. Проверка достоверности созданного общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для общих теорий деформирования, прочности и разрушения сплошных трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов

**Методическая, аналитическая и численная
проверка и оценка методами теории пластин и
теории плит доказала, что они обобщаются и кратно
уточняются поэтому достоверным общим
(полу)степенным методом для именно существенно
трёхмерного сплошного цилиндрического тела.**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 160/250

Достоверность общего (полу)степенного метода и открытых им принципиально новых явлений и законов напряжённо-деформированного состояния сплошного трёхмерного цилиндрического тела при схеме нагружения с повышенным равномерным периферическим противодавлением с коренными отличиями от известных закономерностей напряжённо-деформированных состояний круглых пластин и круглых плит при осесимметричном изгибе равномерными давлениями подтверждена методом конечных элементов.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 161/250

Открыты принципиально новые явление и закон смещения точки правильно по величине определённого общим (полу)степенным методом максимума τ_{\max} сдвигового напряжения $\tau_{rz}(r, z)$ на поверхности сопряжения частей с середины толщины (высоты) в сторону частично нагруженного основания, причём вблизи точек $(a_1, 0)$ сдвиговое напряжение $\tau_{rz}(r, z)$ близко к τ_{\max} .

Наиболее интересные значения осевого перемещения $u_z(r, z)$ (рис. 2) в существенно трёхмерном сплошном цилиндрическом теле (светопрозрачном элементе из неорганического или

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 162/250

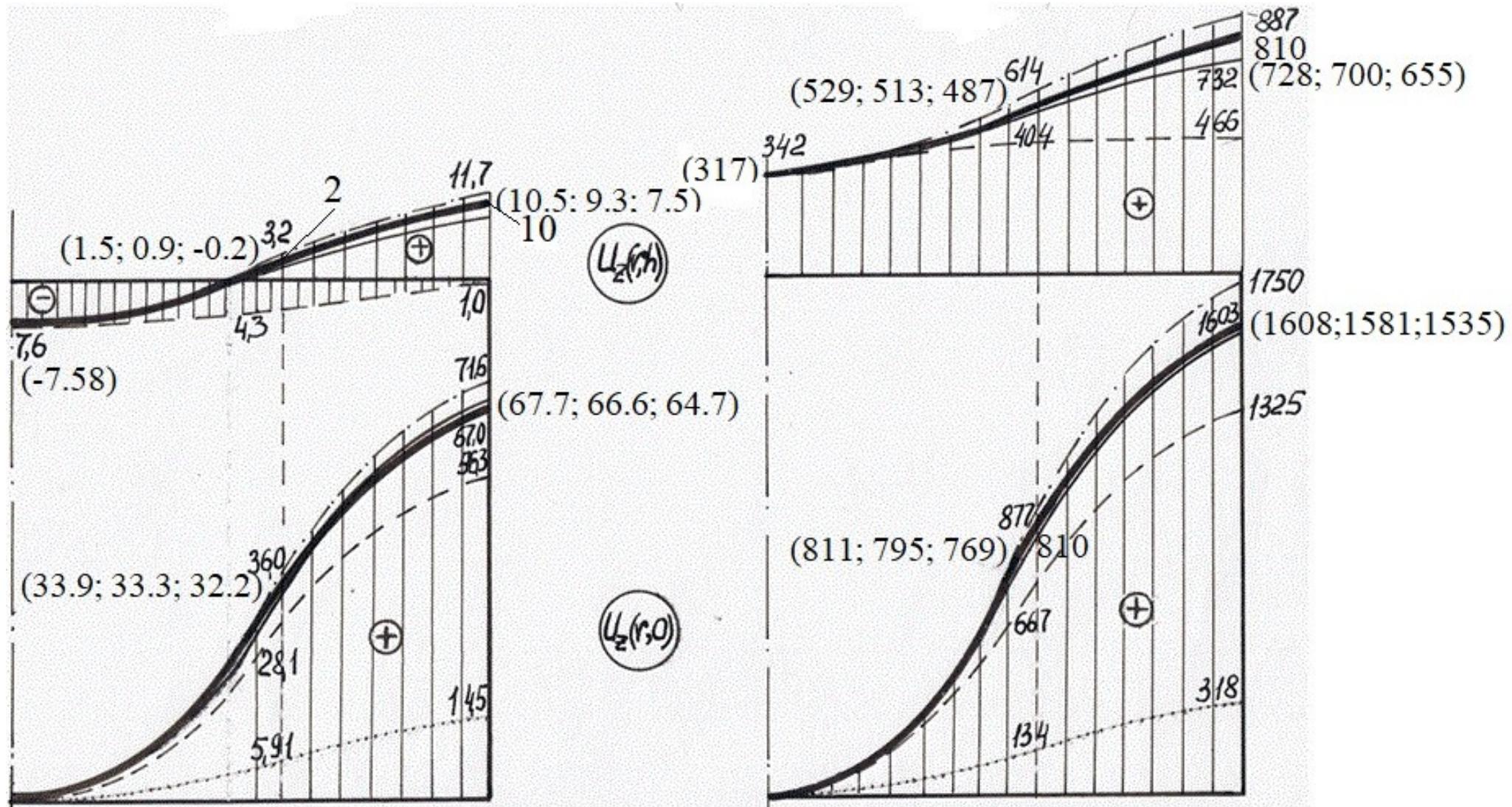
органического стекла), дающие стрелы прогиба оснований и их центральных участков и определённые по методу конечных элементов и по созданному общему (полу)степенному методу, в том числе однопараметрическим методом устранения минимизированных невязок сопряжения по методу 1 среднеквадратичной минимизации, по методу 2 минимизации минимаксами их модулей и по методу 3 коллокационной минимизации, а также двухпараметрическим методом устранения минимизированной невязки осевого перемещения

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 163/250

по методу 1 среднеквадратичной минимизации невязок сопряжения, близки между собой.

Эти значения принадлежат соответствующим более широким промежуткам между нижним и верхним соответственно значениями с использованием двухпараметрического метода устранения минимизированной невязки осевого перемещения по методу 2 минимизации невязок сопряжения минимаксами их модулей и по методу 3 коллокационной минимизации невязок сопряжения.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 164/250



Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 165/250

Рисунок 2. Сопоставление осевых перемещений (в микрометрах) $u_z(r, 0)$ и $u_z(r, h)$ внутренней $z = 0$ и внешней $z = h$ поверхностей оснований соответственно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела (элемента), в частности оптических поверхностей светопрозрачного элемента из неорганического стекла (слева) или органического стекла (справа), определённых по методу конечных элементов (толстая сплошная кривая линия), по общему (полу)степенному методу, в том числе с использованием двухпараметрического метода

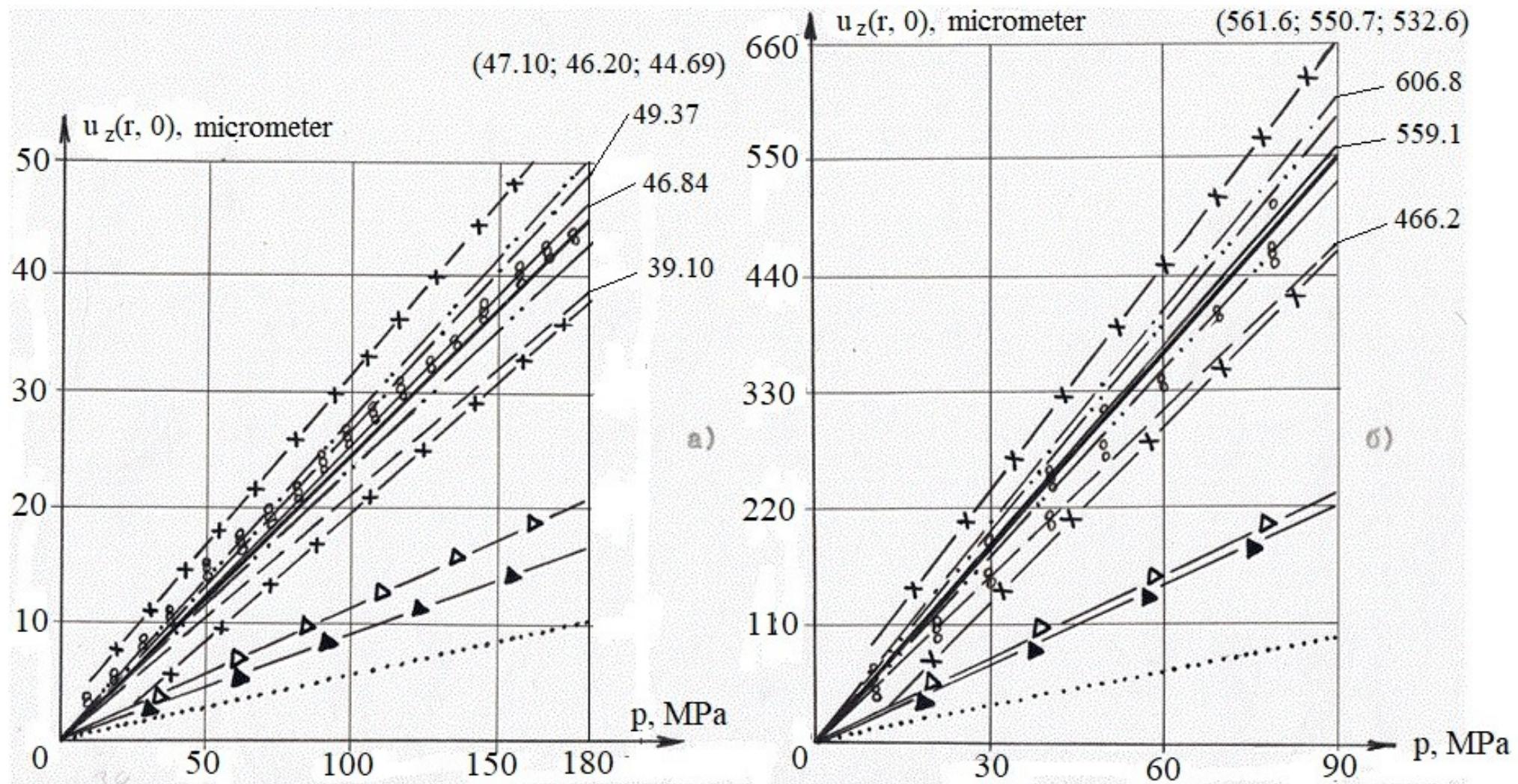
Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 166/250

устранения минимизированной невязки осевого перемещения по методу 1 среднеквадратичной минимизации невязок сопряжения (тонкая сплошная кривая линия), по методу 2 минимизации невязок сопряжения минимаксами их модулей (тонкая штриховая кривая линия) и по методу 3 коллокационной минимизации невязок (тонкая штрихпунктирная кривая линия), с использованием **однопараметрического метода устранения невязок** (в круглых скобках итоги по методам 1, 2, 3 соответственно), и по **теории пластин** (тонкая пунктирная кривая линия).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 167/250

Экспериментальная проверка (рис. 3) стрел прогиба $u = u_z(r, 0)$ от центра до радиуса r на не нагруженной центральной части частично нагруженного основания изгибающегося равномерными давлениями на одно основание и на кольцевую периферическую часть другого основания именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента из неорганического (а) и органического (б) стекла, показала достоверность созданных общего (полу)степенного метода и теорий деформирования, прочности и разрушения такого тела (светопрозрачного элемента).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 168/250



Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 169/250

Рисунок 3. Сопоставление экспериментальных (кружочки) и расчётных значений (лучи из начала координат) стрелы прогиба $u = u_z(r, 0)$ от центра до радиуса r на не нагруженной центральной части частично нагруженного основания изгибаемого равномерными давлениями на одно основание и на кольцевую периферическую часть другого основания сплошного трёхмерного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента из неорганического (а) и органического (б) стекла, по методу конечных элементов (толстый луч), по теории изгибающей

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 170/250

равномерными давлениями на одно основание и на кольцевую периферическую часть другого основания круглой пластины (пунктирный луч), по теории изгибающей равномерным давлением на одно основание свободно опёртой по краю круглой плиты (штриховой луч с белыми треугольниками), по теории изгибающей равномерным давлением на одно основание жёстко защемлённой по краю круглой плиты (штриховой луч с зачернёнными треугольниками), по созданному общему (полу)степенному методу (каждый соответствующий луч однозначно определяется показанной ординатой

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 171/250

его точки с наибольшей показанной абсциссой 180 МПа для неорганического стекла и 90 МПа для органического стекла) при использовании двухпараметрического метода устраниния минимизированной невязки осевого перемещения по методу 1 среднеквадратичной минимизации невязок сопряжения (сплошной луч) с верхними и нижними границами предельной (штриховые прямые с крестиками) и среднеквадратичной (штриховые прямые с парами точек) погрешностей, по методу 2 минимизации невязок сопряжения минимаксами их модулей (штриховой луч) и по

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 172/250

методу 3 коллокационной минимизации невязок сопряжения (штрихпунктирный луч), а также при использовании однопараметрического метода устранения минимизированных невязок сопряжения по методам 1, 2, 3 (в круглых скобках в этом порядке даны ординаты названных точек лучей, тем самым однозначно определённых, но не проведённых ввиду их крайней близости к лучам по методу конечных элементов и по методу 1 при использовании двухпараметрического метода устранения минимизированной невязки осевого перемещения).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 173/250

С учётом анализа погрешностей исходных данных, измерений и вычислений подтверждены расчёты методом конечных элементов, общим (полу)степенным методом при однопараметрическом методе и (по среднеквадратичному методу минимизации невязок сопряжения) при двухпараметрическом методе устранения минимизированной невязки осевого перемещения, дающем результаты с сильным занижением по методу минимаксов модулей и существенным завышением по методу коллокационной минимизации невязок сопряжения (итоги опытов).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 174/250

4. Применение созданного общего (полу)степенного аналитического метода макроэлементов для создания общих теорий деформирования, жёсткости, оптики, прочности и разрушения сплошных трёхмерных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений

Необходимо для определения опаснейшей точки преобразована к виду с эквивалентным напряжением σ_e первая теория прочности (критерий наибольших нормальных напряжений) изотропного материала да-Винчи–Галилея–Лейбница–Ламе

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 175/250

$$\sigma_e = \max\{|\sigma_1|; |\sigma_2|; |\sigma_3|\} = \sigma_L,$$

$$\sigma_e = \max\{|\sigma_j|; j = 1; 2; 3\} = \sigma_L$$

$$(\sigma_L = \sigma_t = \sigma_c = |\sigma_c|)$$

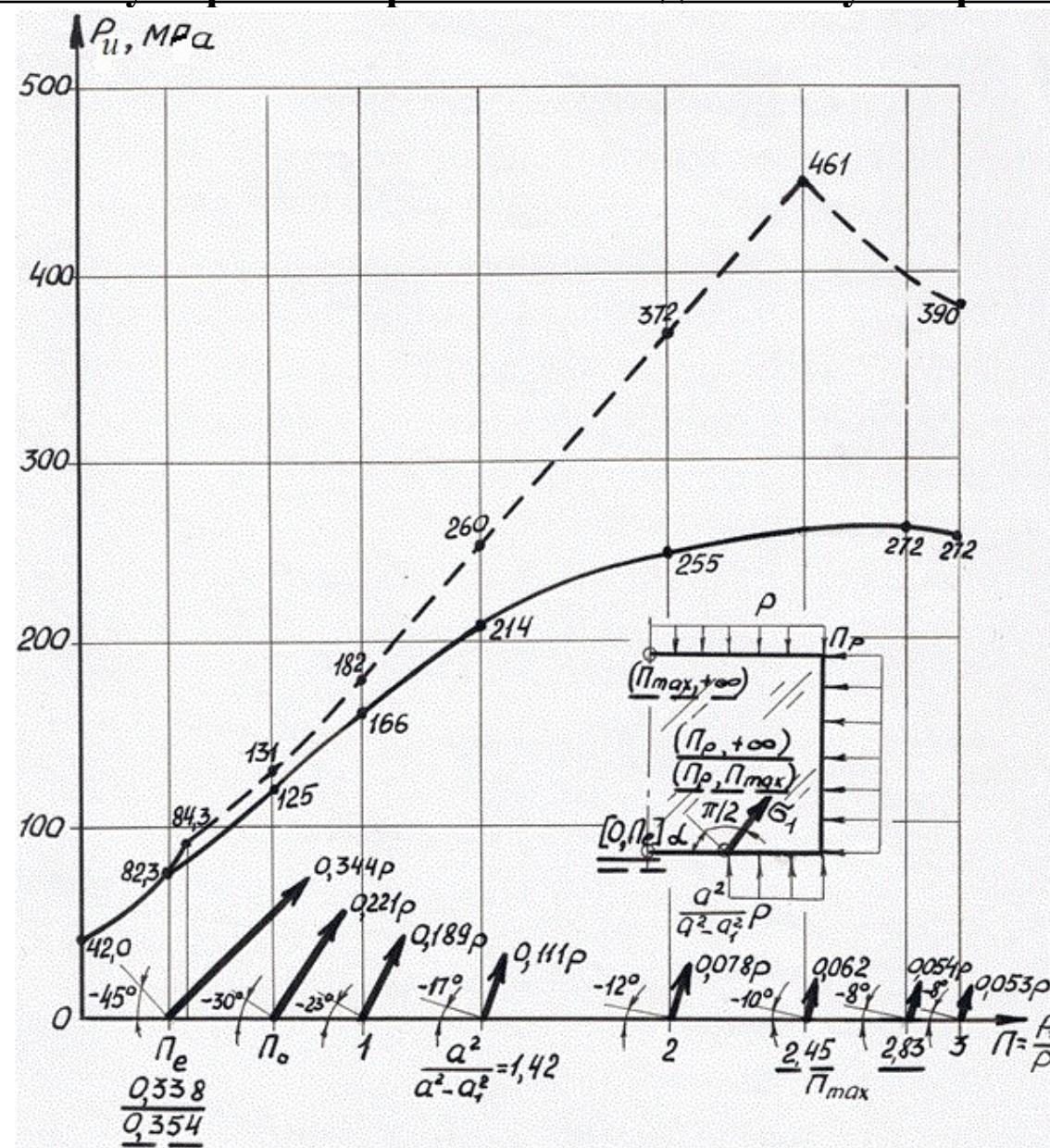
для равной прочности σ_L при растяжении σ_t и сжатии σ_c и

$$\sigma_e = \max\{\sigma_1; -\chi\sigma_3\} = \sigma_t (\chi = \sigma_t/\sigma_c)$$

для различной прочности при растяжении и сжатии.

Создана теория прочности трёхмерного цилиндрического тела/стеклоэлемента (рис. 4) при схеме нагружения с повышенным равномерным периферическим противодавлением (см. рис. 1).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 176/250



Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 177/250

Рисунок 4. Влияние относительной величины $\Pi = p_1/p$ давления p_1 , приложенного к боковой поверхности сплошного трёхмерного цилиндрического тела (элемента) из стекла К8 с $h:a_1:a = 2:1:(11/6)$, на величину и ориентацию главного напряжения σ_1 и вероятный угол α скальвания сегмента у края центральной части частично нагруженного основания, на положение (кружок в центре или на краю этой центральной части) места максимума эквивалентного напряжения σ_{emax} и на давление разрушения p_u по первой теории прочности (толстая штриховая линия) и критериям Кулона–Мора и Г. С. Писаренко и А. А. Лебедева (толстая сплошная линия).

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 178/250

Ввиду

$$\chi = \sigma_t / \sigma_c < 1$$

полезно для прочности боковое давление p_1 .

Есть наилучшее значение Π_{\max} отношения $\Pi = p_1/p$ с наибольшим внешним давлением разрушения $p_{u\max}$.

По критериям Г. С. Писаренко и А. А. Лебедева и Кулона–Мора наибольшее равносильное (эквивалентное) напряжение $\sigma_{e\max}$ имеет место в центральной части частично нагруженного основания, то есть при

$$0 \leq r \leq a_1, z = 0.$$

При отсутствии бокового давления ($p_1 = 0$)

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 179/250

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e(0, 0)$$

с наибольшими напряжениями

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e(0, 0) = \sigma_r(0, 0) = \sigma_t(0, 0) > 0.$$

Существует значение отношения давлений $\Pi = p_1/p$
 $\Pi_0 = -1/2 + (1/2)(1 + m)(1 + \mu) + (3/8)(1 - \mu)a_1^2/h^2 + (3/2)(1 + \mu)a_1^2a^2/[h^2(a^2 - a_1^2)] \ln(a/a_1)$

с аннулированием единого максимума радиального и тангенциального (окружного) напряжений в центре $(0, 0)$ частично нагруженного основания:

$$\sigma_r(0, 0) = \sigma_t(0, 0) = 0.$$

При значениях отношения давлений $\Pi = p_1/p \geq \Pi_0$
наибольшее равносильное (эквивалентное)

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 180/250

напряжение $\sigma_{e\max}$ имеет место на краю центральной части частично нагруженного основания

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e(a_1 - 0, 0),$$

тем более что там сдвиговое напряжение $\tau_{rz}(r, z)$ близко к максимуму:

$$\tau(a_1 - 0, 0) \approx \tau_{\max}.$$

Критическое значение Π_e

$$\Pi_e = [\sigma_r^2(0, 0) - (1 - \chi)\sigma_r(0, 0)\sigma_r(a_1, 0) - \chi\sigma_r^2(a_1, 0) - (1 + \chi)^2\tau_{\max}^2]/\{(1 + \chi)p[\sigma_r(0, 0) - \sigma_r(a_1, 0)]\}|_{\Pi=0}$$

с равноопасностью центра и края центральной части частично нагруженного основания

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e(0, 0) = \sigma_e(a_1 - 0, 0)$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 181/250

при своём превышении влечёт скачок места наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения $\sigma_{e\max}$ из центра на край центральной части частично нагруженного основания; вместо радиального растрескивания тела скальвается и растрескивается сегмент у этой части; первая трещина должна выходить из точки $(a_1 - 0, 0)$ под углом

$$\alpha = (1/2)\arctg[2\tau_{\max}/\sigma_r(a_1, 0)]$$

к отрицательному направлению оси r (аргумент и сам арктангенс отрицательны); при $0 \leq \Pi < \Pi_e$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 182/250

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e(0, 0) > \sigma_e(a_1 - 0, 0);$$

при $\Pi > \Pi_e$

$$\sigma_{e\max} = \sigma_e(a_1 - 0, 0) > \sigma_e(0, 0);$$

Существует наилучшее значение отношения $\Pi = p_1/p$

$$\begin{aligned}\Pi_{\max} = & (3/4)(1 - \chi)\chi^{-1/2}a_1/h - 1/2 + (1/2)(1 + m)(1 + \mu) \\ & - (3/4)(1 + \mu)a_1^2/h^2 + (3/2)(1 + \mu)a_1^2a^2/[h^2(a^2 - a_1^2)] \\ & \ln(a/a_1) - (1/2)m(a^4 - 2a_1^4)/[a^2(a^2 - a_1^2)]\end{aligned}$$

и даёт минимакс равносильного (эквивалентного) напряжения

$$\sigma_{e\minimax} = \sigma_e(a_1 - 0, 0)$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 183/250

с наибольшим внешним давлением разрушения p_{umax} .

При необходимом и достаточном условии

$$\chi(1/p)\sigma_r(0, 0)|_{\Pi=0} - (1 - \chi)/2 (1/p)\sigma_r(a_1, 0)|_{\Pi=0} - 1 - \chi\mu/2 \geq 0$$

существует и второе критическое значение Π_{e2} со скачком места наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения σ_{emax} в центр $(0, h)$ полностью нагруженного основания с

$$\sigma_{emax} = \sigma_e(0, h) = \chi\sigma_r(0, 0) - p(1 + \chi\mu/2) + 2\chi p_1.$$

По первой теории прочности существует критическое значение отношения $\Pi = p_1/p$

$$\Pi_e = p^{-1}\{\sigma_r(0, 0)|_{\Pi=0} - \tau_{max}^2/[\sigma_r(0, 0) - \sigma_r(a_1, 0)]\}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 184/250

и при своём превышении влечёт скачок места наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения $\sigma_{e\max}$ из центра на край центральной части частично нагруженного основания;
существует наилучшее значение отношения $\Pi = p_1/p$
$$\Pi_{\max} = \Pi_{e2} = (1/2)(1 + \chi)^{-1}p^{-1}\{\sigma_r(a_1, 0) + (1 + 2\chi)\sigma_r(0, h) + [(\sigma_r(a_1, 0) + (1 + 2\chi)\sigma_r(0, h))^2 + 4(1 + \chi)\chi^{-1}\tau_{\max}^2 - \sigma_r(a_1, 0)\sigma_r(0, h) - \chi\sigma_r^2(0, h)]^{1/2}\} \approx (3/4)\chi^{-1/2}a_1/h,$$

даёт минимакс равносильного (эквивалентного) напряжения

$$\sigma_{eminimax} = \sigma_e(a_1 - 0, 0) = \sigma_e(0, h)$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 185/250

с наибольшим внешним давлением разрушения p_{umax} и является вторым критическим значением Π_{e2} со скачком места наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения σ_{emax} с края ($a_1 = 0, 0$) центральной части частично нагруженного основания в центр $(0, h)$ полностью нагруженного основания.

При $h : a_1 : a = 2 : 1 : (11/6)$ рост значения отношения $\Pi = p_1/p$ от 0 до $1/3$ по всем этим критериям предельных состояний удваивает давление разрушения p_u ; дальнейший рост значения отношения $\Pi = p_1/p$ до 1 ещё удваивает давление разрушения p_u с расхождением по разным

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 186/250

критериям до 10 %; дальнейший рост значения отношения $\Pi = p_1/p$ до $\Pi_{\max} \approx 2.6$ ещё повышает давление разрушения p_u – с замедлением в 1.6 раза по критерию Г. С. Писаренко и А. А. Лебедева и критерию Кулона–Мора в пределах его приемлемости и почти равномерно в 2.5 раза с резкими максимумом и гиперболическим падением по первой теории прочности.

Опыты подтверждают правильность созданной теории прочности именно существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в частности светопрозрачных элементов.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 187/250

Создана теория влияния на оптические свойства иллюминатора напряжённо-деформированного состояния именно существенно трёхмерного сплошного цилиндрического тела, в частности светопрозрачного элемента, при схеме нагружения с равномерными давлением на одно основание и повышенным периферическим противодавлением.
Существенно влияние лишь кривизн в центрах оснований на продольную расфокусировку

$$\Delta x_p = p/E f_{\phi w}^2/h n_a/n_w^2 \left\{ - (n_g - n_w) [\underline{\delta(1 + \mu)h^2/a_1^2} \underline{a^2/(a^2 - a_1^2)} - \underline{1/2 (1 - \mu^2)h^2/a_1^2} \underline{a^2/(a^2 - a_1^2)}] + \underline{(1 + m)(1 - \mu^2)} + \underline{(3/4)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2} + \underline{3(1 - \mu^2)a_1^2/h^2} \underline{a^2/(a^2 - a_1^2)} \ln(a/a_1)] + (n_g - n_w) [\underline{\delta(1 + \mu)h^2/a_1^2} \underline{a^2/(a^2 - a_1^2)} - \underline{1/2 (1 - \mu^2)h^2/a_1^2} \underline{a^2/(a^2 - a_1^2)}] + \underline{(1 + m)(1 - \mu^2)} + \underline{(3/4)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2} + \underline{3(1 - \mu^2)a_1^2/h^2} \underline{a^2/(a^2 - a_1^2)} \ln(a/a_1)] \right\}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 188/250

$$n_a) [\delta(1 + \mu) h^2/a_1^2 a^2/(a^2 - a_1^2) + (1 + m)(1 - \mu^2) + (3/4)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2 + 3(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)] \}$$

изображения подводного объекта при фотографаметрическом фокусном расстоянии гидрообъектива $f_{\phi w}' = (n_w/n_a)f_0'$ в воде и f_0' в воздухе и показателях преломления воздуха n_a , воды n_w и органического либо неорганического стекла n_g или

$$\Delta x_p = p/E f_{\phi w}'^2/h n_a/n_w^2 \{ - (n_g - n_w) [- (1/2)(1 - \mu^2)a^2/(3a^2 - 2a_1^2) h^2/a_1^2 + (1 + m)(1 - \mu^2) + (3/4)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2 + 3(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)] + (n_g - n_a) [(2a^2 - a_1^2)/(3a^2 - 2a_1^2) (1/2)(1 - \mu^2)a^2/(a^2 - a_1^2) h^2/a_1^2 + (1 + m)(1 - \mu^2) + (3/4)(1 - \mu)^2 a_1^2/h^2 + 3(1 - \mu^2)a_1^2/h^2 a^2/(a^2 - a_1^2) \ln(a/a_1)] \}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 189/250

по двухпараметрическому (m , δ) или однопараметрическому (m) методам устранения минимизированной невязки осевого перемещения соответственно.

Открыты и обоснованы новые явления и законы напряжённо-деформированного состояния трёхмерного сплошного цилиндрического тела при схеме нагружения с равномерным давлением на одно основание и повышенным равномерным периферическим противодавлением: явление и закон кратного (примерно в три-четыре раза) превышения кривизны в центре полностью

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 190/250

нагруженного основания кривизной в центре частично нагруженного основания;

явление и закон необходимости дополнения стрелы прогиба (общей характеристики искривления при изгибе) кривизной (местной характеристикой искривления при изгибе);

явление и закон превышения на порядок модуля отрицательного вклада кривизны в центре полностью нагруженного основания положительным вкладом кривизны в центре частично нагруженного основания в продольную расфокусировку изображения подводного объекта;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 191/250

явление и закон необходимости и существенности выделения и достаточно точного учёта знака и относительно малого модуля отрицательного вклада кривизны в центре полностью нагруженного основания в продольную расфокусировку изображения подводного объекта;

явление и закон необходимости и полезности промежуточного выхода (с возвращением) исследования за собственные пределы напряжённо-деформированного состояния;

явление и закон необходимости раздельного исследования влияний следствий (частей, свойств)

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 192/250

напряжённо-деформированного состояния наряду с исследованием его итогового (суммарного) влияния.

Дальнейшими обобщениями открыты и обоснованы такие всеобщие явления и законы:

всеобщие явление и закон целесообразности относительной малости модуля количественного величиной и качественного знаком оценивающего различителя методов моделирования;

всеобщие явление и закон целесообразности промежуточного выхода (с возвращением) исследования за пределы первоначального предмета по закону отрицания отрицания;

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 193/250

всеобщие явление и закон необходимости и полезности раздельного исследования влияний частей и свойств целого на предмет исследования наряду с исследованием влияния целого.

Рабочая расфокусировка $\Delta x_p' = \Delta x_p + \Delta x_0'$ снижается в $2/(1 - p_{\min}/p_{\max})$ раз предварительной расфокусировкой $\Delta x_0'$, которая противоположна расфокусировке Δx_p для $p = (p_{\min} + p_{\max})/2$.

Созданы теории деформирования, прочности и разрушения, жёсткости и оптики, метод и алгоритм комплексной оптимизации трёхмерного цилиндрического стеклоэлемента.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 194/250

Общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) предельной поверхности, на случай анизотропии и/или различных сопротивлений материала растяжению и сжатию созданы и для исследований прочности и разрушения органического стекла при сложном напряжённом состоянии. Органическое стекло – изотропный пластичный материал, обычно считается одинаково сопротивляющимся

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 195/250

растяжению и сжатию с единственным предельным напряжением, например текучести или прочности, и предельной поверхностью по третьей теории прочности (критерию наибольших сдвиговых напряжений) Кулона–Треска или по четвёртой теории прочности (критерию удельной энергии формоизменения, или критерию октаэдрических сдвиговых напряжений) Максвелла–Губера–фон–Мизеса–Генки. Но опыты доказывают: органическое стекло явно лучше сопротивляется сжатию, чем растяжению, как и хрупкие материалы. Полезны общая теория и общие методы обобщения

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 196/250

изотропного критерия предельных состояний $\sigma_e = F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = \sigma_L$ и прочности $\sigma_e = F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) \leq \sigma_L$ для $\sigma_L = \sigma_t = \sigma_c$ с однородной первого порядка функцией $F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3)$ главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$, для любого одноосного напряжения равной его модулю, на общий случай **анизотропного** материала с **различными** **положительными** **одноосными** пределами σ_{tj} при растяжении и σ_{cj} при сжатии в направлении главного напряжения σ_j ($j = 1, 2, 3$) линейно-функциональным преобразованием главных напряжений σ_j , в частности

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 197/250

деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) предельной поверхности:

$$\sigma_j = A_{j1}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{j2}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{j3}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{j0}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3') \quad (j = 1, 2, 3),$$

где $A_{j1}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')$, $A_{j2}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')$, $A_{j3}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')$ – безразмерные функции преобразованных главных напряжений σ_1' , σ_2' , σ_3' , в частности постоянные;

$\sigma_{j0}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')$ – имеющая размерность напряжения функция преобразованных главных напряжений σ_1' , σ_2' , σ_3' , в частности постоянная.

Подстановки преобразований главных напряжений σ_j дают общие анизотропные критерии предельных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 198/250

состояний и прочности в преобразованных главных напряжениях σ_1' , σ_2' , σ_3' :

$$\sigma_e = F(A_{11}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{12}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{13}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{10}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3'), A_{21}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{22}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{23}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{20}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3'), A_{31}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{32}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{33}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{30}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')) = \sigma_L;$$

$$\sigma_e = F(A_{11}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{12}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{13}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{10}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3'), A_{21}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{22}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{23}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{20}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3'), A_{31}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_1' + A_{32}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_2' + A_{33}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')\sigma_3' + \sigma_{30}(\sigma_1', \sigma_2', \sigma_3')) \leq \sigma_L.$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 199/250

Цилиндр Мизеса может стать эллиптическим и смещаться, при анизотропии наклоняться. При плоском напряжённом состоянии и изотропии материала с разными σ_t и σ_c достаточно смещение предельной кривой изотропного материала с $\sigma_t = \sigma_c$ вдоль главной диагонали.

Общий метод обобщения критериев предельных состояний и прочности добавлением линейной комбинации главных напряжений к квадрату их критериальной функции даёт обобщения общего критерия $\sigma_e = F(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) = \sigma_L$, четвёртой и третьей теорий прочности:

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 200/250

$$\sigma_e = [F^2(\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3) + (\sigma_c - \sigma_t)(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)]^{1/2} = (\sigma_c \sigma_t)^{1/2};$$

$$\begin{aligned}\sigma_e = [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1 \sigma_2 - \sigma_1 \sigma_3 - \sigma_2 \sigma_3 + \\ (\sigma_c - \sigma_t)(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)]^{1/2} = (\sigma_c \sigma_t)^{1/2};\end{aligned}$$

$$\sigma_e = [(\sigma_1 - \sigma_3)^2 + (\sigma_c - \sigma_t)(\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3)]^{1/2} = (\sigma_c \sigma_t)^{1/2},$$

при $\sigma_3 = 0$ для вершин $(\sigma_{tt}, \sigma_{tt}), (-\sigma_{tt}, -\sigma_{tt})$ кусочно-линейно обобщённого предельного шестиугольника (рис. 5)

$$\sigma_{tt} = (\sigma_c^2 - \sigma_c \sigma_t + \sigma_t^2)^{1/2} - (\sigma_c - \sigma_t) < \sigma_t \text{ при } \sigma_t < \sigma_c,$$

$$\sigma_{tt} = (\sigma_c^2 - \sigma_c \sigma_t + \sigma_t^2)^{1/2} - (\sigma_c - \sigma_t) \geq \sigma_t \text{ при } \sigma_t \geq \sigma_c,$$

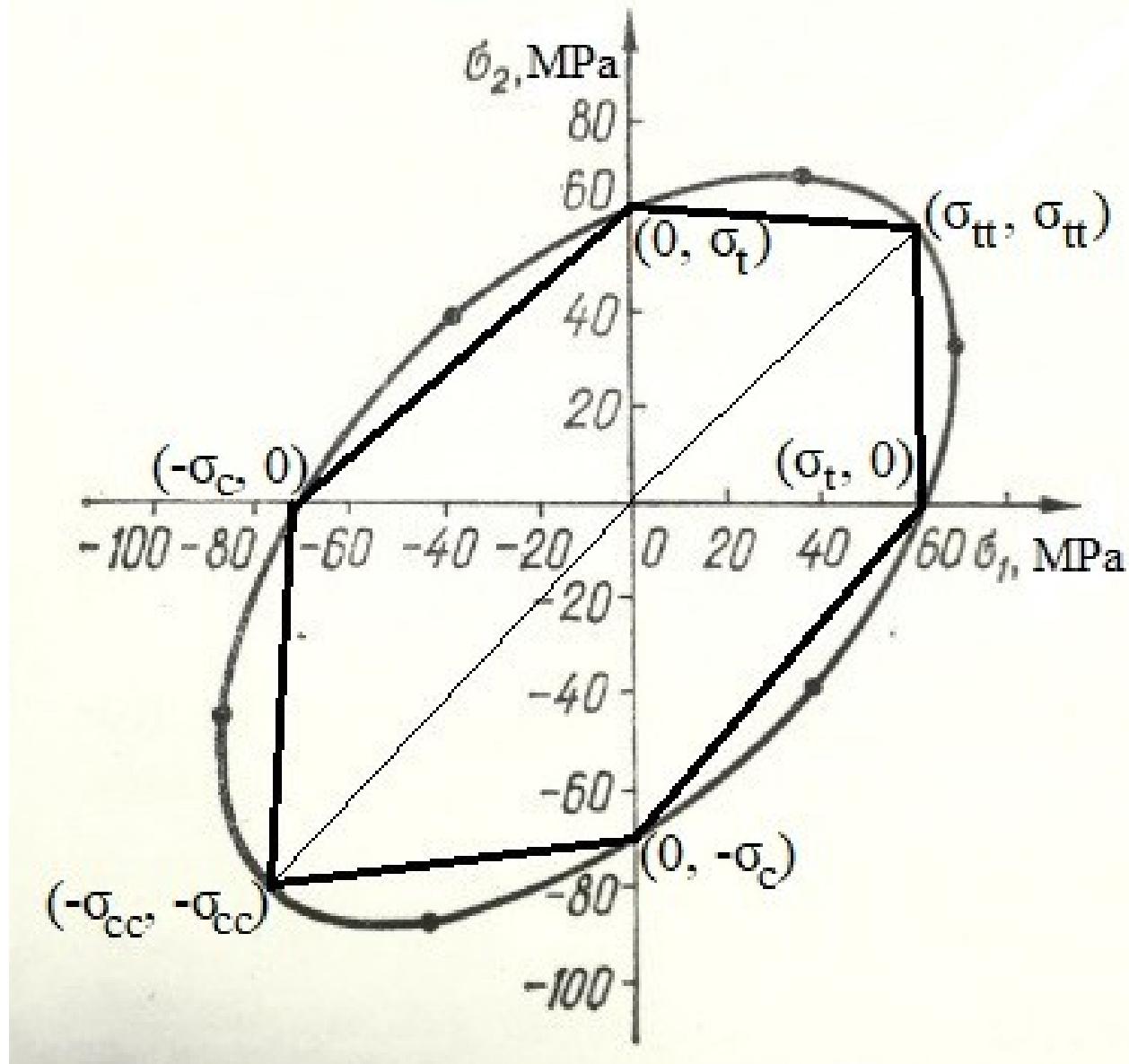
$$\sigma_{cc} = \sigma_c - \sigma_t + [(\sigma_c - \sigma_t)^2 + \sigma_c \sigma_t]^{1/2} > \sigma_c \text{ при } \sigma_t < \sigma_c,$$

$$\sigma_{cc} = \sigma_c - \sigma_t + [(\sigma_c - \sigma_t)^2 + \sigma_c \sigma_t]^{1/2} \leq \sigma_c \text{ при } \sigma_t \geq \sigma_c,$$

по опытным данным для органического стекла

$$\sigma_t = 62.5 \text{ МПа}, \sigma_c = 70.8 \text{ МПа}, \chi = 0.883.$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 201/250



Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 202/250

Рисунок 5. Предельная ломаная (по обобщению третьей теории прочности) и предельная кривая (по критерию Писаренко–Лебедева и по обобщению четвёртой теории прочности) органического стекла.

Открыты нечёткость приближённости и целые системы вопиющих принципиальных изъянов абсолютной и относительной погрешностей и метода наименьших квадратов и создан итерационный общий метод наименьших нормально взвешенных степеней, в том числе квадратов, в частности для исследований прочности и разрушения неорганического стекла при повторно-статическом нагружении.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 203/250

Абсолютная погрешность формального (условного, независимого от истинности, что обозначается знаком вопроса, в данном случае после знака равенства) приравнивания

$$a =? b$$

недостаточна для выражения и оценивания качества приближения и не инвариантна, так как при равносильном умножении формального приравнивания на ненулевое число умножается на его абсолютную величину:

$$\Delta_{1000=?999} = \Delta_{1=?0} = 1,$$

$$\Delta_{10=?0} = 10.$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 204/250

Относительная погрешность нелогична, определена лишь для двухэлементного формального приравнивания, для него двузначна (двусмысленна), вопреки замыслу может превышать единицу и быть бесконечной и вообще неопределенной при большем двух числе элементов формального приравнивания (в последних двух примерах ниже):

$$\delta_{a=? b, a} = \|a - b\|/\|a\| \neq \|a - b\|/\|b\| = \delta_{a=? b, b},$$

$$\delta_{1=? 0, 0} = 1/0 = \infty,$$

$$\delta_{1=? -1, 1} = \delta_{1=? -1, -1} = 2,$$

$$\delta_{100 - 99=? 0?},$$

$$\delta_{1 - 2 + 3 - 4=? -1?}$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 205/250

Метод наименьших квадратов является простейшим и по существу единственным широко применяемым для решения переопределённых задач с количеством уравнений больше количества неизвестных, но имеет систему основополагающих принципиальных изъянов и пороков и крайне узкие области применимости и тем более приемлемости и пригодности:

- 1) не пригоден при не совпадающих физических размерностях (единицах) решаемой задачи;**
- 2) не инвариантен, меняет не проверяемый итог при равносильных преобразованиях задачи:**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 206/250

$$x = 1 \wedge x = 2 \rightarrow x = 3/2;$$

$$10x = 10 \wedge x = 2 \rightarrow x = 102/101;$$

$$x = 1 \wedge 10x = 20 \rightarrow x = 201/101;$$

3) необоснованно полагается, как и математическая статистика, на абсолютную погрешность и аналитически простейшую вторую степень усреднения;

4) минимизирует сумму квадратов отклонений, в том числе разностей частей уравнений системы, с опорой на наихудшие не отбрасываемые данные с преимущественным вкладом, а не на наилучшие данные с их ничтожным вкладом в эту сумму, часто

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 207/250

ведёт к неприемлемости, извращениям и парадоксам:

приближение $y = kx$ точек $(1, 1), (10, 15)$ даёт парадоксальное сочетание большей абсолютной погрешности $\Delta_{(1, 1)}$ приближения малых данных и меньшей абсолютной погрешности $\Delta_{(10, 15)}$ приближения больших данных:

$$k = 151/101,$$

$$\Delta_{(1, 1)} = 51/101,$$

$$\Delta_{(10, 15)} = 5/101;$$

5) не предусматривает никакого улучшения получаемого не оцениваемого псевдорешения.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 208/250

Именно дополнительно к правильно используемой относительной погрешности введена как инвариантная мера неточности, верно обобщающей нечёткую приближённость, линейная, квадратичная и с максимумом всеобщая погрешность от 0 до 1 (с введённым альтернативным делением $c//d = c/d$ при $c \neq 0$; $c//d = 0$ при $c = 0$ и любом, даже нулевом, d):

$$E_{a=?b} = \|a - b\| / (\|a\| + \|b\|) \geq E_{a=?b, Q} = \|a - b\| / [2(\|a\|^2 + \|b\|^2)]^{1/2} \geq E_{a=?b, M} = \|a - b\| / (2 \max\{\|a\|, \|b\|\}).$$

Псевдорешение методом наименьших квадратов – начальное приближение итерационного общего метода наименьших нормально взвешенных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 209/250

степеней, в том числе квадратов. Его формулы минимизируют суммы положительно взвешенных степеней модулей разностей, в частности квадратов разностей, частей уравнений. Общий метод наименьших нормально взвешенных степеней предполагает переопределённую систему m линейных уравнений

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = b_i \quad (i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m)$$

с $n < m$ искомыми неизвестными x_j ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$) с известными a_{ij} и b_i при неизвестных x_j обезразмеренной с действительными (не)известными и с нормированием каждого

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 210/250

уравнения делением на квадратный корень из суммы квадратов коэффициентов при всех неизвестных с умножением некоторых уравнений на (-1). Берутся две неотрицательные меры нарушения уравнения псевдорешением $x_j = x_{j(k)}$ ($j = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$) как предыдущим k -ым приближением к квазирешению (наилучшему псевдорешению). Взвешиваемой мерой берётся модуль разности частей уравнения. Взвешивающей мерой – всеобщая погрешность

$$E_{i(k)} = |\sum_{j=1}^n a_{ij}x_{j(k)} - b_i| / |\sum_{j=1}^n (|a_{ij}| |x_{j(k)}| + |b_i|)|$$
$$(i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, m; k = 0, 1, 2, 3, 4, 5, \dots).$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 211/250

Совокупность взвешивающих мер $E_{1(k)}, E_{2(k)}, E_{3(k)}, \dots, E_{m(k)}$ симметризуется относительно нуля включением противоположных значений $[-E_{1(k)}], [-E_{2(k)}], [-E_{3(k)}], \dots, [-E_{m(k)}]$.

Взвешиваются

$$|\sum_{j=1}^n a_{1j}x_{j(k)} - b_1|^q, |\sum_{j=1}^n a_{2j}x_{j(k)} - b_2|^q, \\ |\sum_{j=1}^n a_{3j}x_{j(k)} - b_3|^q, \dots, |\sum_{j=1}^n a_{mj}x_{j(k)} - b_m|^q \quad (q > 0)$$

(быть может, другими) одинаковыми степенями

$$\exp[-pE_{1(k)}^2/(2\sigma_{(k)}^2)], \exp[-pE_{2(k)}^2/(2\sigma_{(k)}^2)], \exp[-pE_{3(k)}^2/(2\sigma_{(k)}^2)], \dots, \exp[-pE_{m(k)}^2/(2\sigma_{(k)}^2)] \\ (p > 0,$$

$$\sigma_{(k)}^2 = [\sum_{i=1}^m (-E_{i(k)})^2 + \sum_{i=1}^m E_{i(k)}^2]/(2m) = [\sum_{i=1}^m E_{i(k)}^2]/m$$

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 212/250

введённых приведённых (единообразно для всех уравнений умноженных на $(2\pi)^{1/2}\sigma_{(k)}$) плотностей вероятности каждой взвешивающей неотрицательной меры в модельном нормальном распределении с нулевым средним и дисперсией $\sigma_{(k)}^2$. Обычно достаточны $p = 1$, $q = 2$. Введение сохраняющего знак основания возведения в степень

$$a''^b = |a|^b \text{sign}(a)$$

впервые даёт показательные и степенные функции для отрицательных оснований, начальные, центральные и смешённые моменты любых нецелых порядков. Минимизацией

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 213/250

$$S_{(k+1)} = \sum_{i=1}^m \exp[-pE_{i(k)}^2/(2\sigma_{(k)}^2)] |\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j - b_i|^q$$

даётся (k+1)-е приближение к квазирешению. Процесс продолжается до нужной точности почти постоянства последовательных приближений и характеристик условий минимизации для определения, обоснования и оценивания этого квазирешения с его всеобщей погрешностью как мерой несовместности переопределённой системы т линейных уравнений с n < m неизвестными.

Предложены и обоснованы конструкции иллюминаторов для высоких давлений, защищённые авторскими свидетельствами на изобретения.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 214/250

Заключение. Основные результаты и выводы

1. Как закономерный итог достижения цели этой кандидатской диссертации с выполнением её задач выдвижением и осуществлением её идей созданы и практически целесообразно развиты математическая, метрологическая, оптико-механическая и прочностная системы принципиально новых основополагающих общих теорий и методов как теоретический фундамент для разработки теорий (с открытием и обоснованием систем принципиально новых явлений и законов) и простых замкнутых общих аналитических методов рациональных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 215/250

комплексных инженерных исследования, проектирования и управления системами напряжённо-деформированных состояний, жёсткости, прочности и оптических свойств осесимметрично изгибаемых равномерным давлением на одно основание именно существенно трёхмерных цилиндрических тел (светопрозрачных элементов иллюминаторов для высоких давлений) при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при повышенном равномерном противодавлении с возможным равномерным давлением на боковую поверхность.

2. Создана и развита математическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них общие теории общих

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 216/250

математических задач (как множеств функциональных отношений (уравнений, неравенств) с известными операторами над искомыми функциями известных аргументов), собственных совокупностей классов функций для множеств операторов с общими решениями бигармонического уравнения в (полу)степенных рядах как собственных классах функций, общий (полу)степенной метод решения задач как множеств функциональных уравнений, непременно дополнительное альтернативное введение в степень (минус-остепенение) умножением функции

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 217/250

знака основания на степень нормы основания с обобщением степенных, показательных и степенно-показательных функций на отрицательные основания, в частности для моментов любых нецелых порядков и для дальнейших обобщений общего (полу)степенного метода.

3. Создана и развита метрологическая система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, среди них общая теория анализа приемлемости методов обработки данных (с доказанными изъянами абсолютной погрешности и нелогичных относительной погрешности и метода

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 218/250

наименьших квадратов), общие теории неточных псевдорешений, их наилучших квазирешений и всеобщей погрешности как инвариантной меры неточности, обобщающей нечёткую приближённость, наилучших аналитических приближений к дискретным экспериментальным данным с их разбросом при непременной опоре на лучшие из них учётом всех нормально взвешенных данных безотносительно нормальности их распределения без исключения выбросов, в

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 219/250

том числе общий метод наименьших нормально взвешенных степеней, в частности квадратов с именно правильным использованием простейших и удобнейших формул лишь условно пригодного метода наименьших квадратов.

4. Создана и развита оптико-механическая система основополагающих принципиально новых общих теорий и методов, в частности общий (полу)степенной аналитический метод макроэлементов, впервые замкнутые решения нетривиальных трёхмерных задач механики, прочности и оптики, теории минимизации и

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 220/250

устранения невязок сопряжения решений для макроэлементов разбиения тела между собой и с граничными условиями задачи, теории осесимметричного изгиба равномерным давлением трёхмерных цилиндрических тел при защемлении края, опирании по краю или по окружности меньшего радиуса или при повышенном равномерном периферическом противодавлении, теория существенного лишь для расфокусировки оптической системы в основном обусловленного кривизной в центре свободной от нагрузки оптической поверхности трёхмерного сплошного

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 221/250

**цилиндрического светопрозрачного элемента
влияния его напряжённо-деформированного
состояния на оптику.**

5. Создана и развита прочностная система принципиально новых основополагающих общих теорий и методов, в том числе общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и прочности линейно-функциональным преобразованием главных напряжений, в частности деформированием и/или движением (смещением и/или вращением) критериальной предельной поверхности, и добавлением линейной комбинации

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 222/250

главных напряжений к квадрату их критериальной функции на случай анизотропии и различных сопротивлений материала растяжению и сжатию. Впервые обобщены для любого изотропного материала, различно сопротивляющегося растяжению и сжатию, третья теория прочности (критерий наибольших сдвиговых напряжений) и четвёртая теория прочности (критерий удельной энергии формоизменения), приемлемые только для изотропного материала, непременно одинаково сопротивляющегося растяжению и сжатию, в том числе для предельной поверхности органического

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 223/250

стекла. Эти общая теория и общие методы обобщения критериев предельных состояний и критериев прочности принципиально и практически важны и полезны, ведь многие изотропные материалы, считающиеся одинаково сопротивляющимися растяжению и сжатию, на самом деле сопротивляются им всё-таки различно, так что впервые появляется возможность соответствующих уточнений, а главное, достигается резкое расширение областей применимости и особенно приемлемости этих и других критериев прочности и критериев предельных состояний.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 224/250

Создан общий метод решения задач прочности существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел под равномерными давлениями на одно основание, на кольцевую периферическую часть другого основания и на боковую поверхность по необходимо для определения опаснейшей точки преобразованному к виду с равносильным (эквивалентным) напряжением и с единым предельным напряжением критерию наибольших нормальных напряжений (первой теории прочности), критерию Кулона–Мора и критерию Г. С. Писаренко и А. А. Лебедева.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 225/250

Открыто и обосновано явление существования переходного значения отношения давления на боковую поверхность такого тела из неорганического стекла к внешнему давлению. При превышении этого переходного значения место наибольшего равносильного (эквивалентного) напряжения в теле скачком переходит из центра на край не нагруженной центральной части частично нагруженного основания, так что принципиально изменяется характер разрушения: вместо радиального растрескивания всего тела происходят скальвание сегмента у не нагруженной центральной

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 226/250

части частично нагруженного основания тела и последующее растрескивание этого сегмента. Несущая способность тела повышается примерно в четыре раза при единичном значении этого отношения и примерно в шесть-семь раз при существующем в пределах примерно двух-трёх наилучшем значении этого отношения, осуществимом двухступенчатым поршнем.

6. Достоверность созданных математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых общих теорий и методов испытана и доказана путём

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 227/250

аналитических и численных сопоставлений полученных формул и расчётов по ним с формулами классических и других известных аналитических решений и расчётами по ним, итогами численных методов и приемлемо обработанными экспериментальными данными.

7. Приложением созданных математической, метрологической, оптико-механической и прочностной систем принципиально новых общих теорий и методов к впервые замкнуто решаемым нетривиальным задачам механики, прочности и оптики именно существенно трёхмерных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 228/250

цилиндрических тел из пластичных и хрупких материалов разработаны теории и общие аналитические методы исследования напряжённо-деформированных состояний, прочности и оптики существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в том числе светопрозрачных элементов, и их комплексной оптимизации как теории рациональных комплексных проектирования таких тел и управления их системой этих ключевых свойств.

8. Открыты системы принципиально новых явлений и законов деформирования, оптики,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 229/250

прочности и разрушения существенно трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в том числе светопрозрачных элементов, с уточнением, развитием, обобщением и полезным дополнением классических и других известных аналитических методов и их результатов.

9. Созданная математической, метрологической, оптико-механической и прочностной системами принципиально новых основополагающих общих теорий и методов теория рациональных комплексных проектирования и управления системой напряжённо-деформированных состояний,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 230/250

прочности и оптических свойств трёхмерных сплошных цилиндрических тел (светопрозрачных элементов) привела посредством анализа и синтеза открытых и обоснованных принципиально новых оптико-механических явлений и законов деформирования и оптики, прочности и разрушения к созданию принципиально новых методов и к обоснованию и внедрению эффективных конструкций иллюминаторов для высокого давления, в том числе защищённых авторскими свидетельствами на изобретения.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 231/250

10. Созданные математическая, метрологическая, оптико-механическая и прочностная системы принципиально новых основополагающих общих теорий и методов открыли и обосновали систему всеобщих явлений и законов и существенно развивают математику, метрологию, механику деформируемого твёрдого тела и науку о прочности. Совокупность разработанных автором теоретических положений можно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии перспективного научного направления в динамике, прочности машин, приборов и аппаратуры –

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 232/250

создания общих теорий и методов получения простых замкнутых аналитических решений задач механики, прочности и оптики с открытием их явлений и законов для существенно трёхмерных цилиндрических тел. Кроме того, в диссертации изложены научно обоснованные технические решения актуальных задач рационального проектирования иллюминаторов для высокого давления, значительно повышающие их жёсткость, прочность и оптические свойства, с вкладом в ускорение научно-технического прогресса.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 233/250

Таким образом, в частности, впервые поставлена и решена научная задача динамики, прочности машин, приборов и аппаратуры – создание аналитических методов расчёта и комплексной оптимизации напряжённо-деформированного состояния, жёсткости, оптики и прочности трёхмерных сплошных цилиндрических тел, в том числе светопрозрачных элементов иллюминаторов. Внедрение результатов этой кандидатской диссертации в Ленинградском институте точной механики и оптики и в

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 234/250

Научно-исследовательском и проектном институте геофизических методов разведки океана ПО «Южморгеология» позволило усовершенствовать проектирование и расчёт подводных оптических систем, повысить качество изображения подводных объектов, увеличить достоверность получаемой информации и сократить время на проведение работ по дешифрированию экспонированного фотоматериала.

Благодаря этому в 1986 г. получен первичный годовой экономический эффект 28000 рублей.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 235/250

Список главных из 59 научных трудов с основным содержанием настоящей кандидатской диссертации

- 1. Гелимсон Лев Г. Циклически нагруженный двухслойный цилиндр с автофретированным внешним слоем // Конструирование, исследование, технология и организация производства компрессорных машин: Тематич. сб. науч. тр. Сумы: ВНИИкомпрессормаш, 1977. С. 70–76.**
- 2. К уточнению величины контактного давления в составных цилиндрах / А. В. Асаёнок, Л. Г. Гелимсон, Д. В. Муриков, Б. И. Огурцов // Динамика и прочность машин. 1978. 27. С. 49–52.**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 236/250

3. Исследование напряжённо-деформированного состояния ограничителя грибкового клапана / Лев Г. Гелимсон, Б. И. Огурцов, А. В. Рубаненко, Е. А. Шерстюк // Исследование, конструирование и расчёт холодильных и компрессорных машин: Тематич. сб. тр. М.: ВНИИхолодмаш, 1979. С. 181–189.

4. Гелимсон Лев Г., Огурцов Б. И., Шерстюк Е. А. Исследование прочности цельнолитого корпуса прямоточного клапана // Совершенствование холодильных и компрессорных машин в процессе

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 237/250

исследования и проектирования: Тематич. сб. тр. М.: ВНИИхолодмаш, 1981. С. 180–188.

5. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. О напряжённо-деформированном состоянии конических и сферических иллюминаторов при высоком давлении // Пути совершенствования, интенсификации и повышения надёжности аппаратов в основной химии: Второе Всесоюз. науч.-техн. совещ. Сумы, 1982. С. 72–75.

6. Гелимсон Лев Г. К исключению погрешности усреднения при обработке измерительной информации // Пути совершенствования,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 238/250

интенсификации и повышения надёжности аппаратов в основной химии: Второе Всесоюз. науч.-техн. совещ. Сумы, 1982. С. 144–147.

7. Гелимсон Лев Г. Электротензометрия поверхностей в зонах отверстий // Пути совершенствования, интенсификации и повышения надёжности аппаратов в основной химии: Второе Всесоюз. науч.-техн. совещ. Сумы, 1982. С. 148–151.

8. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. Определение необходимого количества жидкости и энергии гидроиспытания сосуда высокого давления // Пути совершенствования,

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 239/250

интенсификации и повышения надёжности аппаратов в основной химии: Второе Всесоюз. науч.-техн. совещ. Сумы, 1982. С. 152–155.

9. Гелимсон Лев Г. К оптимизации циклически нагруженного двухслойного цилиндра // Проблемы оптимизации в машиностроении: Семинар-совещ. Харьков, 1982. С. 42.

10. Гелимсон Лев Г. К инженерному методу расчёта прочности сотового уплотнения вала турбокомпрессора // Третье Всесоюз. науч.-техн. совещ. по уплотнительной технике. Сумы, 1982. С. 109–110.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 240/250

11. Гелимсон Лев Г. К учёту неравномерных распределений контактных давлений по уплотнительным и заниженным разгрузочным пояскам узла цилиндра поршневого компрессора // Третье Всесоюз. науч.-техн. совещ. по уплотнительной технике. Сумы, 1982. С. 161–162.

12. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. Об уплотнении иллюминаторов высокого давления // Третье Всесоюз. науч.-техн. совещ. по уплотнительной технике. Сумы, 1982. С. 200–201.

13. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. К прочностной оптимизации глубоководных

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 241/250

илюминаторов // Проблемы оптимизации в машиностроении: Семинар-совещание. Харьков, 1982. Ч. 1. С. 113.

14. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. К оптимизации смотровых окон для высокого давления // Четвёртая Всесоюзная конференция по оптимальному управлению в механических системах. М., 1982. С. 54.

15. Исследование прочности оргстекла в условиях сложного напряжённого состояния / О. Е. Ольховик, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон и др. // Проблемы прочности. 1983. 8. С. 77–79.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 242/250

16. О проектировании глубоководных иллюминаторов / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, В. В. Охрименко // Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана: Четвёртая Всесоюзная конференция: Методы расчёта и проблемы прочности конструкций из современных материалов. Владивосток, 1983. С. 103–104.

17. Прочность дисковых иллюминаторов из оптического стекла / А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, В. В. Бортовой // Проблемы научных исследований в области

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 243/250

изучения и освоения Мирового океана: Методы расчёта и проблемы прочности конструкций из соврем. материалов: Четвёртая Всесоюзная конференция. Владивосток, 1983. С. 105.

18. А. с. 1054187 СССР. Иллюминатор высокого давления / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 15.11.1983, Бюл. 42.

19. А. с. 1057364 СССР. Иллюминатор высокого давления / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский. Опубл. 30.11.1983, Бюл. 44.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 244/250

- 20. А. с. 1063695 СССР. Иллюминатор / В. В. Бортовой, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 30.12.1983, Бюл. 48.**
- 21. А. с. 1068342 СССР. Иллюминатор высокого давления / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 23.01.1984, Бюл. 3.**
- 22. А. с. 1082674 СССР. Иллюминатор высокого давления / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 30.03.1984, Бюл. 12.**
- 23. А. с. 1134462 СССР. Иллюминатор высокого давления / В. В. Бортовой, И. Б. Каринцев, Лев Г.**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 245/250

Гелимсон, А. А. Каминский. Опубл. 15.01.1985, Бюл. 2.

24. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А. О влиянии глубины погружения на aberrации глубоководных оптических систем // Теоретическая и прикладная оптика: Всесоюзная конференция. Л., 1984. С. 278.

25. Гелимсон Лев Г. Напряжённо-деформированное состояние и оптические свойства дискового иллюминатора // Средства изучения и освоения океана: Пятая Всесоюзная конференция. Л., 1985. 1. С. 27.

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 246/250

- 26. А. с. 1191947 СССР. Многопроводный электропровод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 15.11.1985, Бюл. 42.**
- 27. Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. О прочностной оптимизации плоскопараллельных глубоководных иллюминаторов // Динамика и прочность машин. 1985. 41. С. 108–114.**
- 28. О связи прочности стекла с числом трещин при разрушении / А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, О. К. Морачковский // Проблемы прочности. 1985. 12. С. 44–45.**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 247/250

29. Об уплотнении иллюминаторов высокого давления / Лев Г. Гелимсон, А. А. Каминский, В. Н. Покотило и др. // Четвёртое Всесоюзное науч.-техн. совещ. по уплотнительной технике. Сумы, 1985. С. 25–26.

30. Прочность дисковых иллюминаторов из оптического стекла / А. А. Каминский, А. В. Ридченко, И. Б. Каринцев, Л. Г. Гелимсон // Динамика и прочность машин. 1985. 42. С. 47–50.

31. Гелимсон Лев Г. Напряжённо-деформированное состояние дисков

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 248/250

**иллюминаторов из неорганического стекла //
Повышение эффективности и надёжности
машин и аппаратов в основной химии:
Всесоюз. совещ. Сумы, 1986. С. 52–53.**

**32. Гелимсон Лев Г. Напряжённо-
деформированное состояние и оптические
свойства смотровых окон. Глава IV // Несущие
и светопрозрачные элементы конструкций из
стекла / Г. С. Писаренко, К. К. Амельянович,
И. Б. Каринцев; под ред. Г. С. Писаренко.
Киев: Наукова думка, 1987. С. 132–191.**

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 249/250

CONTRIBUTOR'S PROFILE & ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Name	Gelimson Lev Grigorevic, literary and artistic pseudonym Leo Himmelsohn
Ф.И.О. (полностью)	Гелимсон Лев Григорьевич, литературно-художественный псевдоним Лео Гимельзон
Degree Current position	Ph. D. & Dr. Sc. in Engineering in the section “Physical and Mathematical Sciences” by the Highest Attestation Commission Classifier Director Director, Producer, Literary and Artistic Manager
Учёная степень Должность	доктор технических наук в разделе «Физико-математические науки» по Классификатору Высшей Аттестационной Комиссии директор директор, продюсер и литературно-художественный руководитель

Ph. D. & Dr. Sc. LEV GRIGOREVIC GELIMSON. НАПРЯЖЁННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОЧНОСТЬ СВЕТОПРОЗРАЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИЛЛЮМИНАТОРОВ: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 01.02.06. Киев: Институт проблем прочности Академии наук Украины, 1986, 1987. 250/250

Institutional affiliation	Academic Institute for Creating Universal Sciences, Munich, Germany Multilingual Literary and Musical Theater, Munich, Germany
Место работы	Академический институт создания всеобщих наук, Многоязычный литературно-музыкальный театр, Мюнхен, Германия
e-mail, эл. почта	Leohi@mail.ru
Postal address	Ph. D. & Dr. Sc. Lev Gelimson, Westendstrasse 68, D-80339 Munich, Germany
Почтовый адрес	
Science Index (SPIN)	8046-6818
Scopus ID	6505889792
Researcher ID	R-5007-2016
ORCID ID	0000-0003-0627-84