

УТВЕРЖДАЮ
Директор
Института проблем прочности
Академии Наук Украины
академик Академии Наук Украины
Валерий Трофимович Трощенко

ВЫПИСКА
из протокола № 5 научного семинара
Института проблем прочности
Академии Наук Украины
от 23.06.1993 г.

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

академик Академии Наук Украины Г. С. Писаренко;
академик Академии Наук Украины А. А. Лебедев;
доктор технических наук Б. А. Грязнов;
доктор технических наук В. И. Ковпак;
доктор технических наук В. В. Кривенюк;
кандидат технических наук С. С. Городецкий;
кандидат технических наук С. В. Жураховский;
кандидат технических наук П. Ф. Золотарёв;
кандидат технических наук Б. С. Карпинос;
кандидат технических наук Ю. С. Налимов;
кандидат технических наук Г. М. Охрименко;
кандидат технических наук В. И. Скрипченко.

ПОВЕСТКА ДНЯ

Доклад ведущего научного сотрудника Сумского физико-технологического института, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Гелимсона Льва Григорьевича по теме «Обобщение аналитических методов решения задач прочности типовых элементов конструкций в технике высоких давлений».

СЛУШАЛИ:

Доклад ведущего научного сотрудника, к.т.н., с.н.с. Гелимсона Льва Григорьевича по теме «Обобщение аналитических методов решения задач прочности типовых элементов конструкций в технике высоких давлений».

ВОПРОСЫ ЗАДАВАЛИ:

академик Академии Наук Украины Г. С. Писаренко;
кандидат технических наук С. С. Городецкий;
кандидат технических наук С. В. Жураховский.

ВЫСТУПИЛИ:

академик Академии Наук Украины Г. С. Писаренко;
академик Академии Наук Украины А. А. Лебедев;
доктор технических наук В. В. Кривенюк;
кандидат технических наук С. В. Жураховский.

Выступающие отметили актуальность, научную значимость, большой объём и направленность работы в научном плане на обобщение аналитических методов для решения задач прочности. В прикладном плане диссертация ориентирована на получение простых

аналитических решений, позволяющих доводить до конца решение задач прочности типовых элементов конструкций в технике высоких давлений.

Полученные в работе расчётные формулы новы, просты, негромоздки и удобны для практического использования. Предлагаемые обобщённые аналитические методы увеличивают возможности решения некоторых классов пространственных задач и оптимального проектирования соответствующих конструкций. На практике для получения приближённых аналитических решений ряды заменяются конечными суммами и проблема сходимости не возникает. Работа свидетельствует, что учёный хорошо подготовлен в математическом отношении. После предварительного заслушивания он многое сделал для улучшения работы. В докладе следует уделить больше внимания основным проблемам, в частности постановкам задач и критериям прочности, сделать акцент на инженерные применения и сопоставление теоретических результатов с экспериментальными данными, а также сократить количество плакатов и применение специфической терминологии.

Отмечено, что работа заслушана в ведущих организациях, занимающихся проблемами прочности, прикладной математики и механики – в Институте проблем машиностроения Академии Наук Украины, который выразил готовность быть ведущей организацией, в Институте механики Академии Наук Украины, в Киевском университете, Харьковском и Киевском политехнических институтах и других.

Выступающие высказали мнение, что работа является законченным научным исследованием и может быть представлена к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

ПОСТАНОВИЛИ: Принять такой вывод по данной работе.

Для обеспечения необходимой и достаточной прочности элементов конструкций по отношению к экстремальным условиям эксплуатации необходимо уже на стадии эскизного проекта иметь функциональные зависимости целевых параметров оптимизации от совокупностей исходных параметров. Эти зависимости должны быть представлены обязательно в аналитической форме на основе разумного компромисса между простотой и точностью, что позволяет доводить до конца решение задач прочности. Однако простые аналитические решения известны только для упрощённых расчётных схем балок, пластин, плит и оболочек, которые явно неадекватны реальным пространственным элементам конструкций. Поэтому необходимы простые аналитические решения, позволяющие решать до конца задачи прочности пространственных тел и рационально проектировать соответствующие элементы конструкций, и тем более необходимы обобщённые методы получения таких решений.

Этой проблеме и посвящена данная диссертация. Её тема утверждена на заседании Учёного совета Сумского физико-технологического института 28 декабря 1992 г. и она актуальна как в фундаментальном, так и в прикладном плане. Работа подготовлена на основе исследований при выполнении хоздоговорных и госбюджетных тем, в частности темы 1.10.2.11-63 по постановлению № 474 Президиума Академии Наук Украины от 27.12.1985 г. и темы 63.01.09.86-90/48-С, отнесённой Президиумом Академии Наук Украины к числу важнейших, по целевой комплексной программе ГКНТ «Мировой океан» и научному направлению Сумского физико-технологического института «Оптико-механические проблемы в современной глубоководной технике», утверждённом Академией Наук Украины.

Рассмотренная диссертация является результатом теоретических исследований, выполненных соискателем единолично, и экспериментальных исследований с его личным участием.

Автор предложил естественный принцип допустимой простоты:

для искомого закона избирается самое простое аналитическое выражение, кроме явно неадекватных известным данным, –

и все основные идеи диссертации:

идею существования обобщённых методов решения систем функциональных уравнений;
идею типизации схем нагружения пространственного тела;
идею существования обобщённых аналитических методов решения задач прочности пространственных тел при типовых схемах их нагружения;
идею отдельного учёта коэффициентов запаса для каждого из исходных параметров по отношению к функции их совокупности;
идею существования обобщённых методов оценки погрешностей приближённых аналитических решений;
идею существования обобщённых методов оценки и коррекции погрешностей усреднения при измерениях неоднородных распределений;
идею существования аналитического решения каждой задачи прочности, сочетающего инженерную точность с простотой, адекватной степени сложности граничных условий задачи;
идею существования функционально допустимого и технологически осуществимого рационального управления прочностью каждой конструкции.

В результате реализации и развития этих идей автором:

1. Предложены линейно-комбинационный и парциальный методы решения систем функциональных уравнений.
2. Разработан аналитический метод макроэлементов в степенной и интегральной модификациях применительно к преимущественно осесимметричным линейно упругим задачам для пространственных тел с кусочно-гладкими поверхностными нагрузками.
3. Предложен в задаче прочности при сложном нагружении наряду с обычным и дополнительный коэффициент запаса. Он характеризует допустимые совокупности значений исходных параметров задачи и определяется самым опасным возможным их сочетанием.
4. Предложена типизация схем нагружения пространственного тела, введено понятие основного типа, линейные комбинации схем которого исчерпывают общий тип, и выявлено существование основных типов для двух общих типов схем нагружения цилиндрических тел.
5. Поставлены и решены задачи статической и циклической прочности пространственных тел из пластических и хрупких материалов, в частности контактные задачи с первоначально неопределёнными участками сцеплений и проскальзываний. Выявлено существование зависимостей между исходными параметрами, соответствующих качественным изменениям инициирования и характера разрушения тел. Получены простые аналитические решения, позволяющие обобщить и существенно уточнить известные решения задач в упрощённых постановках.
6. Показана возможность получения простых аналитических решений задач прочности для тел усложнённой конфигурации и с концентраторами напряжений. Предложена коррекция данных электротензометрии по методу оценки погрешностей усреднения при измерениях неоднородных распределений.
7. Показано, что результаты применений предложенных методов расчёта, сопоставленные с известными, численными и экспериментальными данными, научно обосновывают рациональное проектирование новых конструкций в технике высоких давлений, в частности защищённых авторскими свидетельствами.

Научная значимость диссертации состоит в том, что на основе проведённых теоретических и экспериментальных исследований и обобщений:

1. Поставлена задача решения произвольной системы функциональных уравнений с обобщением интегральных и дифференциальных уравнений, их систем, начальных и граничных задач.
2. Введено понятие полной линейной независимости системы, даже бесконечная линейная комбинация элементов которой нулевая только при аннулировании всех её коэффициентов.
3. Введено для системы операторов понятие собственной совокупности классов искомых функций, для которой значения каждого линейного оператора являются линейными

комбинациями из своего класса линейно независимых координатных функций, с существенным обобщением известного понятия собственной функции для оператора.

4. Получены общие решения гармонического и бигармонического уравнений в классах степенных рядов применительно к функциям напряжений в формах Папковича-Нейбера и Лява для трёхмерных и осесимметричных упругих задач.

5. Поставлена и решена проблема необходимости бигармоничности функции Лява для точного выполнения уравнений равновесия и неразрывности.

6. Показано, что для существования точного решения упругой задачи является необходимым и достаточным условием согласованность граничных условий задачи.

7. Выявлена предельная роль линейного обобщения задачи Ламе и предложено точное или приближённое обобщение решения Ламе для произвольных кусочно-гладких поверхностных нагрузок.

8. Предложен метод косвенной оценки погрешности приближённого аналитического решения по средней относительной погрешности системы функциональных уравнений при его постановке в них.

9. Обнаружена при сложной нагрузке недостаточность обычного коэффициента запаса, не характеризующего допустимые сочетания значений исходных параметров задачи, и введено понятие запаса множества в гильбертовом пространстве при мультипликативном и аддитивном подходах с обобщением понятий коэффициента запаса и относительной погрешности.

10. Поставлены и решены задачи оценки и коррекции погрешностей усреднения при измерениях неоднородных распределений.

Практическая значимость диссертации состоит в следующем:

1. Линейно-комбинационный и парциальный методы позволяют решать системы функциональных уравнений, включая интегральные и дифференциальные уравнения, их системы, начальные и граничные задачи.

2. Аналитический метод макроэлементов позволяет решать упругие задачи для пространственных тел под кусочно-гладкими поверхностными нагрузками.

3. Обобщённый способ оценки погрешности приближённого аналитического решения или псевдорешения системы функциональных уравнений по их средней относительной погрешности даже при отсутствии точного решения позволяет находить соответствующие приближения по обобщённым методам наименьших нормированных степеней и выравнивания относительных погрешностей.

4. Дополнительный коэффициент запаса определяет индивидуальные запасы для исходных параметров задачи, прежде всего при сложном нагружении тела.

5. Обобщённые аналитические методы позволяют ставить и до конца в общем виде решать задачи прочности пространственных тел.

6. Методы оценки и коррекции погрешностей усреднения при измерениях неоднородных распределений полезны для метрологии, в частности электротензометрии зон концентрации напряжений.

7. Все расчётные формулы очень просты, удобны при практическом использовании и в принципе не нуждаются в компьютерной реализации.

8. Выявлено, что некоторые элементы техники высоких давлений обладают значительными резервами прочности, которыми можно рационально управлять с помощью средств гермотехники, и предложены соответствующие эффективные конструкции, защищённые авторскими свидетельствами.

Результаты исследований иллюминаторов и сосудов высокого давления с помощью обобщённых аналитических методов решения задач прочности, а также составные плунжеры и сосуды высокого давления, расчёты прочности которых выполнены соискателем по разработанным аналитическим методам, внедрены в Институте проблем прочности Академии Наук Украины, Институте проблем машиностроения Академии Наук Украины, Санкт-Петербургском Институте точной механики и оптики, НИПИокеангеофизике,

НИПИОкеанмаше, СКБ техники морских геологоразведочных работ и в других организациях, ведущих фундаментальные и прикладные исследования, а также проектирующих и создающих новые технику и технологии.

Публикации. По теме диссертации есть 62 научные публикации и 30 авторских свидетельств на изобретения. Содержание диссертации и автореферата полностью соответствует опубликованным работам. Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 41 труде. Личный вклад соискателя в совместные с другими авторами публикации согласно их расположению в ф.1.11 состоит в следующем:

в публикации 4

(К уточнению величины контактного давления в составных цилиндрах / А. В. Асаёнок, Лев Г. Гелимсон, Д. В. Муриков, Б. И. Огурцов // Динамика и прочность машин. 1978. 27. С. 49–52)

– идея полного учёта повсеместного сцепления слоёв неограниченного составного цилиндра и разработка его аналитической модели;

в публикации 9

(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)

– разработка способов суперпозиции и сопряжения для исследований концентрации напряжений в циклически симметричных задачах при наличии отверстий, участие в разработке программы эксперимента, обработка и сопоставление их и тестовых результатов;

в публикации 16

(Гелимсон Лев Г., Огурцов Б. И., Шерстюк Е. А. Исследование прочности цельнолитого корпуса прямооточного клапана // Совершенствование холодильных и компрессорных машин в процессе исследования и проектирования: Тематич. сб. тр. М.: ВНИИХолодмаш, 1981. С. 180–188)

– разработка аналитического метода решения задачи для перфорированного щелями цилиндрического элемента как конструктивно ортотропного, участие в разработке программы эксперимента, обработка и сопоставление их результатов;

в публикации 21

(Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. Определение необходимого количества жидкости и энергии гидроиспытания сосуда высокого давления // Пути совершенствования, интенсификации и повышения надёжности аппаратов в основной химии: Второе Всесоюз. науч.-техн. совещ. Сумы, 1982. С. 152–155)

– разработка аналитического метода расчёта дополнительного количества жидкости и энергии гидроиспытания сосуда высокого давления;

в публикации 30

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

– теоретическое обоснование конструкции иллюминатора;

в публикации 31

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

– идея и теоретическое обоснование конструкции иллюминатора;

в публикации 32

(А. с. 1063695 СССР. Иллюминатор / В. В. Бортовой, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 30.12.1983, Бюл. 48)

– теоретическое обоснование конструкции иллюминатора;

в публикации 33

(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)

- разработка математической модели прочности органического стекла по данным разрушающих испытаний оболочечных образцов;
в публикации 37
(А. с. 1068342 СССР. Иллюминатор высокого давления / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 23.01.1984, Бюл. 3)
- теоретическое обоснование конструкции иллюминатора;
в публикации 38
(А. с. 1134462 СССР. Иллюминатор высокого давления / В. В. Бортовой, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон, А. А. Каминский. Оpubл. 15.01.1985, Бюл. 2)
- идея и теоретическое обоснование конструкции иллюминатора;
в публикации 45
(А. с. 1191947 СССР. Многопроводный электроввод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 15.11.1985, Бюл. 42)
- теоретическое обоснование конструкции гермоввода;
в публикации 50
(Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. О прочностной оптимизации плоскопараллельных глубоководных иллюминаторов // Динамика и прочность машин. 1985. 41. С. 108–114)
- разработка степенной модификации аналитического метода макроэлементов применительно к стеклоэлементу иллюминатора, участие в разработке программы эксперимента, обработка и сопоставление их результатов;
в публикации 52
(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)
- получение аналитической зависимости между нестабильной прочностью стекла и количеством трещин при разрушении стеклоэлементов, обработка экспериментальных данных и сопоставление их с теоретическими результатами;
в публикации 55
(Прочность дисковых иллюминаторов из оптического стекла / А. А. Каминский, А. В. Ридченко, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон // Динамика и прочность машин. 1985. Вып. 42. С. 47–50)
- проверка результатов теоретических исследований, участие в разработке программы экспериментов, их проведении, обработке и анализе результатов;
в публикации 60
(А. с. 1323808 СССР. Уплотнение разъёмного соединения / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский. Оpubл. 15.07.1987, Бюл. 26)
- идея и теоретическое обоснование конструкции уплотнения разъёмного соединения;
в публикации 63
(О напряжённо-деформированном состоянии цилиндрического стеклоэлемента иллюминатора / И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон, А. А. Каминский, В. В. Усенко // Динамика и прочность машин. 1988. 48. С. 32–35)
- применение степенной модификации аналитического метода макроэлементов к стеклоэлементу иллюминатора;
в публикации 65
(А. с. 1387052 СССР. Многопроводный электроввод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон и др. Оpubл. 07.04.1988, Бюл. 13)
- теоретическое обоснование конструкции гермоввода;
в публикации 67
(А. с. 1432618 СССР. Герметичный ввод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, В. Н. Покотило, Лев Г. Гелимсон, В. В. Усенко, А. И. Дегтяренко. Оpubл. 23.10.1988, Бюл. 39)
- теоретическое обоснование конструкции гермоввода;
в публикации 72

(А. с. 1456827 СССР. Способ испытания оболочек внешним гидростатическим давлением / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, А. В. Васильев, Лев Г. Гелимсон, А. Р. Рахимов. Оpubл. 07.02.1989, Бюл. 5)

– теоретическое обоснование способа испытаний оболочек;
в публикации 75

(А. с. 1588964 СССР. Сосуд высокого давления / В. В. Усенко, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 30.08.1990, Бюл. 32)

– теоретическое обоснование сосуда высокого давления предлагаемой конструкции;
в публикации 76

(А. с. 1601675 СССР. Узел соединения кабеля со штепсельным разъёмом / В. А. Орлов, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 23.10.1990, Бюл. 39)

– теоретическое обоснование конструкции герморазъёма;
в публикации 80

(А. с. 1603109 СССР. Сосуд высокого давления / В. В. Усенко, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 30.10.1990, Бюл. 40)

– теоретическое обоснование конструкции сосуда высокого давления;
в публикации 81

(А. с. 1622681 СССР. Сосуд высокого давления / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский и др. Оpubл. 23.01.1991, Бюл. 3)

– идеи и теоретические обоснования конструкций сосудов высокого давления;
в публикации 82

(А. с. 1634898 СССР. Стенд с защитным устройством / В. В. Усенко, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 15.03.1991, Бюл. 10)

– теоретическое обоснование конструкции стенда высокого давления;
в публикации 88

(А. с. 1645931 СССР. Устройство для подводного фотографирования / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, А. П. Манжос. Оpubл. 30.04.1991, Бюл. 16)

– идея и теоретическое обоснование подводной оптической системы с автоматической компенсацией её продольной расфокусировки;
в публикации 89

(А. с. 1751554 СССР. Герметичное разъёмное соединение ёмкости / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон, М. В. Олефиренко. Оpubл. 30.07.1992, Бюл. 28)

– теоретическое обоснование конструкции соединения;
в публикации 90

(Амельянович К. К., Гелимсон Лев Г., Каринцев И. Б. Напряжённо-деформированное состояние и прочность светопрозрачных элементов иллюминаторов // Оптический журнал. 1992. 11. С. 11–15)

– применение степенной модификации аналитического метода макроэлементов к определению напряжённо-деформированных состояний и оптических свойств иллюминаторов высокого давления, сопоставление аналитических результатов с численными и экспериментальными при участии в разработке программы, проведении опытов и обработке полученных данных;

в научной монографии Г. С. Писаренко, К. К. Амеляновича, И. Б. Каринцева «Несущие и светопрозрачные элементы конструкций из стекла» (Киев: Наукова думка, 1987. 200 с.) с отмеченным в предисловии включением результатов исследований Л. Г. Гелимсона – исследование напряжённо-деформированного состояния и оптических свойств смотровых окон (Глава IV. «Напряжённо-деформированное состояние и оптические свойства смотровых окон». С. 132–191), в частности подробная разработка степенной модификации аналитического метода макроэлементов и уточнений известных решений для пластин и плит, схемы нагружения которых и стеклоэлементов смотровых окон являются аналогичными.

Достоверность основных положений диссертации обоснована использованием общепринятых подходов и предположений в математике и механике, а также сопоставлением

полученных аналитическими методами результатов между собой, с известными, численными и экспериментальными данными. Достоверность последних обеспечивается использованием современных оборудования и измерительной техники, анализом точности измерений, достижением непротиворечивости результатов экспериментов благодаря адекватной математической обработке и, наконец, их сопоставлению с другими данными.

Учитывая изложенное выше, научный семинар Института проблем прочности Академии Наук Украины считает, что диссертация Льва Григорьевича Гелимсона «Обобщение аналитических методов решения задач прочности типовых элементов конструкций в технике высоких давлений» является завершённым трудом, в котором на основе выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии перспективного научного направления в динамике, прочности машин, приборов и аппаратуры – создание обобщённых аналитических методов для выявления основных закономерностей деформирования и прочности пространственных тел применительно к рациональному проектированию элементов конструкций из различных материалов для высоких удельных нагрузок. Кроме того, в диссертации изложены научно обоснованные технические решения актуальных задач рационального проектирования типовых элементов конструкций в технике высоких давлений, внедрение которых обеспечивает существенное повышение прочности и других основных эксплуатационных характеристик и снижение материалоемкости и тем самым вносит заметный вклад в научно-технический прогресс.

Семинар рекомендует данную диссертационную работу к защите на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры».

Председатель научного семинара
Института проблем прочности
Академии Наук Украины
академик Академии Наук Украины
Георгий Степанович Писаренко

Секретарь семинара
кандидат технических наук
Владимир Иванович Скрипченко

Добавление к выписке из протокола этого научного семинара:

в публикации

(Амельянович К. К., Гелимсон Лев Г., Каринцев И. Б. К вопросу о критериальной оценке прочности цилиндрических стеклоэлементов иллюминаторов // Проблемы прочности. 1993. 10. С. 82–88)

– применение степенной модификации аналитического метода макроэлементов к определению напряжённо-деформированных состояний и оптических свойств иллюминаторов высокого давления, сопоставление аналитических результатов с численными и экспериментальными при участии в разработке программы, проведении опытов и обработке полученных данных.

Эта статья была принята к печати ещё в 1992 году задолго до этого научного семинара 23 июня 1993 года, однако была опубликована после него, поэтому не включена в саму выписку из протокола этого научного семинара и названа в этом добавлении.

Отвeты (без кавычек)
благодарного диссертанта Льва Григорьевича Гелимсона
на предложения (в кавычках):

«1) уделить больше внимания основным проблемам, в частности постановкам задач и критериям прочности.»

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон:

Полностью согласен с этим предложением. В диссертации, автореферате и докладе на защите уделено больше внимания основным проблемам, в частности постановкам задач и критериям прочности.

«2) сделать акцент на инженерные применения и сопоставление теоретических результатов с экспериментальными данными.»

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон:

Полностью согласен с этим предложением. В диссертации, автореферате и докладе на защите сделан акцент на инженерные применения и сопоставление теоретических результатов с экспериментальными данными.

«3) сократить количество плакатов и применение специфической терминологии.»

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон:

Полностью согласен с этим предложением. В диссертации, автореферате и докладе на защите сокращено применение специфической терминологии. Кроме того, в докладе на защите сокращено количество плакатов.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор

Інституту проблем міцності
Академії Наук України
академік Академії Наук України
Валерій Трохимович Трощенко

ВИТЯГ

із протоколу № 5 наукового семінару
Інституту проблем міцності
Академії Наук України
від 23.06.1993 р.

ПРИСУТНІ:

академік Академії Наук України Г. С. Писаренко;
академік Академії Наук України А. О. Лебедєв;
доктор технічних наук Б. А. Грязнов;
доктор технічних наук В. І. Ковпак;
доктор технічних наук В. В. Кривенюк;
кандидат технічних наук С. С. Городецький;
кандидат технічних наук С. В. Журахівський;
кандидат технічних наук П. Ф. Золотарьов;
кандидат технічних наук Б. С. Карпинос;
кандидат технічних наук Ю. С. Налимов;

кандидат технічних наук Г. М. Охрименко;
кандидат технічних наук В. І. Скрипченко.

ПОРЯДОК ДЕННИЙ

Доповідь провідного наукового співробітника Сумського фізико-технологічного інституту, кандидата технічних наук, старшого наукового співробітника Гелімсона Лева Григоровича на тему «Узагальнення аналітичних методів розв'язання задач міцності типових елементів конструкцій у техніці високих тисків».

СЛУХАЛИ:

Доповідь провідного наукового співробітника, к.т.н., с.н.с. Гелімсона Лева Григоровича на тему «Узагальнення аналітичних методів розв'язання задач міцності типових елементів конструкцій у техніці високих тисків».

ПИТАННЯ СТАВИЛИ:

академік АН України Г. С. Писаренко;
кандидат технічних наук С. С. Городецький;
кандидат технічних наук С. В. Журахівський.

ВИСТУПИЛИ:

академік Академії Наук України Г. С. Писаренко;
академік Академії Наук України А. О. Лебедєв;
доктор технічних наук В. В. Кривенюк;
кандидат технічних наук С. В. Журахівський.

Виступаючі відзначили актуальність, наукову значимість, великий обсяг і спрямованість праці в науковому плані на узагальнення аналітичних методів розв'язання задач міцності. У прикладному плані дисертація зорієнтована на одержання простих аналітичних розв'язків, які дозволяють доводити до кінця розв'язування задач міцності типових елементів конструкцій у техніці високих тисків.

Одержані в праці розрахункові формули є новими, простими, негроміздкими та зручними для практичного використання. Запропоновані узагальнені аналітичні методи збільшують можливості розв'язання деяких класів просторових задач і оптимального проектування відповідних конструкцій. На практиці для отримання наближених аналітичних розв'язків ряди замінюються скінченними сумами і проблема збіжності не виникає. Праця свідчить, що вчений добре підготовлений у математичному відношенні. Після попереднього заслуховування він багато зробив для покращення праці. У доповіді слід приділити більше уваги основним проблемам, зокрема постановкам задач, критеріям міцності, зробити акцент на інженерні застосування та зіставлення теоретичних результатів із експериментальними даними, а також скоротити кількість плакатів і застосування специфічної термінології.

Відзначено, що працю заслухано у провідних організаціях, що займаються проблемами міцності, прикладної математики та механіки – в Інституті проблем машинобудування Академії Наук України, який виявив готовність бути провідною організацією, в Інституті механіки Академії Наук України, в Київському університеті, в Харківському і Київському політехнічних інститутах та інших.

Виступаючі висловили думку, що праця є закінченим науковим дослідженням і може бути поданою до захисту на пошукування наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.06 – «Динаміка, міцність машин, приладів і апаратури».

ПОСТАНОВИЛИ: Прийняти такий висновок по даній праці.

Для забезпечення необхідної та достатньої міцності елементів конструкцій стосовно до екстремальних умов експлуатації необхідно вже на стадії ескізного проекту мати функціональні залежності цільових параметрів оптимізації від сукупностей вихідних параметрів. Ці залежності мають бути подані обов'язково в аналітичній формі на основі розумного компромісу між простотою та точністю, що дає змогу доводити до кінця розв'язування задач міцності. Однак прості аналітичні розв'язки відомі лише для спрощених розрахункових схем балок, пластин, плит і оболонок, які явно неадекватні реальним просторовим елементам конструкцій. Тому є необхідними прості аналітичні розв'язки, що дозволяють розв'язувати до кінця задачі міцності просторових тіл і раціонально проектувати відповідні елементи конструкцій, і тим більше необхідні узагальнені методи одержання таких розв'язків.

Цій проблемі і присвячено дану дисертацію. Її тему затверджено на засіданні Вченої ради Сумського фізико-технологічного інституту 28 грудня 1992 р. і вона є актуальною як у фундаментальному, так і у прикладному плані. Працю підготовлено на основі досліджень при виконанні госпдоговірних і держбюджетних тем, зокрема теми 1.10.2.11-63 за постановою № 474 Президії Академії Наук України від 27.12.1985 р. і теми 63.01.09.86-90/48-С, віднесеної Президією Академії Наук України до найважливіших, за цільовою комплексною програмою ДКНТ «Світовий океан» і науковим напрямом Сумського фізико-технологічного інституту «Оптико-механічні проблеми в сучасній глибоководній техніці», затвердженим Академією Наук України.

Розглянута дисертація є результатом теоретичних досліджень, виконаних пошукувачем одноосібно, та експериментальних досліджень за його особистою участю.

Автор запропонував природний принцип допустимої простоти:

для шуканого закону обирається найпростіший аналітичний вираз, окрім явно неадекватних відомим даним, –

і всі основні ідеї дисертації:

ідею існування узагальнених методів розв'язання систем функціональних рівнянь;

ідею типізації схем навантаження просторового тіла;

ідею існування узагальнених аналітичних методів розв'язання задач міцності просторових тіл при типових схемах їхнього навантаження;

ідею роздільного врахування коефіцієнтів запасу для кожного з вихідних параметрів стосовно до функції їхньої сукупності;

ідею існування узагальнених методів оцінювання похибок наближених аналітичних розв'язків;

ідею існування узагальнених методів оцінювання та корекції похибок усереднення при вимірюваннях неоднорідних розподілів;

ідею існування аналітичного розв'язку кожної задачі міцності, який поєднує інженерну точність із простотою, що адекватна мірі складності граничних умов задачі;

ідею існування функціонально допустимого і технологічно здійсненого раціонального управління міцністю кожної конструкції.

В результаті реалізації та розвитку цих ідей автором:

1. Запропоновано лінійно-комбінаційний і парціальний методи розв'язання систем функціональних рівнянь.
2. Розроблено аналітичний метод макроелементів у степеневій та інтегральній модифікаціях стосовно до переважно осесиметричних лінійно пружних задач для просторових тіл із кусково-гладкими поверхневими навантаженнями.
3. Запропоновано у задачі міцності при складному навантаженні поряд зі звичайним і додатковий коефіцієнт запасу. Він характеризує допустимі сукупності значень вихідних параметрів задачі та визначається за найнебезпечнішим можливим їхнім поєднанням.
4. Запропоновано типізацію схем навантаження просторового тіла, запроваджено поняття основного типу, лінійні комбінації схем якого вичерпують загальний тип, і виявлено існування основних типів для двох загальних типів схем навантаження циліндричних тіл.

5. Поставлено та розв'язано задачі статичної та циклічної міцності просторових тіл з пластичних і крихких матеріалів, зокрема контактні задачі з початково невизначеними ділянками зчеплень і проковзувань. Виявлено існування залежностей між вихідними параметрами, що відповідають якісним змінам ініціювання та характеру руйнування тіл. Одержано прості аналітичні розв'язки, що дають змогу узагальнити та суттєво уточнити відомі розв'язки задач у спрощених постановках.

6. Показано можливість одержання простих аналітичних розв'язків задач міцності для тіл ускладненої конфігурації а концентраторами напружень. Запропоновано корекцію даних електротензометрії за методом оцінювання похибок усереднення при вимірюваннях неоднорідних розподілів.

7. Показано, що результати застосувань запропонованих методів розрахунку, зіставлені з відомими, чисельними та експериментальними даними, науково обґрунтовують раціональне проектування нових конструкцій у техніці високих тисків, зокрема захищених авторськими свідоцтвами.

Наукова значимість дисертації полягає в тому, що на основі проведених теоретичних і експериментальних досліджень і узагальнень:

1. Поставлено задачу розв'язання довільної системи функціональних рівнянь із узагальненням інтегральних і диференціальних рівнянь, їхніх систем, початкових і граничних задач.

2. Запроваджено поняття цілковитої лінійної незалежності системи, навіть нескінченна лінійна комбінація елементів якої нульова лише при анулюванні всіх її коефіцієнтів.

3. Запроваджено для системи операторів поняття власної сукупності класів шуканих функцій, для якої значення кожного лінійного оператора є лінійними комбінаціями зі свого класу цілком лінійно незалежних координатних функцій, із суттєвим узагальненням відомого поняття власної функції для оператора.

4. Одержано загальні розв'язки гармонічного та бігармонічного рівнянь у класах степеневих рядів стосовно до функцій напружень у формах Папковича-Нейбера та Лява для тривимірних і осесиметричних пружних задач.

5. Поставлено та розв'язано проблему необхідності бігармонічності функції Лява для точного виконання рівнянь рівноваги та нерозривності.

6. Показано, що для існування точного розв'язку пружної задачі є необхідною та достатньою умовою узгодженість граничних умов задачі.

7. Виявлено граничну роль лінійного узагальнення задачі Ламе та запропоновано точне або наближене узагальнення розв'язку Ламе для довільних кусково-гладких поверхневих навантажень.

8. Запропоновано метод непрямого оцінювання похибки наближеного аналітичного розв'язку за середньою відносною похибкою системи функціональних рівнянь при його підстановці до них.

9. Виявлено при складному навантаженні недостатність звичайного коефіцієнта запасу, який не характеризує допустимі поєднання значень вихідних параметрів задачі, і запроваджено поняття запасу множини у гільбертовому просторі при мультиплікативному та адитивному підходах із узагальненням понять коефіцієнта запасу та відносною похибки.

10. Поставлено та розв'язано задачі оцінювання та корекції похибок усереднення при вимірюваннях неоднорідних розподілів.

Практична значимість дисертації полягає в наступному:

1. Лінійно-комбінаційний та парціальний методи дозволяють розв'язувати системи функціональних рівнянь, зокрема інтегральні та диференціальні рівняння, їхні системи, початкові та граничні задачі.

2. Аналітичний метод макроелементів дає змогу розв'язувати пружні задачі для просторових тіл під кусково-гладкими поверхневими навантаженнями.

3. Узагальнений спосіб оцінювання похибки наближеного аналітичного розв'язку або псевдорозв'язку системи функціональних рівнянь за їхньою середньою відносною похибкою

навіть при відсутності точного розв'язку дозволяє знаходити відповідні наближення за узагальненими методами найменших нормованих степенів та вирівнювання відносних похибок рівнянь системи.

4. Додатковий коефіцієнт запасу визначає індивідуальні запаси для вихідних параметрів задачі передусім при складному навантаженні тіла.

5. Узагальнені аналітичні методи дозволяють ставити та до кінця в загальному вигляді розв'язувати задачі міцності просторових тіл.

6. Методи оцінювання та корекції похибок усереднення при вимірюваннях неоднорідних розподілів корисні для метрології, зокрема для електротензометрії зон концентрації напружень.

7. Усі розрахункові формули дуже прості, зручні при практичному використанні та в принципі не потребують комп'ютерної реалізації.

8. Виявлено, що деякі елементи техніки високих тисків мають значні резерви міцності, якими можна раціонально управляти за допомогою засобів гермотехніки, та запропоновано відповідні ефективні конструкції, захищені авторськими свідоцтвами.

Результати досліджень ілюмінаторів і посудин високого тиску за допомогою узагальнених аналітичних методів розв'язання задач міцності, а також складені плунжери та посудини високого тиску, розрахунки міцності яких виконано пошукувачем за розробленими аналітичними методами, впроваджено в Інституті проблем міцності Академії Наук України, Інституті проблем машинобудування Академії Наук України, Санкт-Петербурзькому Інституті точної механіки та оптики, НДП Океангеофізиці, НДП Океанмаші, СКБ техніки морських геологорозвідувальних робіт і в інших організаціях, що ведуть фундаментальні та прикладні дослідження, а також проектують і створюють нові техніку та технології.

Публікації. За темою дисертації є 62 наукові публікації та 30 авторських свідоцтв на винаходи. Зміст дисертації й автореферату повністю відповідає опублікованим працям. Основні результати дисертації досить повно відображено в 41 праці. Особистий внесок пошукувача у спільні з іншими авторами публікації згідно з їхнім розташуванням у ф.1.11 полягає в наступному:

у публікації 4

(К уточнению величины контактного давления в составных цилиндрах / А. В. Асаёнок, Лев Г. Гелимсон, Д. В. Муриков, Б. И. Огурцов // Динамика и прочность машин. 1978. 27. С. 49–52)

– ідея повного врахування повсюдного зчеплення шарів необмеженого складеного циліндра і розробка його аналітичної моделі;

у публікації 9

(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)

– розробка способів суперпозиції та сполучення для досліджень концентрації напружень у циклічно симетричних задачах при наявності отворів, участь у розробці програми експерименту, обробка та зіставлення їхніх і тестових результатів;

у публікації 16

(Гелимсон Лев Г., Огурцов Б. И., Шерстюк Е. А. Исследование прочности цельнолитого корпуса прямооточного клапана // Совершенствование холодильных и компрессорных машин в процессе исследования и проектирования: Тематич. сб. тр. М.: ВНИИхолодмаш, 1981. С. 180–188)

– розробка аналітичного методу розв'язання задачі для перфорованого щілинами циліндричного елемента як конструктивно ортотропного, участь у розробці програми експерименту, обробка та зіставлення їхніх результатів;

у публікації 21

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

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

– розробка аналітичного методу розрахунку додаткової кількості рідини та енергії гідровипробування посудини високого тиску;
у публікації 30

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

– теоретичне обґрунтування конструкції ілюмінатора;
у публікації 31

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

– ідея та теоретичне обґрунтування конструкції ілюмінатора;
у публікації 32

(А. с. 1063695 СССР. Иллюминатор / В. В. Бортовой, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 30.12.1983, Бюл. 48)

– теоретичне обґрунтування конструкції ілюмінатора;
у публікації 33

(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)

– розробка математичної моделі міцності органічного скла за даними руйнівних випробувань оболонкових зразків;
у публікації 37

(А. с. 1068342 СССР. Иллюминатор высокого давления / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 23.01.1984, Бюл. 3)

– теоретичне обґрунтування конструкції ілюмінатора;
у публікації 38

(А. с. 1134462 СССР. Иллюминатор высокого давления / В. В. Бортовой, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон, А. А. Каминский. Оpubл. 15.01.1985, Бюл. 2)

– ідея та теоретичне обґрунтування конструкції ілюмінатора;
у публікації 45

(А. с. 1191947 СССР. Многопроводный электроввод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон. Оpubл. 15.11.1985, Бюл. 42)

– теоретичне обґрунтування конструкції гермовводу;
у публікації 50

(Гелимсон Лев Г., Каминский А. А., Каринцев И. Б. О прочностной оптимизации плоскопараллельных глубоководных иллюминаторов // Динамика и прочность машин. 1985. 41. С. 108–114)

– розробка ступеневої модифікації аналітичного методу макроелементів стосовно до склоелемента ілюмінатора, участь у розробці програми експерименту, обробка та зіставлення їхніх результатів;
у публікації 52

(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)

– одержання аналітичної залежності між нестабільними міцністю скла та кількістю тріщин при руйнуванні склоелементів, обробка експериментальних даних і зіставлення їх з теоретичними результатами;
у публікації 55

(Прочность дисковых иллюминаторов из оптического стекла / А. А. Каминский, А. В. Ридченко, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон // Динамика и прочность машин. 1985. Вып. 42. С. 47–50)

– перевірка результатів теоретичних досліджень, участь у розробці програми експериментів, їхньому проведенні, обробці й аналізі результатів;

у публікації 60

(А. с. 1323808 СССР. Уплотнение разъёмного соединения / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский. Опубл. 15.07.1987, Бюл. 26)

– ідея та теоретичне обґрунтування конструкції ущільнення роз'ємного з'єднання;

у публікації 63

(О напряжённно-деформированном состоянии цилиндрического стеклоэлемента иллюминатора / И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон, А. А. Каминский, В. В. Усенко // Динамика и прочность машин. 1988. 48. С. 32–35)

– застосування ступеневої модифікації аналітичного методу макроелементів до склоелемента ілюмінатора;

у публікації 65

(А. с. 1387052 СССР. Многопроводный электроввод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон и др. Опубл. 07.04.1988, Бюл. 13)

– теоретичне обґрунтування конструкції гермовводу;

у публікації 67

(А. с. 1432618 СССР. Герметичный ввод / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, В. Н. Покотило, Лев Г. Гелимсон, В. В. Усенко, А. И. Дегтяренко. Опубл. 23.10.1988, Бюл. 39)

– теоретичне обґрунтування конструкції гермовводу;

у публікації 72

(А. с. 1456827 СССР. Способ испытания оболочек внешним гидростатическим давлением / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, А. В. Васильев, Лев Г. Гелимсон, А. Р. Рахимов. Опубл. 07.02.1989, Бюл. 5)

– теоретичне обґрунтування способу випробувань оболонок;

у публікації 75

(А. с. 1588964 СССР. Сосуд высокого давления / В. В. Усенко, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 30.08.1990, Бюл. 32)

– теоретичне обґрунтування посудини високого тиску запропонованої конструкції;

у публікації 76

(А. с. 1601675 СССР. Узел соединения кабеля со штепсельным разъёмом / В. А. Орлов, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 23.10.1990, Бюл. 39)

– теоретичне обґрунтування конструкції гермороз'єму;

у публікації 80

(А. с. 1603109 СССР. Сосуд высокого давления / В. В. Усенко, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 30.10.1990, Бюл. 40)

– теоретичне обґрунтування конструкції посудини високого тиску;

у публікації 81

(А. с. 1622681 СССР. Сосуд высокого давления / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский и др. Опубл. 23.01.1991, Бюл. 3)

– ідеї та теоретичні обґрунтування конструкцій посудин високого тиску;

у публікації 82

(А. с. 1634898 СССР. Стенд с защитным устройством / В. В. Усенко, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, Лев Г. Гелимсон. Опубл. 15.03.1991, Бюл. 10)

– теоретичне обґрунтування конструкції стенду високого тиску;

у публікації 88

(А. с. 1645931 СССР. Устройство для подводного фотографирования / Лев Г. Гелимсон, И. Б. Каринцев, А. А. Каминский, А. П. Манжос. Опубл. 30.04.1991, Бюл. 16)

– ідея та теоретичне обґрунтування підводної оптичної системи з автоматичною компенсацією її позовжнього розфокусування;

у публікації 89

(А. с. 1751554 СССР. Герметичное разъёмное соединение ёмкости / А. А. Каминский, И. Б. Каринцев, Лев Г. Гелимсон, М. В. Олефиренко. Опубл. 30.07.1992, Бюл. 28)

– теоретичне обґрунтування конструкції з'єднання;

у публікації 90

(Амельянович К. К., Гелимсон Лев Г., Каринцев И. Б. Напряжённо-деформированное состояние и прочность светопрозрачных элементов иллюминаторов // Оптический журнал. 1992. 11. С. 11–15)

– застосування ступеневої модифікації аналітичного методу макроелементів до визначення напружено-деформованих станів і оптичних властивостей ілюмінаторів високого тиску, зіставлення аналітичних результатів із чисельними та експериментальними при участі в розробці програми, проведенні дослідів і обробці одержаних даних;

у науковій монографії Г. С. Писаренка, К. К. Амельяновича, І. Б. Карінцева «Несущие и светопрозрачные элементы конструкций из стекла» (Київ: Наукова думка, 1987. 200 с.) із відзначенням у передмові включенням результатів досліджень Л. Г. Гелімсона – дослідження напружено-деформованого стану та оптичних властивостей спостережних вікон (Глава IV. «Напряжённо-деформированное состояние и оптические свойства смотровых окон». С. 132–191), зокрема детальна розробка ступеневої модифікації аналітичного методу макроелементів та її застосування для узагальнень і уточнень відомих розв'язків для пластин і плит, схеми навантаження яких і склоелементів спостережних вікон є аналогічними.

Достовірність основних положень дисертації обґрунтовано використанням загальноприйнятих підходів і припущень у математиці та механіці, а також зіставленнями одержаних аналітичними методами результатів між собою, із відомими, чисельними та експериментальними даними. Достовірність останніх забезпечується використанням сучасних обладнання та вимірювальної техніки, аналізом точності вимірювань, досягненням несуперечливості результатів експериментів завдяки адекватній математичній обробці і, нарешті, їхнім зіставленням з іншими даними.

Враховуючи викладене вище, науковий семінар Інституту проблем міцності Академії Наук України вважає, що дисертація Лева Григоровича Гелімсона «Узагальнення аналітичних методів розв'язання задач міцності типових елементів конструкцій у техніці високих тисків» є завершеною працею, в якій на основі виконаних автором досліджень розроблено теоретичні положення, сукупність яких можна кваліфікувати як нове значне досягнення у розвитку перспективного наукового напрямку в динаміці, міцності машин, приладів і апаратури – створення узагальнених аналітичних методів для виявлення основних закономірностей деформування та міцності просторових тіл стосовно до раціонального проектування елементів конструкцій із різних матеріалів для високих питомих навантажень. Крім того, у дисертації викладено науково обґрунтовані технічні рішення актуальних задач раціонального проектування типових елементів конструкцій у техніці високих тисків, упровадження яких дає змогу забезпечити суттєве підвищення міцності та інших основних експлуатаційних характеристик і зниження матеріаломісткості і тим самим вносить помітний вклад у науково-технічний прогрес.

Семінар рекомендує дану дисертаційну працю до захисту на пошукування наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 01.02.06 – «Динаміка, міцність машин, приладів і апаратури».

Голова наукового семінару
Інституту проблем міцності
Академії Наук України
академік Академії Наук України
Георгій Степанович Писаренко

Секретар семінару
кандидат технічних наук
Володимир Іванович Скрипченко

Додаток до виписки з протоколу цього наукового семінару:
у публікації

(Амельянович К. К., Гелимсон Лев Г., Каринцев И. Б. К вопросу о критериальной оценке прочности цилиндрических стеклоэлементов иллюминаторов // Проблемы прочности. 1993. 10. С. 82–88)

– застосування ступеневої модифікації аналітичного методу макроелементів до визначення напружено-деформованих станів і оптичних властивостей ілюмінаторів високого тиску, зіставлення аналітичних результатів із чисельними та експериментальними при участі в розробці програми, проведенні дослідів і обробці одержаних даних.

Ця стаття була прийнята до друку ще в 1992 році задовго до цього наукового семінару 23 червня 1992 року, проте була опублікована після нього, тому не включена до виписки з протоколу цього наукового семінару і названа в цьому додатку.