

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель заведующего
Отделом автоматизации и технической физики
при Иркутском научном центре
Сибирского отделения
Российской Академии Наук
доктор химических наук
А. А. Потапов

ОТЗЫВ

заведующего
Отделом автоматизации и технической физики
при Иркутском научном центре
доктора технических наук, профессора
Петра Ивановича Остроменского
и
кандидата физико-математических наук, старшего научного сотрудника
(впоследствии доктора технических наук, профессора)
Льва Берковича Цвика

об автореферате диссертации Льва Григорьевича Гелимсона
«Обобщение аналитических методов решения задач прочности типовых элементов
конструкций в технике высоких давлений»
на соискание учёной степени доктора технических наук

Работа посвящена созданию и приложениям обобщённых аналитических методов решения задач прочности прежде всего для упругих осесимметричных пространственных тел. Эти методы позволяют получать простые приближённые аналитические решения соответствующих краевых задач с кусочно-гладкими граничными условиями, позволяющие оптимизировать выбор исходных данных уже на стадии эскизного проекта, а также получать целые классы тестовых задач для апробации численных методов. Отсюда следует актуальность диссертации для динамики, прочности машин, приборов и аппаратуры.

Научной новизной и практической ценностью обладают:

обобщённые линейно-комбинационный и парциальный методы решения систем функциональных уравнений, первый из которых является развитием и завершением известного подхода, связанного с разложением искомых функций в ряды, а второй, по-видимому, не имеет аналогов;

общие решения гармонического уравнения в пространстве и бигармонического уравнения в цилиндрической системе координат при осесимметричности в соответствующих классах степенных рядов, позволяющие значительно развить достигнутые результаты в решении целого ряда задач математической физики и, в частности, придать новый импульс общим решениям упругих задач через функции напряжений Папковича–Нейбера и Лява;

аналитический метод макроэлементов, степенная модификация которого является приложением линейно-комбинационного метода к бигармоническому уравнению для функции напряжений Лява, а интегральная модификация – приложением парциального метода к системе двух уравнений равновесия и двух уравнений совместности для осесимметричной задачи в напряжениях, последнее из которых второго порядка используется лишь для оценки точности решения;

метод косвенной оценки погрешности приближённого аналитического решения мерой средней относительной погрешности каждого из определяющих функциональных уравнений;

метод обобщения критериев предельных состояний для произвольных материалов и условий нагружения, основанный на постулате универсальности выражаемой обобщаемым критерием функциональной зависимости между главными напряжениями, приведёнными к модулям предельных их значений того же направления и знака в той же точке того же тела при соответствующих одноосных напряжённых состояниях и прочих равных условиях нагружения, причём началом отсчёта могут быть не только нулевые макронапряжения, но и обеспечивающие максимум предельной амплитуды цикла как феноменологический макрорезультат микро- и субмикронапряжений в материале, неравносопротивляющемся растяжениям и сжатиям, система отсчёта связывается с главными направлениями напряжённого состояния, а не с основными направлениями анизотропии даже при их существовании, наконец, при нестационарном нагружении с возможными поворотами главных направлений в рассматриваемой точке тела каждая одноосная программа главного напряжения заменяется равноопасным циклом приведённых напряжений и интерпретируется векторным приведённым напряжением на приведённой векторной диаграмме предельных амплитуд, которая может быть получена предложенными преобразованиями диаграммы предельных напряжений, так что известные критерии предельных состояний являются выражениями соответствующих фундаментальных законов природы;

метод линейной коррекции критериев предельных состояний, полагающий эквивалентное напряжение в предельном состоянии линейной функцией главных напряжений и позволяющий учесть влияние промежуточного главного напряжения и гидростатического растяжения или сжатия на наступление предельного состояния;

метод обобщённого определения коэффициента запаса применительно к произвольным подмножествам гильбертовых пространств и их функцией с предложением дополнительного коэффициента запаса как общей меры индивидуальных коэффициентов для исходных данных, характеризующей допускаемые сочетания значений последних и определяемой по наиболее опасному реализующемуся их сочетанию;

методы определения и коррекции погрешностей усреднения при измерениях неоднородных распределений;

аналитические решения задач статической и усталостной прочности, включая контактные с первоначальными сопряжениями по плоским и цилиндрическим поверхностям при неопределённых участках сцепления и проскальзывания с обобщением и уточнением ряда классических результатов, в частности задач для цилиндрических и конических тел, а также составных цилиндров при технологиях тепловой сборки и запрессовки – впервые в пространственной постановке;

методы рационального управления напряжённо-деформированными состояниями, прочностью и другими характеристиками объектов при высоких давлениях с помощью средств гермотехники;

рациональные конструкции в технике высоких давлений, защищённые авторскими свидетельствами.

Достоверность полученных результатов определяется применением общепринятых в математике и механике допущений и подходов, самопроверяемостью многовариантных методов и сопоставлениями полученных результатов с известными, численными и экспериментальными данными при использовании современного оборудования и измерительной техники.

Представляется достаточной апробация работы на 30 научно-технических конференциях и полностью на 10 научных семинарах в академических институтах и ведущих вузах, а также опубликование основных результатов в 100 научных трудах, включая 30 изобретений.

Внедрение объектов техники высоких давлений, расчёты напряжённо-деформированного состояния и прочности которых выполнены Львом Григорьевичем Гелимсоном с использованием разработанных им аналитических методов, позволило получить суммарный годовой экономический эффект свыше 10 млн. руб. в ценах до 1990 г.

Диссертация Льва Григорьевича Гелимсона носит многоплановый характер и охватывает все основные этапы решения задач прочности – определение напряжённых состояний и предельных состояний, сопоставления их между собой, а также установление допускаемых сочетаний исходных данных и рациональное управление их выбором для оптимизации конструкций на стадиях эскизного проектирования. Работа нацелена на получение весьма эффективных простых приближённых аналитических решений, существование которых не вызывает сомнений, если проанализировать известные аналитические и численные решения многих задач, однако едва ли могут быть указаны известные методы построения подобных простых решений. Более того, крайне мало даже конкретных решений подобного типа и самих постановок задач для пространственных тел. Данная же работа во многом восполняет подобный пробел. Она базируется на естественном принципе допустимой простоты и не менее естественных идеях существования простых аналитических решений и обобщённых методов их построения, иерархичности типов схем нагружения пространственных тел, единства критериев предельных состояний, существования функционально допустимого и технологически осуществимого рационального управления напряжённо-деформированным состоянием и прочностью каждой конструкции. Некоторые обобщения выходят за пределы задач прочности и приобретают более широкое значение для науки – это методы решения систем функциональных уравнений, определения погрешностей аналитических решений и усреднения при измерениях неоднородных распределений, а также методы определения коэффициентов запаса. Большим преимуществом созданных методов является возможность получения решений достаточно сложных задач даже без компьютерной реализации с получением простых и обозримых формул взамен массивов числовых данных, обычно получаемых численными методами и затрудняющих поиск основных закономерностей деформирования и разрушения, тем более что перебор вариантов недостаточно эффективен при решении многопараметрических задач оптимизации. Во многих случаях оперирование переменными, возможное лишь при использовании аналитических методов, удобнее и эффективнее оперирования только константами, допускаемого численными и экспериментальными методами, и прежде всего для решения целых классов задач, да и проверяемости результатов. К сожалению, в последние годы неоправданно мало внимания уделяется развитию аналитических методов, требующему высокой квалификации и изобретательности исследователя, но зато дающему достаточно общие, простые и чрезвычайно удобные для пользователя, прежде всего инженера, результаты. Тем более значительна данная работа, часть результатов которой со временем может и войти в учебную литературу по сопротивлению материалов, механике деформируемого твёрдого тела и прикладной математике.

Замечания по автореферату следующие:

- 1) названы далеко не все известные методы решения задач прочности, прежде всего численные и экспериментальные;
- 2) местами изложение является чрезмерно сложным и насыщенным;
- 3) наряду с косвенной желательна и прямая оценка погрешностей приближённых решений.

В целом по актуальности, научной новизне, достоверности и практической ценности диссертацию Льва Григорьевича Гелимсона можно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии перспективного научного направления математического моделирования в динамике, прочности машин, приборов и аппаратуры. Кроме того, в диссертации изложены научно обоснованные технические решения актуальных задач рационального проектирования конструкций в технике высоких давлений, внедрение которых позволяет снизить металлоёмкость и существенно повысить прочность и другие основные эксплуатационные характеристики реальных объектов и тем самым вносит значительный вклад в ускорение научно-технического прогресса. Работа полностью соответствует современным требованиям к докторским диссертациям, а соискатель Лев Григорьевич Гелимсон вполне заслуживает присуждения ему учёной степени доктора технических наук.

Заведующий
Отделом автоматизации и технической физики
при Иркутском научном центре
Сибирского отделения
Российской Академии Наук
доктор технических наук, профессор
Пётр Иванович Остроменский

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник
(впоследствии доктор технических наук, профессор)
Лев Беркович Цвик

Ответы (без кавычек)
благодарного диссертанта Льва Григорьевича Гелимсона
на замечания (в кавычках):

«1) названы далеко не все известные методы решения задач прочности, прежде всего численные и экспериментальные».

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон:

Полностью согласен с этим замечанием. Во избежание превышения общепринятого объёма пришлось сократить изложение общеизвестного в аналитическом обзоре с целью более полного представления именно оригинальных исследований и их результатов.

«2) местами изложение является чрезмерно сложным и насыщенным».

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон:

Полностью согласен с этим замечанием. Во избежание превышения общепринятого объёма пришлось сократить изложение сущности обобщённых аналитических методов.

«3) наряду с косвенной желательна и прямая оценка погрешностей приближённых решений».

Диссертант Лев Григорьевич Гелимсон:

Полностью согласен с этим замечанием. Выражаю искреннюю признательность за столь полезное замечание, дающее возможность дополнительно прояснить сделанное в диссертации.

Более того, в диссертации это пожелание выполнено везде, где только можно.

Известный метод прямой оценки погрешностей приближённых решений основан на сопоставлении получаемого приближённого решения или с точным, или с гораздо более точным приближённым. Но им надо располагать, и поэтому нет возможности оценить таким путём точность наилучшего известного приближённого решения.

Например, нам известны прямые оценки точности решений задач теории пластин, благо есть решения по теории плит, но нет известных прямых оценок решений по теории плит, потому что по существу очень мало решений нетривиальных существенно пространственных задач.

В диссертации именно дополнительно к известному методу прямой оценки погрешностей приближённых решений предложен и использован ещё и другой подход – метод косвенной оценки погрешностей неточных псевдорешений как метод прямого оценивания погрешности неудовлетворения, соответствующей каждому из уравнений подсистемы, названной нами оценочной. И этот метод применим к достаточно широкому априорно не указываемому классу задач, хотя использован для сравнительно узкого класса задач по нуждам данной работы. В диссертации этот метод позволил дать косвенные оценки погрешностей впервые полученных приближённых решений нетривиальных задач для существенно пространственных тел. А

сами эти решения позволили уточнить известные прямые оценки точности решений задач теории пластин по решениям теории плит, а главное, именно впервые дать прямые оценки точности решений задач теории плит. Важно, что этот дополнительный метод косвенной оценки погрешностей неточных псевдорешений, в частности приближённых решений, как метод прямого оценивания погрешности неудовлетворения, соответствующей каждому из уравнений подсистемы, названной нами оценочной, даёт именно не зависящие от соотношений размеров деформируемого твёрдого тела универсальные оценки погрешности приближённых решений по интегральному методу. Поэтому есть основания полагать, что точность решений по интегральному методу для существенно трёхмерных тел примерно соответствует точности решений теории пластин для пластин. Кроме того, и сложность решений по интегральному методу для существенно трёхмерных тел примерно соответствует сложности решений теории пластин для пластин.