

На правах рукописи

**Лещенко  
Александр Петрович**

**«Фундаментальная  
строительная механика  
упругих систем»**

Специальность: 05.23.17—строительная механика

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
доктора технических наук

г. Санкт-Петербург 2004 г.

Работа выполнена в лаборатории испытаний конструкций при ООО Ле-  
щенко «Наука» в г. Таганроге.

Официальные оппоненты:

Ведущая организация:

Защита состоится \_\_\_\_\_ на заседании диссертационного совета  
Д 212.223.03 Санкт-Петербургского архитектурно-строительного универси-  
тета по адресу: 195005, Санкт-Петербург, ул. 2-я Красноармейская, 4, зал за-  
седаний.

С диссертацией можно ознакомиться в фундаментальной библиотеке  
университета.

Автореферат разослан \_\_\_\_\_ 2004 г.

Ученый секретарь  
Диссертационного совета  
Д 212.223.03.

## **Общая характеристика работы**

### **Актуальность проблемы**

Аварии и катастрофы, имеющие место в практике строительства, свидетельствуют о недостаточно полном учете всех факторов в работе конструкций и необходимости проведения дальнейших исследований методов расчета и подтверждения теоретических результатов экспериментальными исследованиями. Отсутствие какой-либо системы в подходах к решению задач строительной механики требует разработки системного подхода, объединяющего все задачи строительной механики. Этим проблемам и посвящена книга А.П. Лещенко «Фундаментальная строительная механика упругих систем» (г. Таганрог, издательство «Сфинкс», 2003 г.).

**Целью работы** является разработка системного подхода к задачам строительной механики и на его основе создание адекватных теоретических моделей напряженно-деформированного состояния в задачах прочности, устойчивости и колебаний упругих систем.

**Научная новизна работы** состоит в том, что на основе трех неизвестных ранее законов и разработанного автором системного подхода создана качественно новая наука о строительной механике упругих систем и на ее основе разработаны эффективные методики расчетов конструктивных элементов зданий, самолетов, ракет, мостов и т.д. Впервые в общем виде представлены решения многих задач из практики.

**Достоверность и обоснованность научных выводов подтверждается сопоставлением полученных результатов с экспериментальными данными (см. книгу, акты испытаний и отзывы).**

### **Научная и практическая ценность**

Выполненная работа позволила выявить общие закономерности в задачах строительной механики, разработать системный подход и создать адекватные теоретические модели напряженно-деформированного состояния тонкостенных упругих систем и получить решения для широкого круга практически важных задач строительной механики. Новые адекватные теоретические модели позволят практикам получить мощное орудие—правильные ориентиры при выборе расчетных схем и нагрузок реальных конструкций, а также избежать неоправданных коэффициентов запаса и перерасхода материалов, снизить вероятность аварий и катастроф и получить экономический эффект.

### **Внедрение**

Результаты проведенных широкомасштабных научных исследований изложены в книге А.П. Лещенко «Фундаментальная строительная механика

упругих систем» (г. Таганрог, издательство «Сфинкс», 2003 г.), которая поступила в розничную продажу и попала в руки сотен специалистов-теоретиков и практиков. С 1979 по 2003 годы метод аналогии и системный подход внедрен в практику на многих объектах в России (см. акты внедрения). Только на одном объекте (многоярусный гараж в районе Коньково города Москвы) экономический эффект составил 100 000 долларов.

### **Апробация работы**

Результаты выполнения исследований докладывались и обсуждались на многочисленных семинарах и конференциях в течение 30 лет с 1973 по 2003 годы. В мае 1994 года автор доложил свою работу на международном симпозиуме «Реконструкция—Санкт-Петербург—2005», где доклад имел успех.

### **Публикация**

Основные результаты по теме диссертации отражены в трех книгах, восьми статьях, трех патентах на открытия и одном патенте РФ на изобретение. Общий объем опубликованных работ составляет более 200 печатных листов.

### **Структура и объем работы**

Книга представленная соискателем разбита на 2 части по 7 глав и состоит из предисловия, четырнадцати глав, списка литературы и оглавления. Ее объем составляет 972 с.

## Содержание работы

Строительная механика являлась в прошлом и является теперь фундаментальной базой для обоснования эффективных методов расчета всех видов строительных конструкций—стержневых, балочных, плиточных, оболочных и т.п.

В строительной механике должны использоваться фундаментальные принципы и гипотезы, которые не противоречат законам сохранения энергии, массы и движения.

Однако, по мере развития естественных и математических наук некоторые устоявшиеся взгляды оказались глубоко ошибочными и подверглись критике и пересмотру.

Обратимся к истории.

Начало науки о сопротивлении материалов связано с трудами Галилея (XVI—XVII в.). В книге «Две новые науки», написанные Галилеем в старости, он затронул понятия «напряжение» и «изгиб балки».

В этом труде он указывает, что растягиваемый стержень обладает прочностью, которая при постоянстве прочих условий пропорциональна площади поперечного сечения. Кажется почти невероятным, что потребовалось два столетия, чтобы разделить разрушающую нагрузку на площадь поверхности в месте разрыва, для получения разрушающего напряжения. Это сделал Огюст Коши в XIX веке в своей статье, направленной в Парижскую академию наук в 1822 г.

Во второй половине XVII века английский ученый Гук, проведя опыты над растяжением проволоки, сформулировал закон: «Какова сила, такова и деформация».

Однако в течение всего XVIII века его труды не имели последователей. Объяснялось это разногласиями между Ньютоном и Гуком. Но главной причиной столь долгого застоя в теории упругости было отсутствие понятия «напряжение» и «деформация» в точке.

Когда в XIX веке английские инженеры снизились до того, чтобы ознакомиться с работами Коши, то оказалось, что, освоив основные понятия о напряжениях и деформациях, можно сразу упростить все исследования по расчету конструкций.

В 1800 году Юнг сформулировал понятие «модуль упругости» (Модуль Юнга). Однако должна была пройти вся первая половина XIX века, прежде чем модуль Юнга завоевал умы инженеров. В письме адмиралтейства Юнгу мы читаем: «Хотя их светлость весьма уважают и ценят Вашу статью, она слишком учена, говоря короче, она непонятна». Это весьма корректная и честная оценка вклада в науку Юнга.

В наше время, прежде чем утвердить что-то новое и неординарное в науке, необходимо пройти невероятные барьеры и запреты. Автор приобрел большой опыт в этой области выживания.

На дальнейшее развитие теории упругости в XIX веке оказали труды Софи-Жермен, Кармана, Сен-Венана и других ученых.

Значительный вклад в развитие науки строительной механики XX века внесли труды С.П. Тимошенко, В.З. Власова, И.М. Рабиновича, Н.К. Снитко, В.В. Болотина, А.Р. Ржаницина, А.С. Вольмира, И.И. Гольденבלата, Ф.Р. Шенкли, А.П. Филина, А.А. Ильюшина, Ю.Н. Работнова, И.Ф. Образцова, А.Ю. Ишлинского и др. Большой вклад в дальнейшем развитии и совершенствовании теории оставили известные дискуссии российских ученых по проблемам пластичности и устойчивости.

Много дискуссий провел и автор реферата на многочисленных конференциях и докладах. Анализ итогов упомянутых дискуссий показал, что по некоторым представлениям строительной механики и ее принципам требуется продолжение исследований, уточнение областей и границ фундаментальных принципов и системный подход к задачам строительной механики. Нужны четкие определения таким понятиям: внешний и внутренний силовой фактор; нужно внедрение на практике во все задачи строительной механики вариационного метода, как единственного способного описать равновесное состояние упругого тела. В силу кричащих противоречий существующих концепций нужны знания новых законов, уточняющих физику явления и ставящих все задачи на фундамент законов сохранения массы, энергии и движения.

Автор не опровергатель науки—строительной механики как таковой, но он заметил отсутствие системного подхода и нарушения границ применения законов сохранения энергии, массы и движения и уточнил область их применения.

Или предложения автора не верны?

Тогда покажите ошибки, которые допустил автор! Или диапазон действия законов и их бессистемное применение требует оговорки, которые изничтожают эти законы и делают их неприемлемыми.

На защиту выносятся «триада» факторов, соблюдение и учет которых, с точки зрения автора, не может привести к нарушению законов сохранения энергии, массы и движения. Эти «триады» остаются незыблемыми и не подвергаются сомнению, о чем свидетельствуют многочисленные дискуссии. Принципы описываемые «триадами» остаются незыблемыми и основополагающими в предложенной автором качественно новой науке о расчетах конструкций—фундаментальной строительной механике упругих систем. Автор дает также конкретные предложения и по области применения границ действия новых законов строительной механики. В частности, предлагается новая адекватная модель расчета тонкостенных конструкций с явлением разделения крутильных деформаций. Подобный подход пытался осуществить и Сен-Венан. Так в книге С.П. Тимошенко и Дж. Гудьер «Теория упругости» (стр. 300) читаем: «Рассмотрим однородный стержень произвольного поперечного сечения, скручиваемый моментами приложенными по его концам. Руководствуясь решениями для круглого вала Сен-Венан предположил, что дефор-

мация скручиваемого стержня состоит из двух частей: 1) поворотов поперечных сечений стержня, которые будут такими же, как и для круглого вала, и 2) депланации поперечных сечений, которые для всех поперечных сечений одинаковы. Перемещения, отвечающие повороту поперечных сечений будут:

$$U = -\Theta_z \cdot y \cdot V = \Theta_z \cdot x, \quad (\text{а})$$

где  $\Theta$  — угол закручивания на расстоянии  $z$  от начала координат.

Депланация поперечных сечений определяется функцией

$$W = \Theta \cdot \psi(x, y) \quad (\text{б})$$

Компоненты деформаций имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} \Theta(\kappa) &= \text{const} \\ \gamma_{xz} &= \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} = \Theta \left( \frac{\partial \psi}{\partial x} - y \right) \\ \gamma_{yz} &= \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} = \Theta \left( \frac{\partial \psi}{\partial y} + x \right) \end{aligned} \right\} \quad (\text{в})$$

Соответствующие компоненты напряжений, равны:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x = \sigma_y = \sigma_z = \tau_{xy} &= 0 \\ \tau_{xz} &= G \Theta \left( \frac{\partial \psi}{\partial x} - y \right) \\ \tau_{yz} &= G \Theta \left( \frac{\partial \psi}{\partial y} + x \right) \end{aligned} \right\} \quad (\text{г})$$

Можно видеть, что при допущениях (а) и (б) относительно деформации не возникают нормальные напряжения, действующие между продольными волокнами стержня и в направлении самих волокон. Не возникает и искажения плоскостей поперечных сечений, поскольку  $\varepsilon_x$ ,  $\varepsilon_y$  и  $\gamma_{xy}$  обращаются в ноль.

В каждой точке мы имеем чистый сдвиг, определяемый компонентами  $\tau_{xy}$  и  $\tau_{yz}$ .

Функция  $\psi(x, y)$ , определяющая депланацию поперечного сечения, должна быть выбрана таким образом, чтобы удовлетворялись уравнения равновесия.

Подставляя выражение (г) в эти уравнения, находим, что функция должна удовлетворять уравнению:

$$\frac{\partial^2 \psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \psi}{\partial y^2} = 0 \quad (147)''.$$

Подход Сен-Венана считавшийся до В.З. Власова классическим, имеет ряд противоречий, главным из которых является: Как может существовать депланация поперечного сечения без продольных нормальных напряжений и деформаций?! Ответ на этот вопрос дал В.З. Власов. Большая заслуга В.З. Власова состоит в том, что он еще в 1935 году сформулировал закон секторальных площадей, описывающий депланацию, и внедрил его в практику расчетов. Это большой вклад в науку о расчетах.

В своей концепции о разделении углов закручивания автор применил закон секторальных площадей В.З. Власова и развил эту концепцию дальше.

Современная теория прочности и устойчивости тонкостенных стержней опирается на систему дифференциальных уравнений равновесия, предложенную В.З. Власовым:

$$\left. \begin{aligned} E F \varepsilon' &= 0 \\ E J_y \omega^{IV} &= q_x \\ E J_x \omega^{IV} &= q_y \\ E J_{\omega} \omega^{IV} - G J_d \omega'' &= m \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Здесь В.З. Власов допустил следующие противоречия:

1. Уравнения системы (1) нельзя назвать уравнениями равновесия, т.к. они получены не вариационным методом и не являются уравнениями экстремали Эйлера-Лагранжа от функционала полной энергии упругой системы.

2. Из всех четырех уравнений системы (1) исключена внешняя продольная нагрузка  $q_z$ , которая должна входить в уравнения равновесия.

3. Введенная в расчет гипотеза «об отсутствии сдвигов срединной поверхности», давая некоторые удобства при решении четвертого уравнения, совершенно не соответствует истинной картине явления и вносит ошибку в результаты расчетов.

4. В четвертое уравнение системы (1) введены одновременно две взаимоисключающие гипотезы—закон плоских сечений (из него получено слагаемое  $G J_d \omega''$ ) и закон секторальных площадей (из него получено слагаемое  $E J_{\omega} \omega^{IV}$ ), предполагающий депланацию-коробление из плоскости поперечного сечения. Кроме того, в следствие ошибочной записи системы (1) В.З. Власову пришлось принять весьма противоречивые гипотезы:

а) Из четвертого уравнения системы (1) следует условие равновесия статики при стесненном кручении:

$$M_{\omega} + M_k = H, \quad (2)$$

где:  $M_{\omega}$  — изгибно-крутящий момент,  
 $M_k$  — момент чистого кручения,  
 $H$  — суммарный момент при кручении.

$M_{\omega}$  — изгибно-крутящий момент – имеет природу, обусловленную наличием секторальных нормальных и касательных напряжений и депланации поперечного сечения, а  $M_k$  — момент чистого кручения — имеет природу обусловленную наличием касательных напряжений чистого кручения и закона плоских сечений.

Суммировать эти величины ни в коем случае нельзя, так как они имеют разный физический смысл, и здесь закон секторальных площадей и закон плоских сечений не дополняют друг друга, а вступают в противоречия. Кроме того, вследствие различной природы силовых факторов  $M_{\omega}$  и  $M_k$  следует и различная природа деформаций кручения от этих разных факторов. В данном уравнении стесненного кручения это различие не учтено и деформации кручения представлены одним общим углом закручивания!

б) У В.З. Власова читаем: «Крутящие моменты возникают в следствии разности касательных напряжений в крайних точках стенки. Эти моменты статически эквиваленты касательным напряжениям, меняющимся по толщине стенки по закону кососимметричной треугольной эпюры и принимающим в крайних точках стенки значения, равные полу разности крайних ординат трапеции (Рис. 18 г) ».

Сразу же возникает вопрос: ведь крутящий момент, как внешний силовой фактор может возникнуть только от воздействия внешних нагрузок, и уравнивающие его по методу сечений касательные напряжения не обязательно должны быть распределены по закону кососимметричной треугольной эпюры и тем более заранее предсказаны?

в) Далее у В.З. Власова мы читаем: «Обобщенная продольная сила — бимомент — представляет особую систему продольных сил, приложенных к точкам поперечного сечения, а именно систему сил, статически эквивалентных нулю.»

Согласно методу сечения и закону парности силовых факторов и крутящий момент и бимомент могут быть определены только из условия равновесия отсеченной части стержня как внешние силовые факторы.

В противовес принятой концепции о едином угле закручивания и от разных силовых факторов  $M_{\omega}$  и  $M_k$ , автор исходит из того, что деформация кручения имеет двоякую природу. Из этого положения следуют новые результаты в теории прочности.

Изложенную выше логически обоснованную гипотезу сформулируем как неизвестный ранее закон разделения крутильных деформаций упругих стержней.

При кручении упругих тонкостенных стержней крутильная форма равновесия и деформации разделяются на две независимые крутильные формы равновесия, представленные деформациями  $\bar{\Theta}$  и  $\tilde{\Theta}$ . Общая крутильная деформация стержня выразится алгебраической суммой.

$$\Theta = \bar{\Theta} + \tilde{\Theta}.$$

Опираясь на ряд общепринятых в строительной механике гипотез и законов, а также введя закон разделения крутильных деформаций и ряд понятий, автор предлагает новую теоретическую модель прочности упругих стержней, полученную вариационным методом как уравнения Эйлера-Лагранжа. Система уравнений равновесия имеет вид:

$$\left. \begin{aligned} (EF\zeta' - q_z z)' &= 0 \\ (EJ_y \xi'')'' - (q_z e_y)' - q_x &= 0 \\ (EJ_x \eta'')'' - (q_z e_x)' - q_y &= 0 \\ (G\bar{J}_d \bar{\Theta}')' + m_* &= 0 \\ (EJ_\omega^* \tilde{\Theta}'')'' - (q_z \omega_c^*)' - m &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где,  $\Theta = \bar{\Theta} + \tilde{\Theta}$ .

Этой системой уравнений описывается напряженно-деформированное состояние упругого стержня при нагрузках вызывающих сжатие, изгиб и кручение.

Нормальные напряжения в поперечном сечении стержня и условия прочности определяются по формуле:

$$\sigma = \frac{N}{F} - \frac{M_y}{J_y} x - \frac{M_x}{J_x} y + \frac{B}{J_\omega^*} \omega^* \leq \sigma_{пч},$$

где  $B = EJ_\omega^* \tilde{\Theta}''$  - бимомент.

Формула касательных напряжений и условия прочности несколько отличаются от общепринятой формулы имеет вид:

$$\tau = \frac{1}{\delta} \left[ \frac{Q_x}{J_y} S_y + \frac{Q_y}{J_x} S_x + \frac{H_\omega}{J_\omega^*} S_\omega^* \right] + \frac{M_{кр}}{\bar{J}_d} (h + n) \leq \tau_{пч},$$

где  $H_\omega = +EJ_\omega^* \tilde{\Theta}'''$  - крутящий момент свободного кручения.

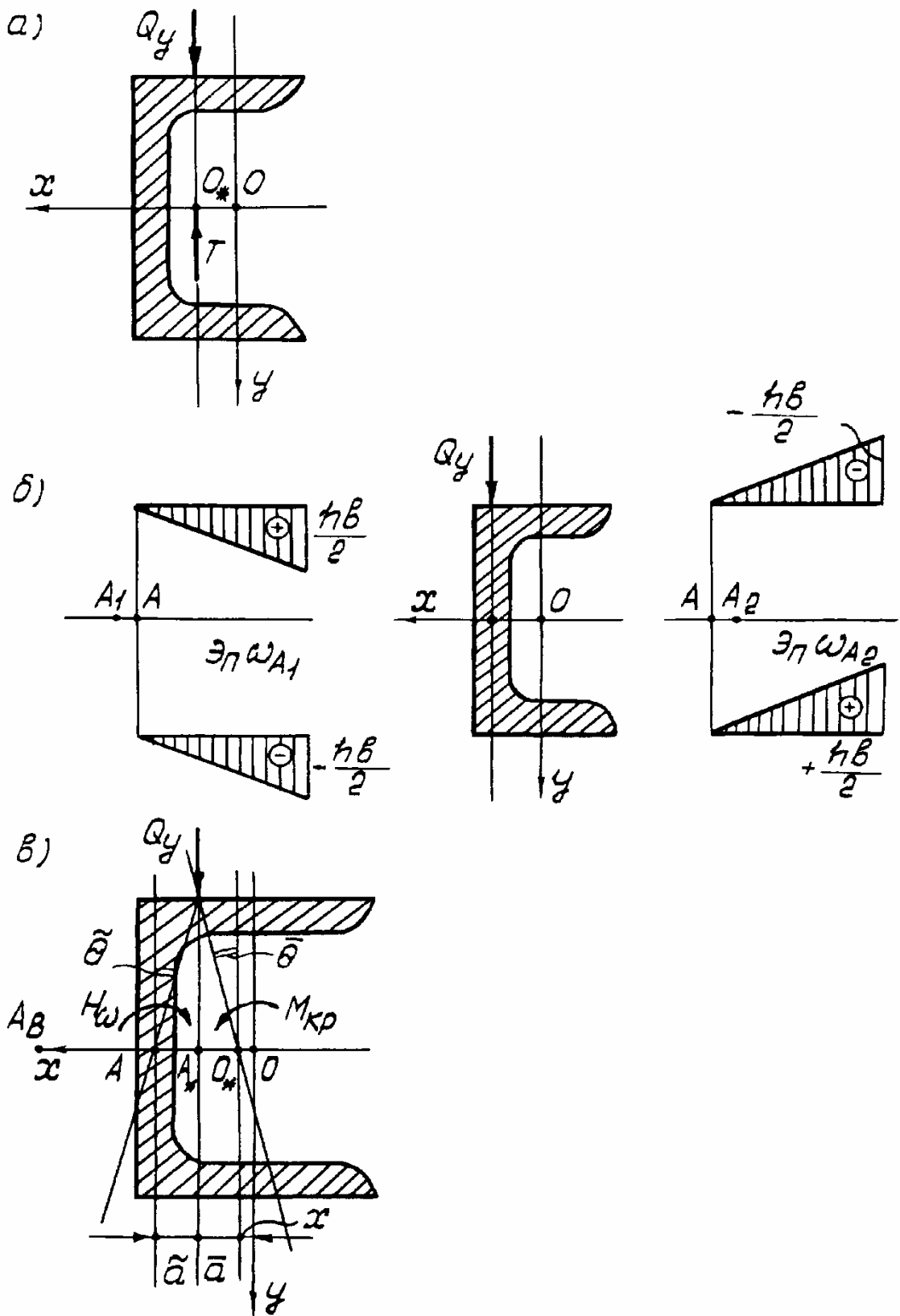


Рис. 1 а, б, в. Центры чистого, свободного кручения и изгиб при раздельном кручении изгибаемого швеллера.

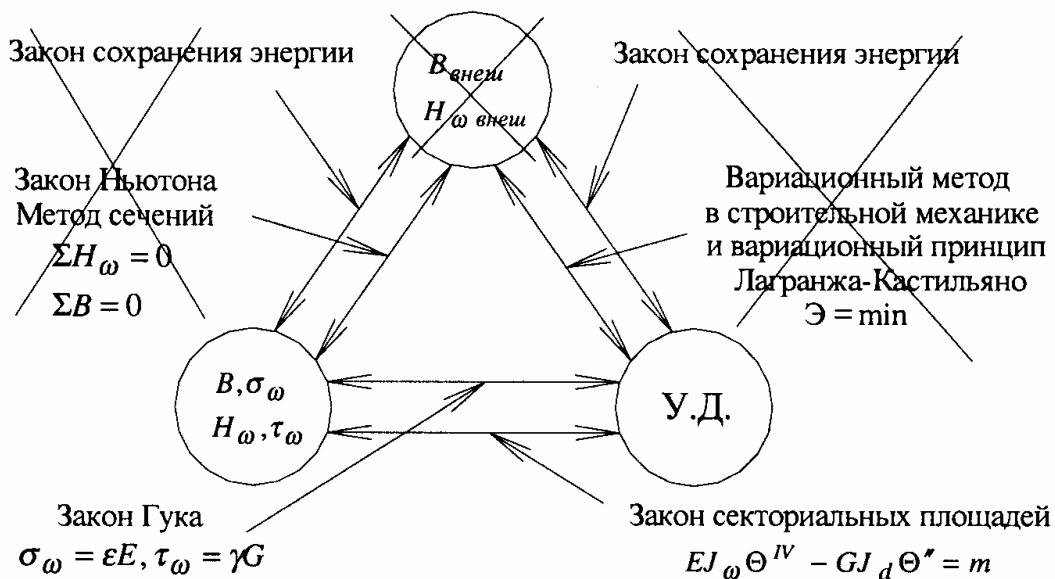


Рис. 2. Анализ концепции упругой системы в теории стесненного кручения В.З. Власова.

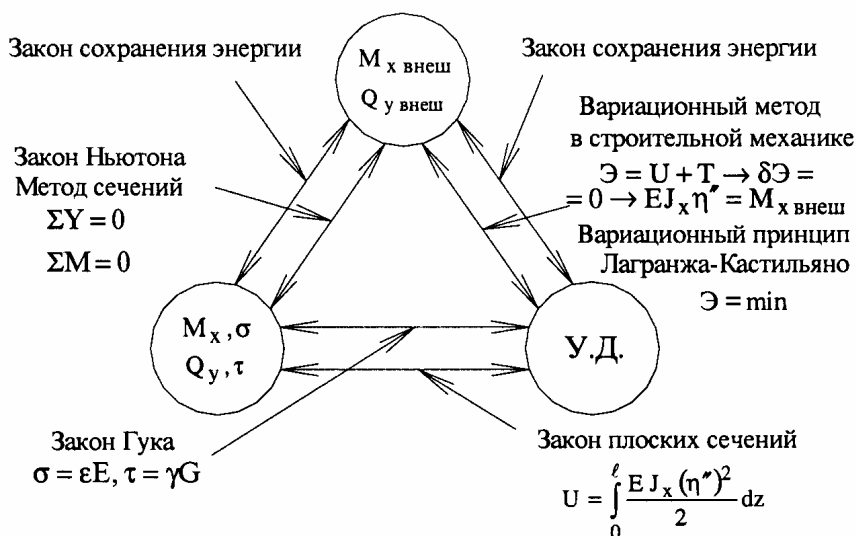
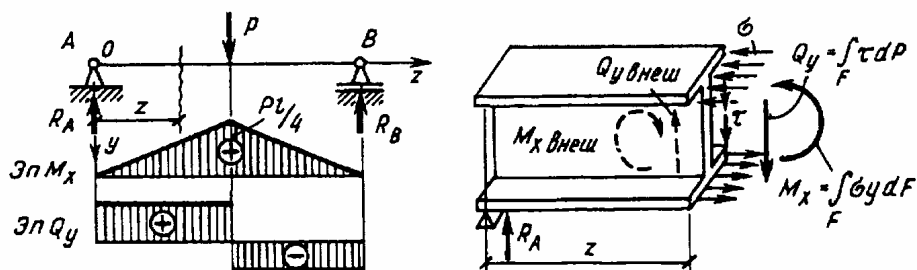


Рис. 3. Анализ концепции упругой системы при изгибе.

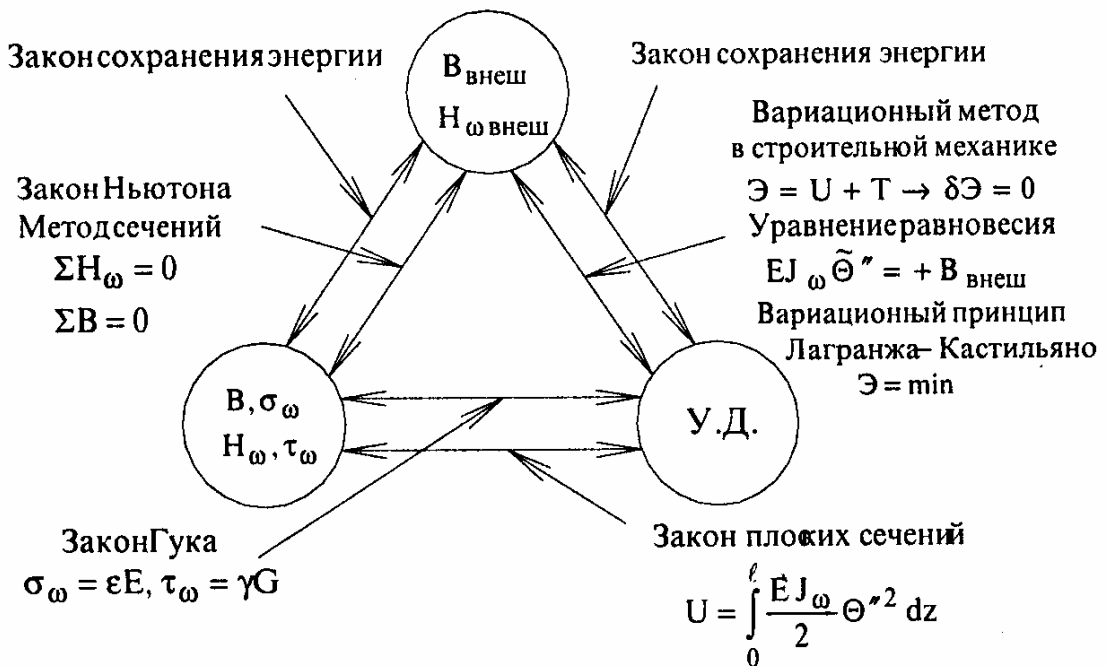
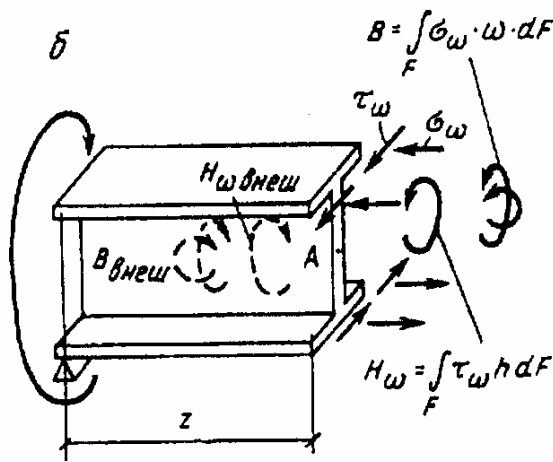
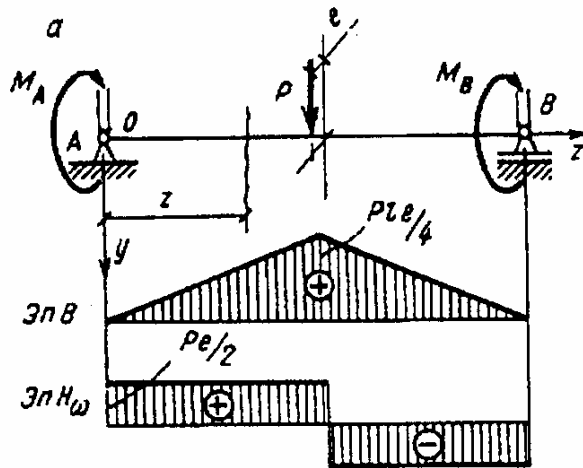


Рис. 4, а, б, в. Анализ концепции упругой системы при свободном кручении по теории А.П. Лещенко.

Системой (3) представлена новая концепция прочности тонкостенных упругих стержней. Эта концепция согласуется с экспериментом, позволяет уточнить физику явления и предельно упростить практические расчеты. Здесь  $B$ —бимомент и  $H_{\omega}$ —момент свободного кручения выступают как внешние силовые факторы, что позволяет исключить все противоречия, описанные выше, и ставит все задачи строительной механики на фундамент законов сохранения массы, энергии и движения. Опираясь на новые понятия бимоента, момента свободного кручения и крутящего момента, автор значительно уточнил понятия «центр свободного кручения», «центр чистого кручения» и «центр изгиба». На Рис. 1, а, б, в представлены эти три центра. Сотни научных экспериментов, проведенных в лабораториях СПбГАСУ и ООО Лещенко «Наука», подтвердили новую концепцию. В диссертации представлены конкретные научные эксперименты, которые показывают, что погрешность между теорией и экспериментом не превышает 15—20%.

Разработав концепцию для стержней открытого профиля, в частности для швеллерного типа стержней, автор переходит к стержням замкнутого профиля.

Здесь стержень замкнутого профиля (коробчатого типа) представляется в виде двух стержней открытого профиля (швеллерного типа) и учитывается взаимодействие каждого из этих стержней в едином замкнутом профиле.

Автор впервые решил конкретную задачу о прочности концевой балки мостового крана—прочность балки замкнутого коробчатого профиля.

Для обоснования новой концепции прочности автор предложил универсальную схему анализа концепции упругой системы—«триаду» факторов, соблюдение взаимодействия которых не приводит к нарушению фундаментальных законов механики и вариационных принципов.

Итак, представим концепцию прочности упругой системы в виде взгляда со стороны на три осязаемых фактора:

1. Внешние силы.
2. Внутренние силы.
3. Упругие деформации.

Установим взаимосвязи между этими факторами в виде стрелок ( $\leftrightarrow$ ) (см. Рис. 2, 3, 4).

Так, при изгибе балки (см. Рис. 3, в) внешний изгибающий момент (его работа на упругих деформациях) переходит в потенциальную внутреннюю работу сил на упругих деформациях (и обратно). Здесь, как для обыкновенной пружины, работает закон сохранения энергии.

Рассмотрев отсеченную часть балки (см. Рис. 3, а, б), мы видим, что внешние новые силовые факторы, действующие в сечении, всегда уравновешиваются внутренними силовыми факторами (интегральной характеристикой). Действие равно противодействию – работает 3-й закон Ньютона и метод сечений.

Далее, рассматривая балку как пружину, мы видим, что работа внешних сил переходит в потенциальную энергию упругих деформаций (и обратно).

Здесь работает закон сохранения энергии. Кроме этого, внешний силовой фактор связан с упругими деформациями в функционале энергии при описании процесса, из которого вариационным методом получается единственное уравнение равновесия (уравнение экстремалей), удовлетворяющее принципу Лагранжа о минимуме энергии (см. Рис. 3, в). Просматривая связи до конца, мы видим, что внутренние силы (напряжения) связаны с упругими деформациями закона Гука и законом плоских сечений при изгибе. Других законов в теории изгиба нет.

Если теперь, по аналогии с изгибом, представим концепцию свободного кручения и ее анализ в виде «триады» (см. Рис. 4, а, б, в), то увидим, что внешний силовой фактор—бимомент—уравновешивается внутренним силовым фактором (интегральной характеристикой) (см. Рис. 4, б) и работает 3-й закон Ньютона. Работа внешнего силового фактора—бимоменты—переходит в потенциальную энергию внутренних сил—секторальных напряжений (и обратно). Здесь, как и при изгибе, работает закон сохранения энергии.

Прослеживая взаимосвязь внешних сил и упругих деформаций, мы видим, что работа внешних сил входит вместе с потенциальной энергией упругих деформаций в функционал энергии упругой системы, описывающий процесс свободного (см. Рис. 4, в). Откуда вариационным методом получается единственное уравнение равновесия (уравнение экстремалей), удовлетворяющее принципу Лагранжа о минимуме энергии.

Далее, работа внешних сил на деформациях переходит в потенциальную энергию упругих деформаций (и обратно). Здесь работает закон сохранения энергии.

Прослеживая взаимосвязь внутренних сил—секторальных нормальных и касательных напряжений—с упругими деформациями свободного кручения  $\Theta$ , мы видим, что они связаны законом Гука и законом секторальных площадей. Других законов и принципов в теории свободного кручения нет.

Проведем анализ концепции упругой системы при стесненном кручении по теории В.З. Власова. На рис. 2 видно, что из «триады» выпадает «краеугольный камень»—внешний силовой фактор (бимомент) и вся концепция упругой системы разрушается, так как не работает закон сохранения энергии, закон Ньютона и вариационный принцип Лагранжа. Здесь действует только закон Гука и закон секторальных площадей, искусственно введенный в уравнение стесненного кручения.

Анализ концепции упругой системы с использованием «триады» факторов дал возможность сформулировать основной закон метода сечений—Закон парности силовых факторов, который утверждает:

Во всяком сечении упругого тела всегда действуют два силовых фактора:

Внешний силовой фактор, который равен сумме моментов (или сумме бимоментов или сумме проекций на ось) всех внешних сил, действующих на отсеченную часть и приведенных к центру тяжести (или к центру кручения) стержня.

Внутренний силовой фактор (интегральная характеристика), который численно из условия равновесия равновесия отсеченной части, равен внешнему силовому фактору и противоположно ему направлен.

Не соблюдение этого принципа ведет к нарушению основных законов механики (см. «триады» на Рис. 2, 3, 4).

Рассмотренные выше «триады» факторов и закон парности силовых факторов позволили автору, как через увеличительное стекло, рассмотреть нарушение законов и ключевые противоречия в современной теории изгиба пластин и оболочек. Здесь, как и у В.З. Власова, отсутствует внешний силовой фактор (он заменен понятием «обобщенная сила»).

Современная концепция изгиба пластин представлена уравнением Софи-Жермен, которое имеет вид:

$$\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{q}{D}. \quad (4)$$

Отсутствие в этой концепции такого фактора как внешняя сила (он подменен обобщающей силой) ведет к нарушению основных законов физики и механики (см. анализ концепции упругой системы «Триадой» Рис. 6).

Чтобы исключить изложенные выше противоречия в теории пластин, автор предлагает несколько иной подход к проблеме.

Мысленно разобьем пластину на ряд полос в направлении осей OZ и OY и рассмотрим напряженно-деформированное состояние каждой отдельной полосы как обычной балки на двух опорах, причем, постараемся учесть все факторы, воздействующие на полосу при ее работе в теле пластины.

Поскольку учет всех факторов при изгибе простой балки достаточно хорошо апробирован и не возникает вопросов с трактовкой изгибающего момента и перерезывающей силы как внешних силовых факторов, то такой подход позволяет увязать взаимодействие всех факторов и законов механики при изгибе пластины.

Выделил простые задачи об изгибе пластины и полой цилиндрической оболочки. (Рис. 5).

На Рис. 5 представлена тонкая пластина, закрепленная по контуру и с силой приложенной в середине. Наиболее опасной точкой для пластины является точка под силой. Поэтому выделим две перекрестные полосы под силой и рассмотрим напряженно-деформированное состояние полос при изгибе с учетом всех факторов, воздействующих на них в теле пластины. Воздействие пластины на полосу заменим внешней нагрузкой подпора, распределенной по параболическому закону. Подпор запишется так:

$$q_z = q_z^* (1 - av + av^2), \quad \text{где } v = \frac{z}{\ell_z}.$$

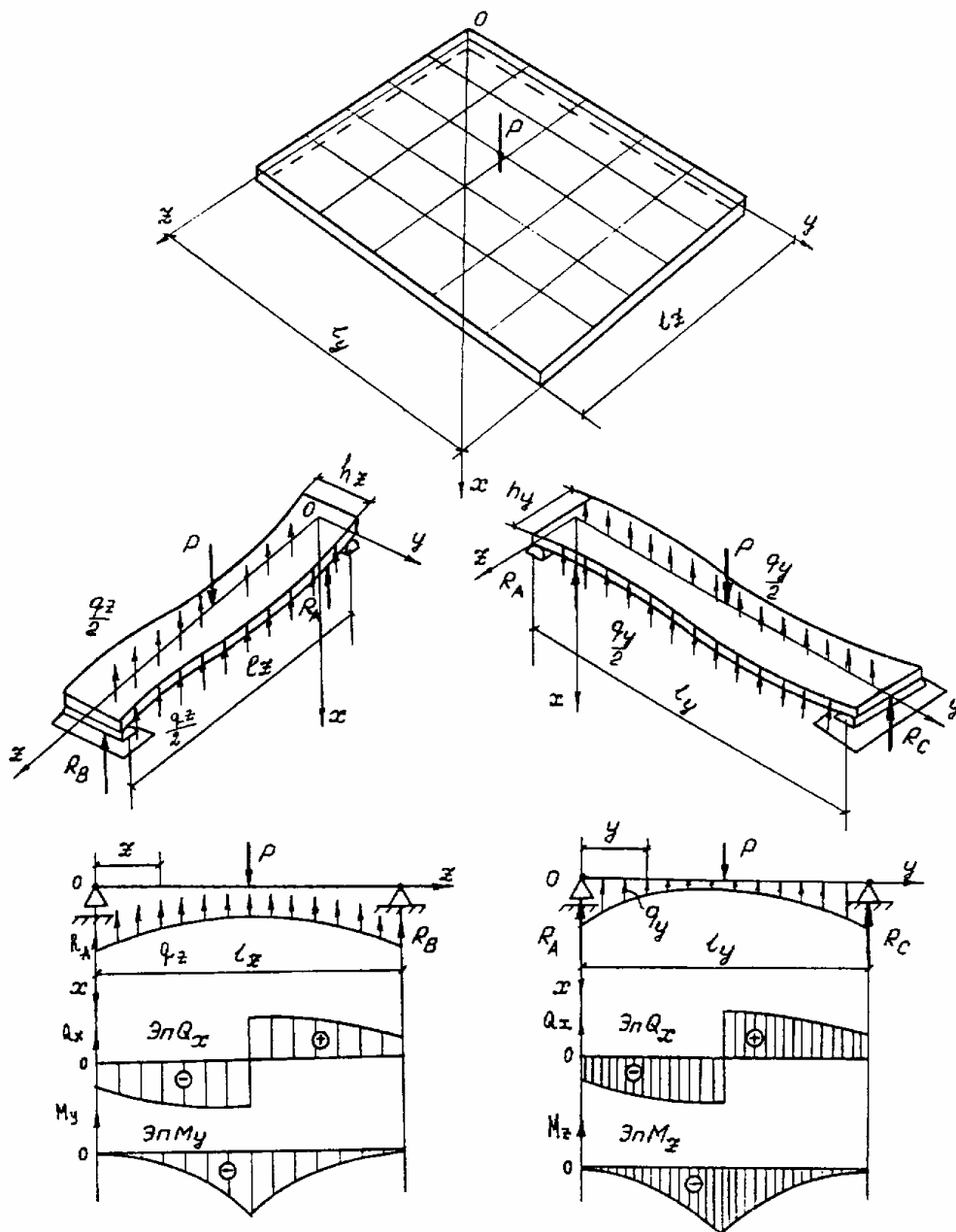


Рис. 5. Расчетная схема изгиба пластины по концепции А.П. Лещенко.

Величину подпора можно найти из условия равновесия статики вырезанной из пластины полосы. Уравнение равновесия полосы получим вариационным методом из функционала, описывающего процесс изгиба полосы, который имеет вид:

$$(E J_y \xi_1'')'' - q_z = 0.$$

Выделим из пластины полосу в перпендикулярном направлении и рассмотрим ее состояние.

Уравнением равновесия полосы будет уравнение экстремали Эйлера-Лагранжа, полученное из функционала энергии изгибаемой полосы:

Проинтегрировав оба уравнения, получим выражение для прогибов полос  $\xi_1$  и  $\xi_2$ . В формулах для нахождения подпора и прогибов содержатся два неизвестных параметра—коэффициенты  $a$  и  $b$ , которые можно найти из условия совместности деформаций и экспериментальных результатов.

Найденные из этих уравнений параметры  $a$  и  $b$  подставляем в выражения для  $M_y$  и  $M_z$  в середине полос и находим выражение для изгибающихся моментов и их численное значение. Условие прочности пластины можно представить в виде неравенства:

$$\left[ \left( \frac{M_z}{W_z} \right)^2 + \left( \frac{M_y}{W_y} \right)^2 \right]^{1/2} \leq R_{\text{расч.}}$$

Анализ концепции упругой системы в теории тонкостенных стержней по В.З. Власову (см. Рис. 2) позволил вскрыть противоречия и в теории расчета тонких цилиндрических оболочек, разработанной В.З. Власовым.

По мнению автора, главным противоречием в теории оболочек является отсутствие внешних силовых факторов (он заменен понятием обобщенная сила), что привело к нарушению фундаментальных законов и принципов (см. Рис. 6).

Чтобы уйти от этих противоречий, автор предлагает несколько иной подход в теории оболочек.

Как и в пластине, выделим две перекрестные полосы под силой и рассмотрим влияние всех факторов, действующих на полосу в теле оболочки.

Воздействие оболочки на полосу заменим нагрузкой подпора, распределенной по параболическому закону.

Рассмотрев равновесное состояние двух перекрестных полос, вариационным методом получим систему уравнений равновесия оболочки:

$$\left. \begin{aligned} (E F \xi' - q_s S)' &= 0, \\ (E J_y \zeta_1'')'' - q_x &= 0. \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} (E F \eta' - q_s S)' &= 0, \\ (E J_x \zeta_2'')'' - q_y &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Решение этих простых уравнений и условия прочности будет таким же как и в теории пластин.

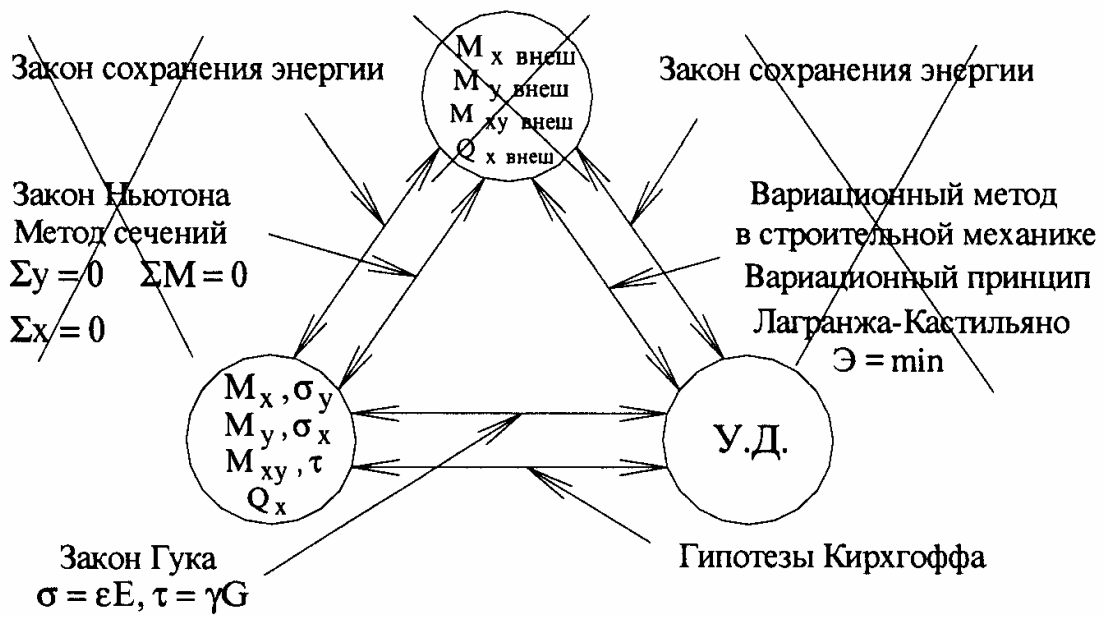


Рис. 6. Анализ концепции упругой системы при изгибе пластины и оболочек по теории Софи-Жермен и В.З. Власова

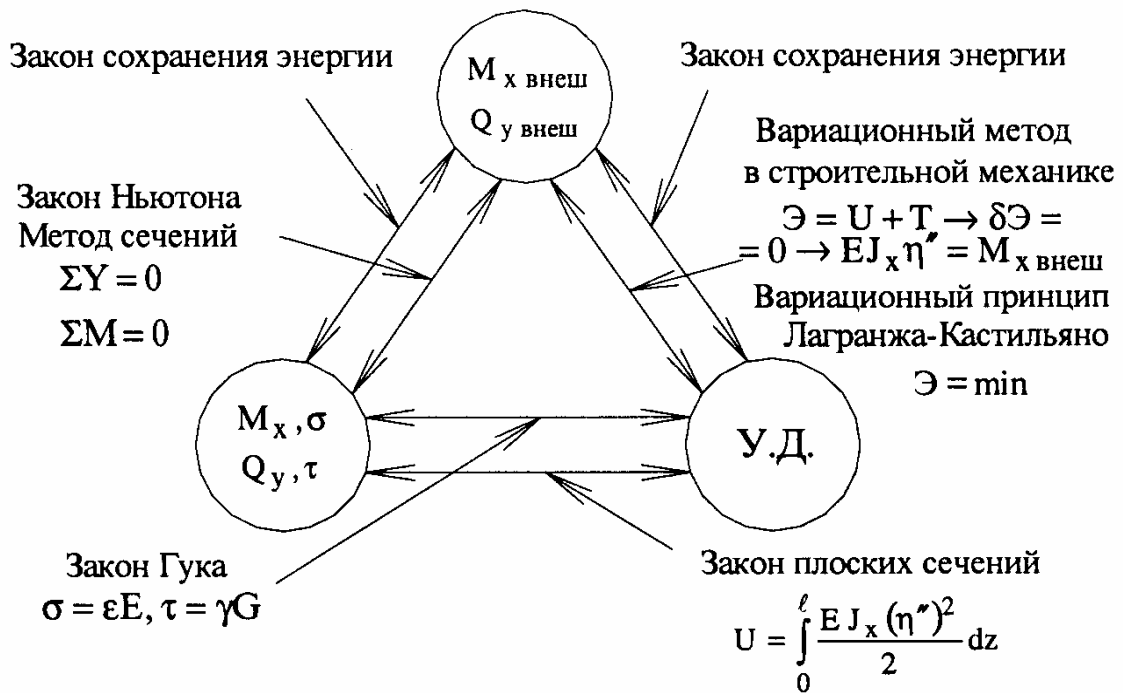


Рис. 7. Схема анализа концепции упругой системы при изгибе пластин и оболочек по теории А.П. Лещенко.

Представленный на Рис. 7 анализ концепции упругой системы «триада-ми» факторов позволяет сделать вывод, что новая концепция изгиба пластин и оболочек согласуется с основными законами и принципами механики.

Более того, в лаборатории НИИЖБ и ООО Лещенко «Наука» проведены широкомасштабные эксперименты, которые подтвердили новые концепции. В книге представлено много примеров из практики, позволяющих дать решение сложным инженерным задачам. Так, по-новому решена задача о расчете на прочность ж. б. перекрытия многоярусного гаража в районе Коньково города Москвы. Расчет на основе принципа парности позволил, обосновано уменьшить толщину плиты перекрытия на 3 см и этим сэкономить материал. Экономический эффект составил около 100 000 долларов. Далее, в I части книги рассмотрен альтернативный вариант расчета покрытия над стадионом в Лужниках города Москвы. Новый подход позволил выявить слабые места проекта, предельно упростить расчет и предотвратить аварию (проектанты отказались проектировать тяжелую трансформируемую часть покрытия).

Рассмотрена методика расчета нефтеналивных резервуаров в ЗАО «Ростнефть» и даны рекомендации практикам о внедрении новых подходов в расчеты резервуаров и т.д.

Опираясь на неопровержимые доказательства, автор берет на себя ответственность перед будущими поколениями инженеров и предлагает им качественно новую науку о расчетах тонкостенных конструкций, лишенную неразберихи и авторитарных догм.

Следующим предложением в фундаментальной строительной механике упругих систем является метод аналогии в устойчивости и колебаниях, опирающийся на открытие автора: «Специфический закон об аналогии в устойчивости и колебаниях упругих систем».

В строительной механике часто использовались различные аналогии. Так, Сен-Венан использовал мембранную аналогию при исследовании задачи о кручении стержня.

В своих трудах автор использовал понятие аналогии в формах потери устойчивости между одинаковыми упругими системами, нагруженными разными классами нагрузок. Основным пунктом метода аналогии является анализ катастрофы в пос. Савинском Архангельской области, где обрушился склад сырья на цементном заводе в результате потери устойчивости стальных колонн и автору пришлось выяснить причину обрушения (1970 г.).

После катастрофы встал вопрос: Сколько сил и средств необходимо, чтобы восстановить склад сырья? У автора как у инженера интуитивно возникла необычная задача: А какие силы необходимо приложить и какую они совершат работу, чтобы раскрутить скрученные элементы колонн в прежнее положение?

Оказалось, чтобы раскрутить конструктивные элементы колонн, необходимо приложить особые нагрузки—нагрузки поперечного обжатия. Далее выяснилось, что если к полосе с вилочными опорами приложить нагрузку поперечного обжатия, то, при определенном значении этой нагрузки— $q_{кр}$ ,

полоса теряет чисто-крутильную форму потери устойчивости, описываемую уравнением устойчивости при чистом кручении, подобном уравнению Эйлера при продольном изгибе. Дальнейший анализ показал, что это — чисто-бифуркационная задача о крутильной форме потери устойчивости.

Новые виды нагрузок введенные автором, такие как нагрузка поперечного обжатия, нагрузка продольного обжатия и нагрузка осевого сжатия, позволили расширить введенную П.Ф. Папковичем классификацию нагрузок в устойчивости и выявить новые крутильно-сдвиговые формы потери устойчивости (см. Рис. 8, а, б).

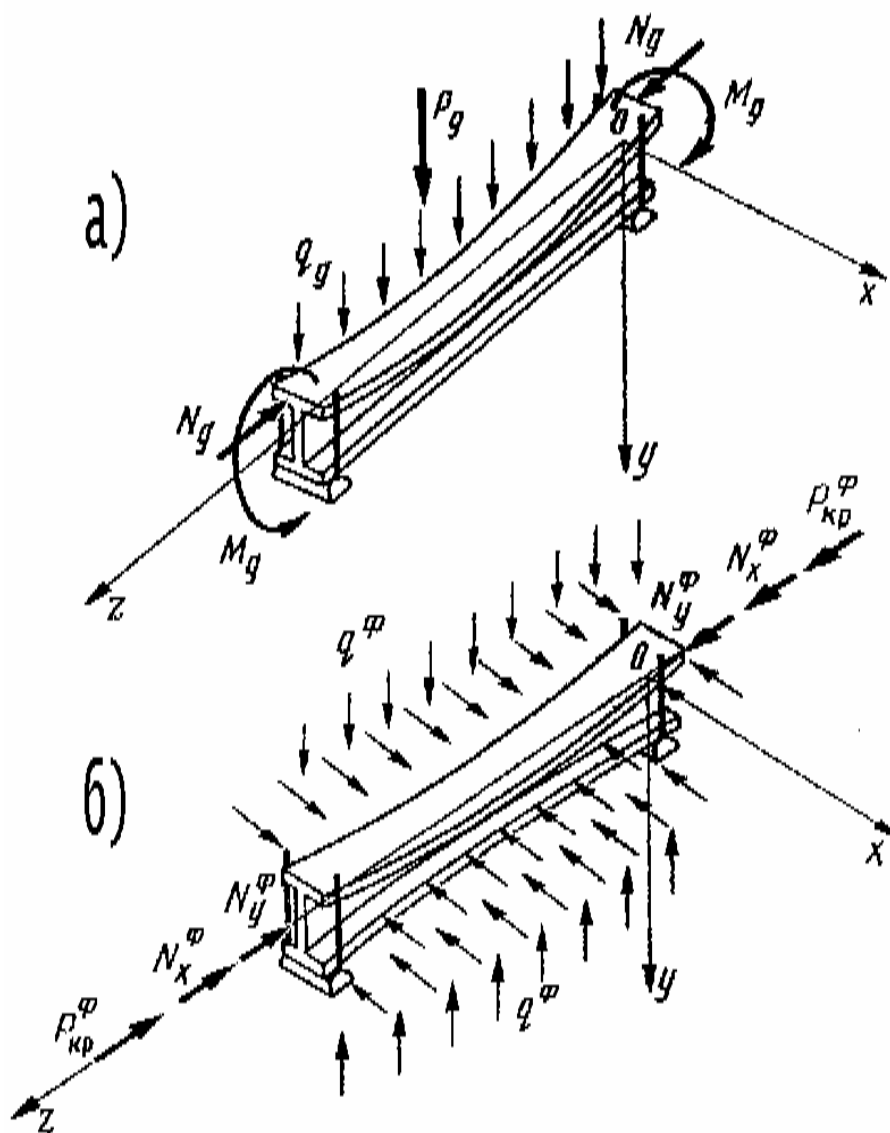


Рис. 8, а, б. I-й и II-й классы комбинаций нагрузок в устойчивости и колебаниях.

Новый класс комбинаций нагрузок в устойчивости – II-й (см. Рис. 8, б) позволил описать сложные изгибно-крутильные формы потери устойчивости

от нагрузок II-го класса—фиктивных нагрузок, которые представляются системой линейных однородных уравнений вида:

$$\begin{aligned}
 & -E \sum_{i=1}^n \delta_i (v'_s)_i + \sum_{i=1}^n q_{кр} = 0, \\
 & -E F \zeta' + P_{кр} + N_y + N_x = 0, \\
 & (E J_y \xi'')'' + N_y \xi'' = 0, \\
 & (E J_x \eta'')'' + N_x \eta'' = 0, \\
 & (G \bar{J}_d - P_{кр} r^2) \bar{\Theta}'' + \bar{q}_{кр} \sum_{i=1}^n h_i \bar{\Theta} = 0, \\
 & (E J_\omega \tilde{\Theta}'') + \tilde{q}_{кр} \sum_{i=1}^n h_i \tilde{\Theta} = 0.
 \end{aligned} \tag{6}$$

дающие следующие значения критических нагрузок  $\bar{q}_{кр}^\phi$ ,  $\tilde{q}_{кр}^\phi$ ,  $N_x^\phi$ ,  $N_y^\phi$  и  $\bar{P}_{кр}^\phi$ .

$$N_y = \frac{\pi^2 E J_y}{\ell^2}, \quad N_x = \frac{\pi^2 E J_x}{\ell^2}, \quad \bar{q}_{кр} = \frac{\pi^2 G \bar{J}_d}{\frac{\pi^2 r^2 \ell}{\tilde{k}} + \ell^2 \sum_{i=1}^n h_i}, \quad \tilde{q}_{кр} = \frac{j^4 \pi^4 E J_\omega}{\sum_{i=1}^n h_i \ell^4}$$

Этой системой уравнений и решениями фактически описывается линейная теория устойчивости для фиктивных нагрузок, которые в практике не встречаются.

Чтобы реализовать эти решения на практике, автору пришлось ввести такие понятия как «аналогия» в форме потери устойчивости, потеря устойчивости «в малом» и потеря устойчивости «в большом» (см. Рис. 9, а, б).

Потерей устойчивости «в малом» называется состояние стержня, связанное с появлением смежных форм равновесия (сколь угодно близких к исходной) в определенных границах ( $f \leq f_{кр}$ ) и при постоянной нагрузке, действующей на стержень.

Введя ограничения на прогиб, автор фактически уточнил известную задачу Эйлера о продольном изгибе стержня, поставленную им 200 лет назад.

Выявим и исследуем особенности изменения нагрузки при потере устойчивости.

Изменения могут быть двух видов: 1) изменения, происходящие без увеличения или уменьшения полной энергии системы (путем подбора соответствующей комбинации между  $\Delta N$  и  $P$  см. Рис. 9, б).

Такие изменения будем называть стационарными (не вызывающими изменения энергетического уровня системы); 2) изменения происходящие с увеличением или уменьшением полной энергии системы (путем уменьшения или увеличения  $\Delta N$  и  $P$ ). Такие изменения будем называть нестационарными (вызывающими изменения энергетического уровня системы).

Нестационарные изменения нагрузок  $\Delta N$  и  $P$  приводят к изменению энергии системы и, соответственно, прогибов  $f_1, f_2, \dots, f_n$ , т.е. вызывают появление смежных форм равновесия и потерю устойчивости системы по отношению к нестандартным изменениям нагрузки (см. Рис. 9, б).

В дальнейшем будем называть потерю устойчивости системы (следующей за потерей устойчивости «в малом») при нестационарном изменении нагрузок на реальных прогибах —  $f_{кр} \leq f \leq f_{ши}$  — потерей устойчивости «в большом». Введем параметр нагрузки  $K = \frac{N}{N_{кр}}$ .

При потере устойчивости «в большом» реализуется вариационный принцип Лежена-Дирихле: при  $K > 1$   $\mathcal{E}(k) = \max$  — неустойчивое равновесие по отношению к нестационарным нагрузкам и  $\mathcal{E}(k) = \text{const}$  — безразличное равновесие по отношению к стационарным изменениям нагрузки (см. Рис. 9, б). В практике расчетов конструкций потеря устойчивости «в большом» представляет интерес, так как предполагает варьирование нагрузками и их классами.

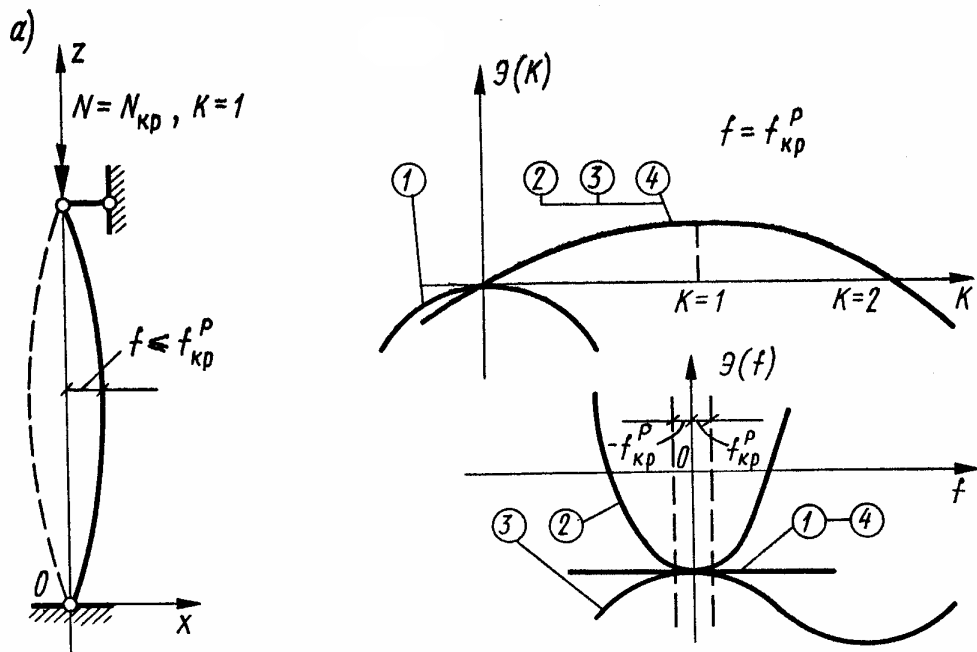
Введение в рассмотрение новых классов нагрузок, варьирование этими классами нагрузок и исследование устойчивости тонкостенных конструкций «в большом» позволяют получить совершенно новые результаты в области устойчивости тонкостенных конструкций. На основе этих результатов разработан метод аналогии в устойчивости и колебаниях, который является краеугольным камнем новой науки о расчетах — «Фундаментальной строительной механики упругих систем».

Проведем анализ концепции упругой системы изгибной и крутильной формы потери устойчивости, представленными 3-м и 5-м уравнениями в системе (6).

На Рис. 10, а, б представлен анализ концепции упругой системы изгибной и крутильной форм потери устойчивости «триадами» факторов. Из схемы анализа видно, что уравнения устойчивости из системы (6) опираются на фундамент основных законов механики.

Если же мы попытаемся провести подобный анализ для уравнений устойчивости II рода по В. З. Власову, то, отсутствие в концепции В.З. Власова понятия бимоента, как внешнего силового фактора, вносит полнейшую неразбериху (см. Рис. 2).

Введем понятие «аналогия» в форме потери устойчивости. Если сравнивать два состояния одного и того же стержня от воздействия разных классов нагрузки (см. Рис. 8, а, б), то при равных критических прогибах и углах закручивания можно легко установить сходство в количестве типов деформаций и их величин. Этот факт сходства назовем «аналогией» в форме потери устойчивости. Если же одна из простых форм устойчивости отсутствует, то тогда имеет место «условная аналогия» в форме потери устойчивости.



б)

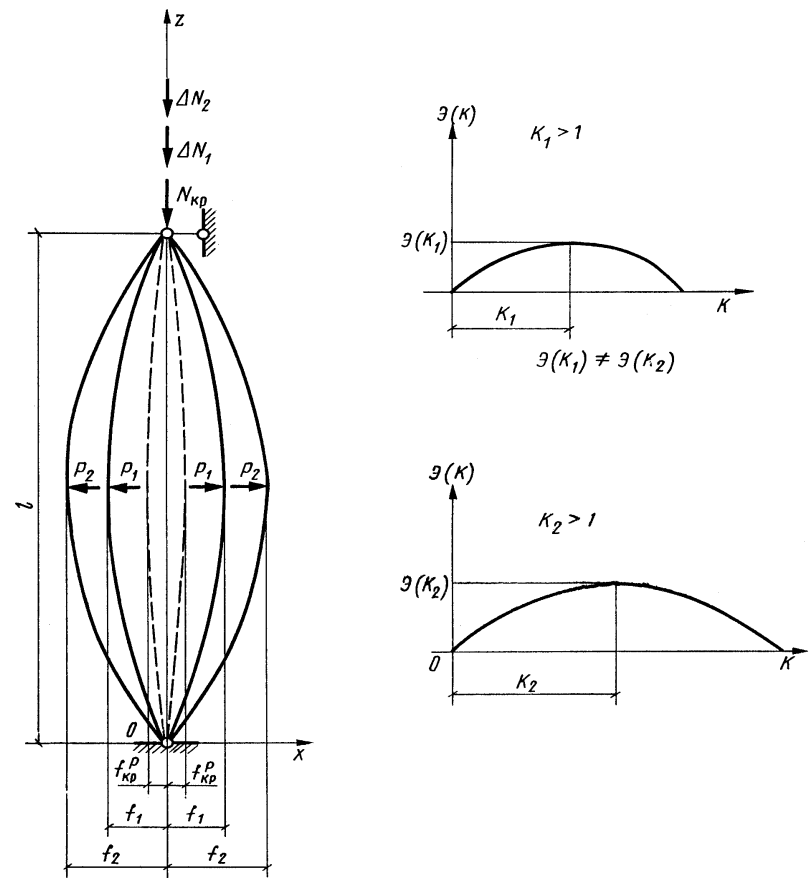


Рис. 9, а, б. Потеря устойчивости упругой системы «в малом» и «в большом».

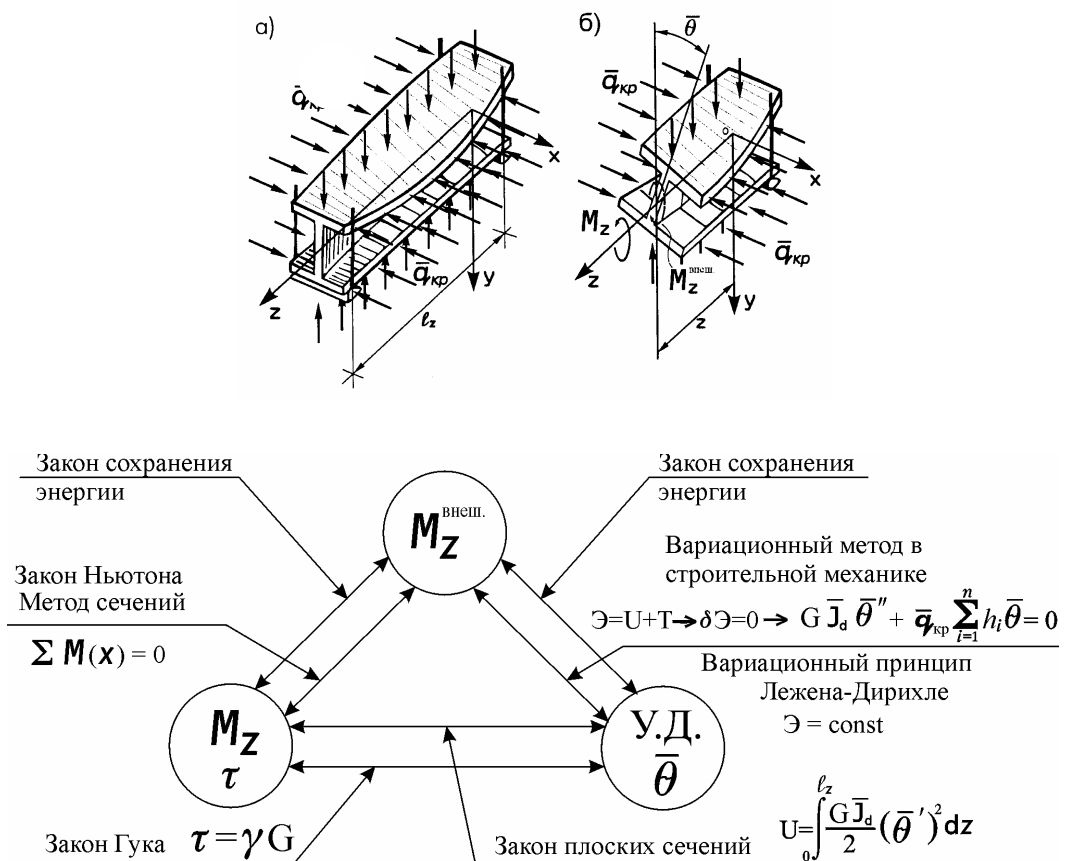
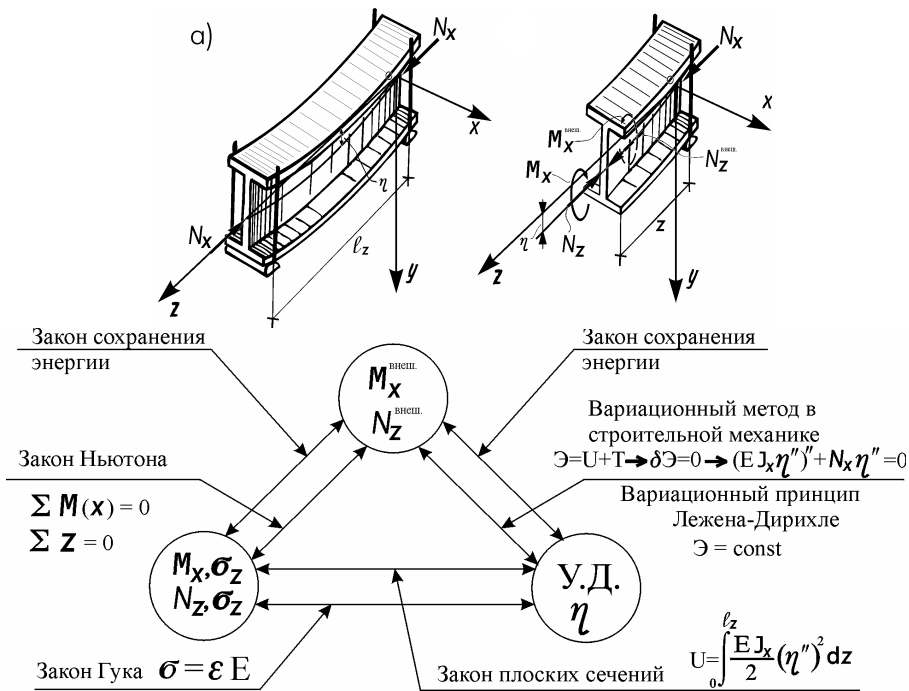


Рис. 10, а, б. Анализ концепции упругих систем при изгибной и крутильной формах потери устойчивости.

Метод аналогии базируется на специфическом законе аналогий в устойчивости и колебаниях упругих систем, который сформулирован в виде теоремы: «Если мы имеем «аналогию» в формах потери устойчивости между системой, нагруженной нагрузками первого класса комбинаций (см. Рис. 8, а), и системой, нагруженной особыми нагрузками второго класса комбинаций (см. Рис. 8, б), то с целью определения критических нагрузок первого класса комбинаций возможен переход к упрощенной задаче об определении критических нагрузок второго класса комбинаций. Переход заключается в следующем:

1. По известным формулам находим значения фиктивных критических нагрузок и соответствующих им критических деформаций;

Найденные значения критических параметров с учетом «аналогии» в формах потери устойчивости подставим в равенство работ внешних сил:  $T_d = T_\phi$ , откуда вычислим искомые значения критических нагрузок первого класса комбинаций».

Доказательство этой теоремы опирается на вариационный принцип Лежана-Дирихле.

Равенство  $T_d = T_\phi$  следует рассматривать как новый энергетический критерий устойчивости, дающий ключ к решению широкого круга задач из практики. На его основе разработаны новые методики расчета конструктивных элементов самолетов, ракет, мостов, дымовых труб и т.д.

Так, в книге представлен расчет пролетного строения металлического моста на устойчивость, выполненный по договору с ЗАО «Гипротрасмост» (Бережковский мост через р. Москва в г. Москве, 1996 г.). Автор выявил слабые места проекта, уточнил схему надвигки пролетного строения и дал проектировщикам практические рекомендации.

Особое внимание заслуживает расчет на устойчивость ригеля переменной жесткости пролетного строения рамно-балочного моста. Этот мост автор представлял к защите на звание инженера 40 лет назад.

Тогда рассчитать мост на устойчивость автор не смог в виду отсутствия достаточной литературы по теории устойчивости. И только метод аналогии дал возможность рассчитать его на устойчивость и динамику и внести поправку в расчет на прочность, идущую в запас прочности на устойчивость.

От разработки линейной теории устойчивости, автор перешел к разработке линейной теории колебаний, построенной на идее аналогии в форме свободных колебаний конструкций. Варьируя нагрузку, уточняя понятия динамической устойчивости и неустойчивости, учитывает влияние нагрузки вводом коэффициента нагрузки, автор предлагает новые научные результаты в теории колебаний, полностью подтвержденные экспериментом.

В процессе эксперимента выявлено еще одно свойство стержней—менять свои качественные характеристики под воздействием нагрузок близких к критическим. Так, внецентренно сжатый жесткий металлический стержень (I N10) при сжимающей нагрузке, близкой к критической, вдруг терял свои свойства сопротивляться изгибу и из жесткой конструкции превращался

в податливую нить, которую движением пальцев рук можно было фиксировать в любом положении.

Кроме того, значительно увеличивалась частота собственных колебаний конструкций. Причем, это «расслабление» происходило и при нагрузках ниже критической, и только при снятии нагрузки «расслабление» прекращалось и стержень приобретал резонансную частоту, равную частоте собственных колебаний. Это обстоятельство требует введения в расчет на колебаний стержня коэффициента нагрузки— $P$ , который учитывал бы способность стержня «расслабляться» под нагрузкой.

Итак, введем коэффициент нагрузки:

$$P = \frac{N}{N_{кр}},$$

где  $N$  — действительная сжимающая нагрузка, действующая на стержень,  $N_{кр}$  — критическая сжимающая нагрузка, вызывающая какую либо из форм потери устойчивости.

Учет нагрузок, действующих на стержень, и ввод коэффициента нагрузки уточняет физику явления и повышает точность расчетов. Новая классификация нагрузок в теории устойчивости применима и в теории колебаний.

Линейную теорию колебаний, описывающую возможные формы колебаний от II класса комбинаций нагрузок, представим в виде системы уравнений вида:

$$\left. \begin{aligned} -EF\zeta' + \check{N}_\phi &= 0 \\ E\delta(v'_s) + q_\phi &= 0 \\ (EJ_y \xi'')'' + \check{N}_\phi \xi'' - m_1 \check{\omega}_{\phi y}^2 \xi &= 0 \\ (EJ_x \eta'')'' + \check{N}_\phi \eta'' - m_1 \check{\omega}_{\phi x}^2 \eta &= 0 \\ G\bar{J}_d \bar{\Theta}'' + (\bar{q}_\phi h_{ст} + m_3 \bar{\omega}_{\phi z}^2) \bar{\Theta} &= 0 \\ (EJ_\omega^* \tilde{\Theta}'')'' - (m_3 \tilde{\omega}_{\phi z}^2 - \tilde{q}_\phi h_{ст}) \tilde{\Theta} &= 0 \\ (G\bar{J}_d - P_\phi \Gamma^2) \bar{\bar{\Theta}}'' + m_3 \bar{\bar{\omega}}_{\phi z}^2 \bar{\bar{\Theta}} &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Для реализации этих уравнений применим метод аналогии. Как и в теории устойчивости сформулируем теорему: «Если мы имеем аналогию в формах свободных колебаний упругой системы, нагруженной нагрузками I класса комбинаций, и системы, нагруженной нагрузками II класса комбинаций, то возможен переход к упрощенной задаче определения частоты свободных колебаний системы «расслабленной» нагрузками II класса комбинаций, который заключается в следующем:

1. По известным формулам находим значения частоты свободных колебаний упругой системы «расслабленной» фиктивными нагрузками II класса комбинаций;

2. Найденное значение частоты свободных колебаний с учетом аналогии в форме свободных колебаний подставим в равенство работ внешних сил сравниваемых систем  $T_d = T_\phi$ , откуда вычислим значение частоты свободных колебаний системы, «расслабленной» нагрузками I класса комбинаций.

Доказательство этой теоремы опирается на вариационный принцип динамического равновесия, согласно которому при  $t = j\pi/2\omega$  ( $j=1,3,5\dots$ ) колеблющаяся система находится в состоянии безразличного равновесия (динамическое равновесия) по отношению к стационарным изменениям нагрузок  $P_d$  и  $P_\phi$ , что позволяет менять соотношения  $P_d$  и  $P_\phi$ , не нарушая динамического равновесия системы.

Равенство  $T_d = T_\phi$  представляет собой новый энергетический критерий динамического равновесия, дающий ключ к решению широкого круга задач из практики.

Так, на металлургическом заводе в Турции 2000 г. во время землетрясения возникла опасность обрушения дымовой трубы сталелитейного цеха. Руководство МЧС России обратилось к автору с просьбой провести экспертизу промышленной безопасности этой трубы. Применяв метод аналогии и новый энергетический критерий устойчивости, автор расчетом установил, что, при той сейсмической нагрузке, которая имела место, труба была близка к потере динамического равновесия и, поэтому, жаростойкий внутренний металлический кожух трубы покосился, нарушив связи с ж.б. корпусом трубы.

В настоящее время ООО Лещенко «Наука» разработаны методики расчета на динамику и флаттер конструктивных элементов самолетов, ракет, мостов, дымовых труб и т.д.

Особое внимание заслуживает расчет ригеля переменной жесткости пролетного строения рамно-балочного моста. Как уже упоминалось выше, этот мост был представлен автором на защиту звания инженера 40 лет назад и тогда не только автор — никто не смог рассчитать мост на динамику в силу отсутствия законченной теории колебаний. Сегодня, на основе широкомаштабных экспериментов, автор рассмотрел проблему с учетом метода аналогии в устойчивости и динамики моста и полученные результаты полностью подтвердили теоретические расчеты: в данном случае получен расчет частот собственных колебаний ригеля.

Метод аналогии в устойчивости и колебаниях прошел экспериментальную апробацию в лабораториях ЛИСИ в 1978 году и лаборатории ООО Лещенко «Наука» в 1985 году.

В диссертации эти результаты подробно описаны.

Научный эксперимент позволил автору с иных позиций взглянуть на существующую теорию флаттера летательных аппаратов.

Flutter (англ.)—махать (крыльями). Появилось это слово в технике на заре авиастроения, Как при испытании и освоении новых моделей самолета, так и при эксплуатации действующих авиалайнеров весьма неожиданно и непредсказуемо стало проявляться это непонятное и катастрофическое явление.

При значительных нагрузках на самолет в полете отдельные элементы его конструкции, как бы вдруг, получали колебания с быстро растущей амплитудой и, даже при резком снижении скорости самолета, разрушались, что очень часто заканчивалось катастрофами. Этому явлению дали название—колебания типа «флаттер».

Впервые исследования явления «флаттера» занялся немецкий инженер Блазиус в 1918 году. В России первые теоретические и экспериментальные разработки явления «флаттера» начались в ЦАГИ в 1935 году. Первые исследователи явления «флаттера» делали акцент на влияние аэродинамических сил, развивающихся в процессе полета самолета. Были созданы теории «флаттера» -- стационарная и нестационарная. Однако, все эти концепции не учитывали еще одно очень важное свойство конструкций самолета—способность менять свои качественные характеристики под действием нагрузок в полете.

Как уже описывалось выше, автору в процессе эксперимента удалось выявить необычное свойство стержней—способность менять свои качественные характеристики по воздействию критических нагрузок.

Это обстоятельство натолкнуло автора на мысль, что подобные явления происходят и при «флаттере» летательных аппаратов: отдельные конструкции самолетов под воздействием значительных нагрузок в полете теряют свои качества и способность сопротивляться нагрузкам и очень быстро и неожиданно разрушаются. Как показали широкомасштабные эксперименты в механической лаборатории ЛИСИ (1978 г.) и в лаборатории ООО Лещенко «Наука» (1986 г.), если стержни изменившие свои первоначальные свойства под действием значительных нагрузок (близким к критическим), раскачивать с определенной частотой, то они входили во флаттер и очень быстро разрушались.

Все это дало возможность автору построить принципиально новую теорию флаттера, объясняющую явление «флаттера» с совершенно иной точки зрения, чем существующие концепции. В основу этой теории были заложены следующие факторы:

1. Уточнена физика явления и выявлено свойство конструкции изменять свои качественные параметры под нагрузкой.

2. Вместо аэродинамических сил и связанной с ними критической скорости полета в расчет на флаттер вводится принципиально новая так называемая критическая сила тяги —  $T_{кр}$ , равная силе лобового сопротивления с коэффициентом восприятия, учитывающим ее передачу на те или иные элементы конструкций летательного аппарата.

3. Поскольку проблема флаттера конструкций по своей сути подобна явлению колебаний, то для нахождения критических частот флаттера автором используется разработанный им метод аналогии в колебаниях и систему уравнений колебаний (7), при  $p=1$ .

Следует отметить, что в предлагаемой методике расчета на флаттер влияние аэродинамических сил не отбрасывается, а заменяется влиянием си-

лы тяги (лобового сопротивления) как главного силового фактора, способного вызвать потерю устойчивости «в большом» конструктивного элемента самолета. Все остальные силовые факторы, в том числе аэродинамические силы, вызывающие бафтинг летательного аппарата, являются опасными и могут вызвать разрушение конструкции самолета, но только после того, как сила тяги достигнет критического значения и конструктивные элементы начнут терять устойчивость «в большом».

Такой подход к задаче дает возможность из всего многообразия выделить главные, рассчитать их и, таким образом, значительно уточнить физическую модель флаттера и упростить расчеты. Новая модель флаттера и расчет подтверждены многочисленными экспериментами, которые подробно описаны в книге автора.

Если провести анализ концепции упругой системы, увязывая взаимодействие «триады» факторов (см. Рис. 10, а, б), для задач устойчивости, колебаний и флаттера на основе метода аналогии, то все классические принципы—закон сохранения энергии, закон Ньютона, закон Гука, вариационные принципы механики—остаются неизменными и основополагающими, то есть автору впервые удалось рассмотреть и поставить эти актуальные проблемы строительной механики на фундамент законов природы.

Более подробно и обстоятельно, чем в автореферате, автор рассматривает и перечисленные выше принципы, методики, эксперименты и их результаты в своей книге «Фундаментальная строительная механика упругих систем», которую можно рассматривать как пособие для инженеров, проектировщиков и научных работников.

Это третья книга автора, посвященная актуальным проблемам строительной механики. Первую книгу «Строительная механика тонкостенных конструкций», Стройиздат, Москва, 1989 г. автор защитил как диссертацию на ученом совете в 1992 году и совет присвоил ему ученую степень кандидата технических наук.

В 1995 году вышла в свет вторая книга автора «Новые начала строительной механики тонкостенных конструкций», Стройиздат, Москва, 1995 г., где автор продолжил и расширил свои исследования и впервые применил системный подход к задачам строительной механики.

Автор дважды выходил с этой работой в ученый совет на защиту докторской диссертации (3 июля 1996 года и 22 октября 1998 года), и каждый раз на первый план выступали не научные результаты—они подтверждены неопровержимыми экспериментальными данными, а всплывала проблема научной этики среди членов совета: чистота, верность и честность в суждениях ученых, их чувство ответственности. Именно это всякий раз заводило ученый совет в болото обструкции, интеллектуальной дедовщины и беспредметной болтовни. На защиту автором был представлен экспериментальный стенд по изгибу пластин и оболочек. Этот стенд давал возможность показать ошибочность старых концепций, которые дают ошибку на порядок больше, чем теоретические расчеты по концепции автора!!!

Руководство совета категорически запретило использовать в процессе защиты экспериментальный стенд, ссылаясь на надуманную отговорку— будто бы 100 кг металла могут вызвать пожароопасную ситуацию. Таким образом обструкционисты-оппоненты лишили работу соискателя наглядности и убедительной доказательной базы. В результате главный аргумент автора был игнорирован, а восторжествовала извне навязанная мертвая умственная схема. Момент истины никого не интересовал.

На защите своей докторской диссертации 3 июля 1996 года в заключительном слове автор обратился к совету, и процитировал притчу Иисуса Христа из нагорной проповеди:

«А потому всякий, кто слышит эти слова и исполняет их, будет уподоблен человеку благоразумному, который построил свой дом на скале. И полил дождь и пришло наводнение, и подули ветры и обрушились на тот дом, но он не упал, потому что был основан на скале. А всякий, кто слышит эти слова и не исполняет их, будет уподоблен человеку глупому, который построил свой дом на песке. И полил дождь, и пришло наводнение, и подули ветры и обрушились на тот дом, и он упал, и велико было разрушение его.

И когда Иисус окончил эти слова, народ был поражен тем, как он учил.» (Библия, Синодальный перевод, Матфея 7:24—28).

Свое обращение к совету автор закончил словами: «Дадите ли Вы мне ученую степень или нет, я буду идти дальше и добьюсь признания потому, что мой «дом»—моя научная работа построена на скале».

Некоторые члены совета решили поддержать новаторские идеи автора и проголосовали за присуждение автору ученой степени доктора технических наук. Но большинство совета (10 из 13 членов совета) проголосовали против присуждения автору степени доктора наук. Они не смогли преодолеть навязанных извне умственных схем и трафаретов. Об этом еще пол века назад писал русский ученый и патриот Иван Александрович Ильин:

«Понятие» Бога не является объясняющей «гипотезой» в составе науки; но Дух Божий есть истинная и определяющая основа всех академических трудов и достижений. Все великие ученые последних веков знали и открыто исповедовали это – и Коперник, и Бэкон, и Ломоносов, и Либих, и фон Майер, и Дю-Буа-Реймон, и Фехнер, и Карлейль. Они выговаривали свое понимание с недвусмысленной ясностью и благоговением; и были в этом правы и безошибочны. Они искали и находили не видимость, а сокровенную сущность. А чтобы проникнуть до сущности, надо смотреть вглубь, туда, где пребывает живая тайна мироздания, – творчески задуманная Господом и заданная нам для творческого исследования... И первое, с чего всякая академия должна начать, это преодоление всех извне навязанных и потому мертвых умственных схем и трафаретов: все они действуют на мысль, на совесть, на дух и на волю человека подобно трупному яду». [11, стр. 468–469]

Свой успех в науке автор видит не в том, что получит степень доктора наук, а в том, что смог преодолеть навязываемые извне умственные схемы и

трафареты, выйти на очень узкий путь исследователя-искателя истины и коснуться тайн мироздания.

Годы огромного труда и борьбы в прошлом и автор счастлив тем, что смог через все пронести свои идеи и передать их людям, Автор выходит на новый виток преодоления препятствий не ради ученой степени, а ради настоящей большой науки и пользы людям, Автор глубоко убежден, что новое поколение инженеров будет избавлено от ошибочных умственных схем и трафаретов и будет воспитываться на системном подходе-фундаменте для всех задач строительной механики.

## Выводы:

1. Разработана схема анализа концепции упругой системы на основе «триады» факторов и их взаимосвязи. Доказано основополагающее значение принципов строительной механики, связывающих «триаду» факторов.

2. Внедрен на практике в строительную механику вариационный метод применительно к сложнейшим инженерным задачам.

3. На основе широкомасштабных экспериментов и теоретических исследований открыты три новых закона в строительной механике:

I—явление разделения крутильных деформаций упругих стержней

II—специфический закон аналогии в устойчивости и колебаниях упругих систем

III—принцип парности силовых факторов в строительной механике.

4. В общетеоретическом плане на основе анализа концепции упругой системы «триадой» факторов, вариационного метода и трех неизвестных ранее законов разработан и внедрен на практике системный подход, позволяющий уточнить физическую модель разрушения конструкций, упростить расчеты и подвести под задачи строительной механики фундамент законов.

5. Представлена к внедрению в практику качественно новая наука о расчетах—«Фундаментальная строительная механика упругих систем», которая может быть рекомендована для преподавания студентам всех строительных ВУЗов и техникумов, а также, как пособие для инженеров, проектировщиков и научных работников.

6. Новые научные результаты, изложенные в диссертации, представляют собой новое научное направление в строительной механике и являются базой для создания перспективной научной школы.

7. В течении последних 30 лет на всех этапах развития нового перспективного научного направления с новыми концепциями автора знакомились инженерная общественность в России и за рубежом, о чем свидетельствуют многочисленные письма, акты внедрения, публикации, патенты, отзывы, лицензии и т.п.

### Публикации:

1. А.П. Лещенко «Функциональная строительная механика упругих систем», г. Таганрог, ЗАО «Полиграфобъединение», 2003 г.
2. А.П. Лещенко «Новые начала строительной механики тонкостенных конструкций», Москва, Стройиздат, 1995 г.
3. А.П. Лещенко «Строительная механика тонкостенных конструкций», Москва, Стройиздат, 1989 г.
4. А.П. Лещенко «Анализ концепции упругой системы». Статья в журнале «Промышленное строительство», №7, Стройиздат, 1993г.
5. А.П. Лещенко «Новые начала строительной механики тонкостенных конструкций». Статья в журнале «Промышленное и гражданское строительство», №12, Стройиздат, 1999 г.
6. А.П. Лещенко «Новые подходы в практике проектирования строительных конструкций». Статья в журнале «Промышленное и гражданское строительство», №11—12, Стройиздат, 1995 г.
7. А.П. Лещенко, В.П. Юзиков «Решение качественным методом некоторых задач об устойчивости и колебаниях стержней». Труды НПИ, т.255, г. Новочеркасск, 1972 г.
8. А.П. Лещенко «Об аналогии в задачах устойчивости стержней». В книге «Исследования по расчету строительных конструкций». Межвузовский тематический сборник трудов №62(131), Ленинград, ЛИСИ, 1972 г.
9. А.П. Лещенко «Некоторые новые задачи об устойчивости полос». В книге «Исследования по расчету строительных конструкций». Межвузовский тематический сборник трудов №64(120), Ленинград, ЛИСИ, 1976 г.
10. А.М. Масленников, А.П. Лещенко «Крутильно-сдвиговые формы потери устойчивости тонкостенных стержней». В книге «Строительная механика сооружений». Межвузовский тематический сборник трудов №3, Ленинград, ЛИСИ, 1978 г.

### **Открытия:**

1. «Явление разделения крутильных деформаций упругих стержней». Автор А.П. Лещенко, Диплом № 000006 от октября 1992 г. Международный аттестационный совет.  
(см. Прил. 1).
2. «Специфический закон аналогии в устойчивости и колебаниях упругих систем». Автор А.П. Лещенко, Диплом № 000007 от 6 октября 1992 г. Международный аттестационный совет. (см Прил. 2).
3. «Принцип парности силовых факторов в строительной механике». Автор А.П. Лещенко, Диплом № 000008 от 6 октября 1992 г. Международный аттестационный совет.  
(см. Прил. 3)

### **Изобретения:**

1. «Отказомер сваебойного агрегата». Авторы А.П. Лещенко и другие. Свидетельство № 642435 от 21 сентября 1978 г. Прил. 4
2. «Способ контроля потери устойчивости металлических строительных конструкций». Автор А.П. Лещенко и другие, Патент № 2150098 от 27 мая 2000 г. Прил. 5

### **Лицензии:**

1. Лицензия Гоостроя России № Д 163919 от 22 марта 2002 г. до 2007 г. Проектирование несущих конструкций, деталей, узлов зданий и сооружений.  
**Прил. 6**
2. Лицензия Госгортехнадзора России № 60-ДЭ-000714 от 9 января 2003 г. до 2008 г. Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений.