Гендерная теория предельных напряженных состояний

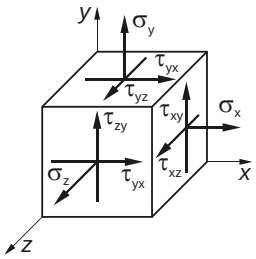


Рис. 1

В публикации 1822 г. великий французский математик О. Л. Коши (1879-1857) не только ввел понятия напряжения и деформации, но и заложил основы обшей теории напряженного состояния (НС). Проанализировав НС в произвольной точке нагруженного тела, он пришел к выводу, что НС характеризуется тремя нормальными напряжениями и тремя касательными (строго говоря, тремя парами равных по модулю касательных напряжений) – Рис. 1. Рассматривать шесть переменных было сложно и неудобно, и Коши предложил сводить любое НС к так называемым главным нормальным напряжениям, то есть таким, которые действуют в площадках, свободных от касательных напряжений (Рис. 2). С точки зрения гендерного подхода Ю. В. Григорьева, такие нормальные напряжения являются «холостяками», живущими в домах (площадках) без женщин.

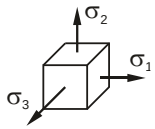


Рис. 2

Известно, что главные нормальные напряжения – не только холостяки, но и «экстремалы», то есть они достигают максимальных (по модулю) значений среди всех нормальных напряжений в своих площадках при их произвольном повороте в пространстве. Оно и понятно: мужчина велик и могуч, пока живет один, стоит же при нем появиться хотя бы одной женщине, он сразу блекнет, сжимается и съеживается. Тем более, когда таких женщин две – ведь это общий случай НС. Кем бы они ни были, мужчина уже не может распоряжаться собой полностью и вынужден учитывать интересы домочадцев.

Однако существуют не только главные нормальные, но и главные касательные напряжения. Можно показать, что возникают они в площадках, равнонаклоненных (то есть ориентированных под 45°) к площадкам главных нормальных напряжений.

Что общего и различного между главными напряжениями: нормальными и касательными? Сходство в том, что и те, и другие достигают экстремумов. Отличие же в том, что в площадке главного касательного напряжения нормальные напряжения в общем случае все равно есть, а в площадке главного нормального напряжения касательных нет по определению.

Гендерный подход легко объясняет и этот феномен. Площадка главного касательного напряжения – та редкая семья, где глава – женщина, а ее мужчина ровным счетом ничем не может похвастаться: он и не главный, и не экстремальный, да и равен среднему арифметическому соседних главных напряжений. Такой он и есть – средненький, серенький, неприметный. Одним словом – подкаблучник.

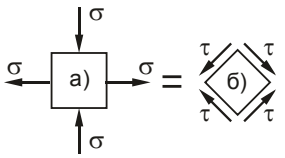


Рис. 3

В качестве примера рассмотрим известную задачу о двухосном НС с равными по модулю и противоположными по знаку нормальными напряжениями (Рис. 3, *а*). Можно легко показать, что при повороте его на 45° нормальные напряжения полностью переходят в касательные и дают НС типа «чистый сдвиг» (Рис. 3, *б*). Нетрудно видеть, что все показанные площадки – главные, только на Рис. 3, *а* это площадки главных нормальных, а Рис. 3, *б* – главных касательных напряжений. Чистый сдвиг – это тот самый частный случай главных касательных напряжений, при которых нормальных нет. Женщина хоть и главная, но зато незамужняя и одинокая, и ей только и остается, что смотреться в зеркало.

Точку тела можно уподобить городу, где в разных домах-площадках живут разные по величинам мужчины и женщины, находящиеся в сложных взаимоотношениях. Например, в данном случае мы видим три дома, где порознь живут одинокие люди: двое мужчин и женщина. Из рисунка можно даже предположить, как именно складывалась та и другая связи: растягивающее напряжение отвергло притязания женщины, а она сама отказала напряжению сжимающему. Впрочем, данная тема слишком сложна и еще ждет своего исследователя (*см. Приложение*).

Теперь, подробно изучив два типа главных напряжений и площадок, вернемся к выбору Коши. Ведь он мог бы предложить сводить любое НС к главным касательным, а не нормальным напряжениям. Почему же он этого не сделал?

Конечно, кроме Коши, на этот вопрос вряд ли кто ответит. Но можно предположить, что у его выбора были сразу три причины: историческая, математическая и гендерная.

С незапамятных времен человека больше интересовали именно нормальные напряжения. Например, при строительстве корабля невозможно обойтись без того, что моряки называют «бегучим такелажем»: тросов, цепей, шкотов, лееров, фалов. От их прочности на растяжение зависит жизнь корабля а, следовательно, и экипажа. С другой стороны, при строительстве здания наиболее важными оказываются напряжения сжимающие – ведь именно они действуют в стенах, фундаментах и колоннах.

Касательные же напряжения представляли куда меньшую важность. В обыденной жизни вообще трудно найти примеры работы деталей конструкций на статическое кручение. Шуруп, сверло, ворот – вот и все, пожалуй. Переход этих деталей в предельное состояние почти никогда не приводил к трагическим последствиям. А о динамическом кручении до изобретения паровой машины Уатта (1769 г.) вообще говорить всерьез не приходилось.

И только европейская промышленная революция вообще, а в частности – появление и развитие железных дорог, побудили механиков начать подробно изучать также и кручение, а значит, и

касательные напряжения. Но первая железная дорога появилась не только на три года позже выхода статьи Коши, да еще и в другой стране! Поэтому понятно, что Коши придавал касательным напряжениям меньшее значение, чем нормальным.

Математическая причина была изложена выше. Сделав выбор в пользу касательных напряжений, Коши столкнулся бы с необходимостью рассматривать в общем случае шесть переменных, а ведь именно от этой задачи он и пытался избавиться. Напротив, перейдя к главным нормальным напряжениям, он получил задачу всего с тремя независимыми величинами.

Наконец, Коши, будучи мужчиной, лучше чувствовал и понимал именно нормальные напряжения. Вряд ли он осмысленно проводил гендерные аналогии, но то, что они подсознательно повлияли на его решение – несомненно.

После открытия Коши развитие общей теории НС и теории предельных состояний, как ее части, шло сложными и тернистыми путями. Множество критериев предельных состояний предлагалось и почти всегда отвергалось из-за несоответствия эксперименту. И естественный отбор постепенно выделил три наиболее адекватных и точных критерия предельных состояний.

Критерий наибольшего касательного напряжения, основанный на экспериментах А. Э. Треска (1864 г.) и теоретически оформленный А. Сен-Венаном (1871 г.), утверждает, что равноопасны такие НС, в которых τ_{max} достигают одинаковых значений. Для эквивалентного напряжения из этого утверждения следует:

$$\sigma_{экв} = \sigma_1 - \sigma_3 \qquad (1)$$

Теория предельных состояний О. Х. Мора, фактически созданная в 1888 г., но обратившая на себя должное внимание 12 лет спустя, в 1900 г., приводит к окончательной формуле

$$\sigma_{экв} = \sigma_1 - \frac{\sigma_L^+}{\sigma_L^-}\sigma_3 \qquad (2)$$

И, наконец, критерий энергии формоизменения, предложенный независимо М. Т. Хубером (1904 г.) и Р. Мизесом (1913 г.), основан на том утверждении, что два НС равноопасны, если в них удельная (на единицу объема) энергия изменения формы достигает одинаковых значений. Отсюда следует:

$$\sigma_{экв} = \frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2}$$

Осталось проанализировать результаты с точки зрения гендерного подхода.

Нетрудно видеть, что все три критерия оперируют главными нормальными напряжениями, строго следуя выбору Коши. Однако можно утверждать, что они же, явно или неявно, говорят о том, что предельное состояние определяется напряжениями касательными!

Начнем с критерия Треска-Сен-Венана. В нем концепция главенства касательных напряжений сформулирована настолько открыто, что даже вынесена в название. В качестве косвенных доказательств его истинности можно привести тот факт, что хрупкие материалы при растяжении, сжатии и кручении почти всегда разрушаются отрывом, то есть трещиной, проходящей в площадках, наклоненных под углом 45° к оси стержня. А именно в этих площадках, как мы показали ранее, возникает наибольшее (первое из главных) касательное напряжение.

В критерии Хубера-Мизеса эта идея несколько замаскирована, но, тем не менее, может быть легко выявлена. Рассмотрим, например, вал кругового сечения, нагруженный крутящим моментом (Рис. 4). Вал не меняет никаких своих размеров: ни продольного (длина), ни поперечного (диаметр). При этом форма любого элемента вала меняется, например, квадрат, нарисованный на поверхности до нагружения, превращается в ромб. Точно так же ведет себя квадрат на Рис. 3, *б*, при этом его линейные размеры почти не меняются. Наконец, опыты П. Бриджмена наглядно доказали, что при наложении на любое НС равноосного сжатия любой, сколь угодно большой, величины, предельное состояние не наступает.

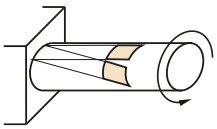


Рис. 4

Иными словами, раз переход в предельное состояние вызывается искажением именно формы, а не размеров, значит, этот переход определяется именно касательными, а не нормальными напряжениями. То есть идеологически критерии Треска-Сен-Венана и Хубера-Мизеса оказываются если не идентичными, то сходными, говоря об одном и том же явлении разными словами. Разумеется, их численные результаты в большинстве практических задач тоже весьма близки.

В рамках теории Мора подобное доказательство осложнено учетом предельных напряжений при растяжении и сжатии. Однако можно рассмотреть два частных случая: весьма пластичный и весьма хрупкий материалы. В первом случае предельные напряжения можно считать равными и формула (2) просто переходит в формулу (1), которую мы уже рассмотрели. У хрупкого же материала, как правило, $\sigma_L^+ << \sigma_L^-$, и формула (2) превращается в формулу для одноосного растяжения $\sigma_{экв} \approx \sigma_1$. Поведение образцов из хрупких материалов при растяжении хорошо известно: они разрушаются трещиной все по тем же площадкам наибольшего касательного напряжения. Таким образом, теория Мора приходит приблизительно к тем же качественным выводам.

Теперь отвлечемся от механики и приведем несколько статистических сводок.

В России женщины составляют в настоящее время 8-12% от общего числа предпринимателей, возглавляющих предприятия различных форм собственности. В действующем Совете Федерации в числе 178 сенаторов всего 7 женщин (4%). Среди руководителей органов государственного управления и их структурных подразделений женщины составляют 44%, а на производстве в числе первых руководителей – 24%, начальников цехов, участков, мастерских и отделов – 23%. Среди дипломированных специалистов женщин-руководителей только 7%. Из докторов наук только 14% женщин.

В США из 1315 членов советов ста крупнейших компаний всего 7.5% женщин, а среди руководителей крупнейших профсоюзов – лишь 11.5%. Среди руководителей компаний в мире 21% – женщины. В Японии они составляют только 10% от всего руководящего состава фирм и корпораций, а в Южной Корее руководителей-женщин еще меньше – всего 2%!

До конца XIX в. о руководящей роли женщин не приходилось говорить вовсе.

То есть получается, что наша жизнь во все эпохи и на всех континентах определяется мужчинами. Политика, бизнес, искусство, наука, промышленность, сельское хозяйство, армия – управляются почти исключительно представителями сильного пола. Однако если разобраться, то мотивом, стимулом к их деятельности являются как раз женщины. Преуспевание является средством либо обеспечить свою семью (работает инстинкт продления рода), либо утвердиться в глазах окружающих женщин (самореализация), либо завоевать сердце одной из них (две рассмотренных причины сразу).

Об искусстве следует сказать отдельно. Почти все его произведения (проза, поэзия, скульптура, живопись, театр, музыка) воспевают женщин и романтические чувства к ним. Оно и понятно: искусство – дело почти исключительно мужское. Много ли вам известно женщин-художниц, женщин-скульпторов, женщин-композиторов? Сколько бы их ни было, но по численности и таланту они уступают мужчинам на порядок. Поэтому, не создавая произведения искусства самостоятельно, женщины порождают у мужчин чувства и переживания, заставляющие их творить.

В книге «Антропология пола» член-корреспондент РАН М. Л. Бутовская пишет: «*базовым полом всегда выступает женский, а не мужской … женский организм более устойчив к влиянию окружающей среды, да и поведение женщин отличается большей стабильностью и способностью противостоять социально-экономическим стрессам … так как именно от него зависит воспроизводство и сохранение вида. В природе существуют такие виды животных, у которых в популяциях временно или постоянно отсутствуют самцы. Однако не описано ни одного вида, у которого бы не было самки. Когда в обществе возникают дискуссии о значимости мужчин и женщин, и женщинам отводится второстепенная роль, следует вспоминать эти примеры. Реальные факты истории человеческих обществ недвусмысленно показывают, что при необходимости женщина способна выполнять мужские роли в хозяйственной деятельности, политике и даже военном деле. Женщина может охотиться, строить дома, управлять государством, воевать и вести политические переговоры, но ни при каких условиях невозможно научить мужчину рожать детей. С эволюционной точки зрения в плане воспроизводства женский пол также оказывается базовым, и от него зависит выживание человека как вида*».

Таким образом, при внешнем господстве мужчин почти во всех сферах жизни тайные, а иногда и явные, мотивы их господства находятся в их женах, матерях, дочерях, возлюбленных. Женщина, оставаясь в тени, управляет ходом жизни, а мужчина – лишь послушный инструмент в ее руках.

Та же ситуация сложилась и в механике деформируемого твердого тела. Да, Коши вывел из рассмотрения касательные, женские, напряжения, отодвинул их на второй план и сосредоточился на напряжениях нормальных, мужских. Но затем почти столетние поиски критерия предельного состояния привели к созданию трех концепций, которые, пусть и разными словами, пусть и с оттенками и нюансами, утверждают одно: прочность твердых тел определяется касательными напряжениями.

Таким образом, гендерный подход к изучению общей теории напряженного состояния, задуманный Ю. В. Григорьевым как шутка, как мнемонический прием для запоминания студентом непростых закономерностей, оказывается гораздо глубже, затрагивая фундаментальные основы не только механики деформируемого твердого тела, но и многих социальных и гуманитарных дисциплин.

Не исключено, что в скором будущем в курс сопротивления материалов войдет глава «Гендерная теория напряжений», будут изданы сборники задач по гендерной теории упругости, специалисты разработают курс лабораторных работ «Экспериментальные механико-гендерные методы», появятся математический аппарат гендерных расчетов и соответствующие пакеты прикладных программ.

С другой стороны, психология и подобные гуманитарные науки станут включать в себя сопротивление материалов как составную часть. Будут подробно изучены молекулярные, квантовые, биологические, биофизические, биохимические и философские основы гендерного подхода. Настольными книгами механиков и психологов станут фундаментальные труды «Механические начала натуральной психологии», «Расчеты на прочность в социологии» (в трех томах), и многие другие.

Приложение

Темы для самостоятельного рассмотрения

Механика деформируемого твердого тела

1) Общая теория напряженного состояния для главных касательных напряжений. Математическая модель. Сравнение с результатами экспериментов;
2) Эллипсоид напряжений (эллипсоид Ламе) и его гендерное описание. Гендерный смысл вектора полного напряжения;
3) Гендерное толкование октаэдрических площадок. Связь октаэдрического касательного напряжения и эквивалентного напряжения по критерию Хубера-Мизеса. Гендерный анализ этой связи;
4) Круговая диаграмма Мора и ее гендерная интерпретация;
5) Удельные потенциальные энергии изменения объема и формы с точки зрения гендерного подхода. Гендерное доказательство независимости предельного состояния от энергии изменения объема;
6) Принцип суперпозиции напряжений в гендерном аспекте;
7) Гендерная суть предельного состояния для трех типов материала (хрупкие, пластичные, конструкционные);
8) Чистый сдвиг и наибольшая разница между критериями предельного состояния. Гендерное рассмотрение проблемы.

Геометрия

1) Основы гендерной геометрии плоских фигур. «Мужские» осевые и «женские» центробежные моменты инерции;
2) Гендерное содержание полярного момента инерции;
3) Статические моменты и детская психология;
4) Гендерное значение центральных и главных осей инерции.

Социология, семейная психология

1) Плоское напряженное состояние: женщина, живущая на два дома, или многомужество?
2) Упрощенно-плоское напряженное состояние как модель идеальной семьи;
3) Возможно ли равноосное растяжение? Гендерная позиция;
4) Чистый сдвиг, проблема женского одиночества и ретроспективная психология;
5) Роль второго касательного напряжения: жена, мать, сестра, дочь или любовница?
6) Главные напряжения – «Три холостяка». Их соперничество и взаимопомощь;
7) Отктаэдрические напряжения – сверхмужчина и сверхженщина?
8) Феминизм в механике: стоит ли вообще учитывать нормальные напряжения?

Политология

1) Равноправие главных напряжений в критерии Хубера-Мизеса: модель идеальной демократии?
2) Предельное состояние – кризис, революция или война? «Мужское» разрушение отрывом и «женская» текучесть
3) Равноосное сжатие – стабильность абсолютной диктатуры?
4) Девиатор и шаровой тензор как революционная и консервативная части общества.

Философия, астрофизика, теология и др. науки

1) Святая Троица как прообраз главных напряжений;
2) Вселенная имеет форму эллипсоида? Гендерная космология Ламе;
3) Элементарный параллелепипед как глобальная модель мироздания;
4) Есть ли жизнь после начала текучести? Пластическое течение как образ загробного мира.