

Об авторах:

ДВУЖИЛОВ Антон Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: anton\_in\_tver@mail.ru

ЗАГРАНИЧНЫЙ Сергей Александрович – студент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: serzha.zagranichniy@mail.ru

About the authors:

DVUZHILOV Anton Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Resistance of Materials, Theory of Elasticity and Plasticity, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anton\_in\_tver@mail.ru

ZAGRANICHNIY Sergey Alexandrovich – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: serzha.zagranichniy@mail.ru

УДК 378.147

## КЛАССИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ ОТ ГАЛИЛЕЯ ДО НАЧАЛА XX ВЕКА

С.Д. Леонова, А.С. Двужиллов

© Леонова С.Д., Двужиллов А.С., 2025

***Аннотация.** Статья посвящена классической теории сопротивления материалов. Рассмотрена ее эволюция (начиная от первых экспериментов и теорий до появления более сложных подходов в начале XX века). Обозначены ключевые моменты и фигуры, оказавшие влияние на формирование вышеуказанной теории. Подчеркнута важность систематического подхода и экспериментов в изучении природы материалов.*

***Ключевые слова:** сопротивление материалов, механика, прочность материалов, закон всемирного тяготения, закон упругости, закон Кулона.*

Галилео Галилей (1564–1642) считается одним из основоположников естествознания и механики. Его работы в области движения и сопротивления материалов заложили основу для дальнейшего изучения механики. Важнейшей концепцией ученого было понимание: тяжелые объекты, падая с одинаковой высоты, достигают земли одновременно и

независимо от их массы. Оно породило первые эксперименты, в ходе которых изучали механическое поведение материалов.

Принято полагать, что наука о сопротивлении материалов возникла в 1638 году, когда была издана известная книга выдающегося упомянутого выше Галилео Галилея под названием «Беседы о двух новых науках». В своем труде Галилей ставил определенную цель – свести известные ему способы анализа напряжений в единое целое, т. е. создать логическую систему. Итальянский ученый провел множество экспериментов с различными материалами, благодаря которым выявил основные закономерности поведения последних. Он изучал балки и сформулировал принцип, согласно которому прочность материалов зависит от их геометрии и размеров. Галилео Галилей также попытался систематизировать знания об указанной прочности. Он отмечал, что материалы ведут себя по-разному под действием одних и тех же нагрузок, и это наблюдение стало основополагающим для работы последующих ученых. Подход итальянского ученого к экспериментальному методу был революционным для того времени и оказал огромное влияние на развитие физики и инженерии.

Важным шагом в понимании нагрузки и давления на материалы стал принцип инерции, который Галилей также описал в своих работах. Он утверждал, что объект сохраняет свое состояние покоя или равномерного движения, пока не будет действовать внешняя сила. Этот принцип стал основой для анализа динамических процессов в материалах, важного для уяснения их прочности и устойчивости.

После Галилея многие ученые продолжили развивать его. В более поздних исследованиях появились новые концепции, которые позволили глубже понять механические свойства материалов. Ученые, такие как Исаак Ньютон и Роберт Гук, значительно развили, расширили теорию сопротивления материалов [1].

Исаак Ньютон (1643–1727) внес значительный вклад в изучение механических законов, что косвенно повлияло на теорию сопротивления материалов. Открытые Ньютоном законы движения и закон всемирного тяготения подтолкнули ученых к дальнейшим изысканиям в области механики.

Одним из важных принципов является равновесие сил; он стал основой для исследования статических свойств материалов. В свете этого принципа исследователи начали анализировать, как различные материалы ведут себя под действием разных нагрузок. Особенно важно было понять, как комбинация механических нагрузок сказывается на прочности конструкций.

Роберт Гук (1635–1703) также существенно повлиял на развитие теории сопротивления материалов. В 1678 году была издана его работа «О

восстановительной способности, или об упругости». В ней содержатся результаты опытов, проведенных данным ученым, с упругими телами. По их результатам Гук сделал важное заключение: ««Совершенно очевидно, что правило или закон природы для всякого упругого тела состоит в том, что его сила или способность восстанавливать свое естественное состояние всегда пропорциональны той мере, на которую оно выведено из этого своего естественного состояния, совершено ли это путем его разрежения, отделения его частей одна от другой или же путем сгущения или уплотнения этих частей» [1, с. 31]. Сформулированный Гуком закон упругости стал краеугольным камнем в механике материалов и позволил ученым лучше понять поведение различных материалов под натяжением и сжатием.

Работы Гука привели к разработке первых математических моделей для определения упругости, которые необходимы при проектировании конструкций. Идеи английского естествоиспытателя начали применяться на практике (прежде всего в строительстве и механике).

Одним из наиболее значимых законов является закон Кулона, который касается механического поведения материалов под нагрузкой. Работа Ш.О. Кулона, посвященная расчету балок на изгиб, позволила будущим инженерам анализировать прочность конструкций с более высокой точностью. Французский инженер продемонстрировал, как распределение нагрузок влияет на устойчивость материала.

Совершенствование математических методов анализа стало ведущим ориентиром для инженеров, разрабатывающих новые конструкции и сооружения. Благодаря указанному совершенствованию появилась возможность создавать более сложные и безопасные здания, мосты и другие конструкции, учитывающие динамические и статические нагрузки [1–2].

В начале XIX века начался новый этап в развитии классической теории сопротивления материалов. Ученые стали все более активно заниматься исследованием прочности и устойчивости конструкций. В это время были сделаны первые попытки систематизировать знания в области механики материалов. Одним из таких ученых-систематизаторов был француз Адольф Мосс. Он разработал основы теории прочности для различных конструкций и взял на себя решение задачи создания системы норм и стандартов, определяющих допустимые нагрузки на различные элементы конструкций, такие как балки и колонны. Его работы сыграли важную роль в появлении первых строительных норм. Активно работал, помимо Мосса, инженер Джон Смит. Он применяли открытые ранее принципы на практике строительства мостов и зданий, активно использовал условия работы материалов в различных климатических и

механических условиях. Его инженерные достижения положили начало современному строительству и проектированию.

В XIX веке стали развиваться методы экспериментальных исследований свойств материалов. Так, были разработаны тесты на растяжение, сжатие и изгиб, что позволило получать более точные данные о прочности и деформации. Это способствовало укреплению основ классической теории и ее дальнейшему совершенствованию [3].

С началом XX века классическая теория сопротивления материалов стала обретать все большее значение в инженерной практике. Основываясь на достижениях предыдущих столетий, инженеры и ученые начали применять основные принципы теории на практике для создания более эффективных и безопасных конструкций. На этом этапе произошло объединение теории и практики. Многие в научных кругах осознали важность сотрудничества между инженерами и учеными для достижения стабильных и долговечных результатов. Работы по анализу прочности начали опираться на математические модели и методы, что привело к возникновению первого программного обеспечения расчетов.

Одним из заметных достижений в начале XX века стало создание различных типов анкеров и соединительных элементов, а также использование новых материалов, таких как сталь и бетон. Эти новшества позволили значительно повысить прочность и устойчивость конструкций, что способствовало развитию мегаструктур, таких как мосты, вышки и небоскребы.

Отметим, что в указанном веке появились новые теории, которые стали основой для создания более сложных методов анализа (например, теории предельных состояний). Они породили новые инструменты для проектирования и анализа конструкций, а именно с учетом возможных критических состояний [4].

Становление, расширение и совершенствование теории сопротивления материалов свидетельствуют о громадном прогрессе в области науки и техники. Эта область знаний выступила базой для многих современных инженерных решений и методов. Ее историческое развитие говорит о важности применения систематического подхода и проведения экспериментов при изучении природы материалов.

### **Библиографический список**

1. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов с краткими сведениями из истории теории упругости и теории сооружений / пер. с англ. В.И. Контовта. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. 536 с.

2. Григорьян А.Т. Механика от античности до наших дней. Издание второе, перераб. и доп. М.: Наука, 1974. 312 с.

3. Беляев Н.М. Сопротивление материалов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 1976. 608 с.

4. Богомаз Н.В., Мартынова Т.П., Москвичев В.В. Сопротивление материалов: учебное пособие: в 2 ч. М.: АСВ, 2008. Ч. 1. 176 с.

## CLASSICAL THEORY OF MATERIAL RESISTANCE FROM GALILEO TO THE EARLY 20TH CENTURY

**S.D. Leonova, A.S. Dvuzhilov**

**Abstract.** *The article is devoted to the classical theory of resistance of materials. Its evolution is considered (starting from the first experiments and theories to more complex approaches at the beginning of the 20th century). The key points and figures that influenced the formation of the above theory are outlined. The importance of a systematic approach and experiments in studying the nature of materials is emphasized.*

**Keywords:** *resistance of materials, mechanics, strength of materials, law of universal gravitation, law of elasticity, Coulomb's law.*

Об авторах:

ЛЕОНОВА Софья Дмитриевна – студентка, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: leonova.sophya@list.ru

ДВУЖИЛОВ Антон Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов, теории упругости и пластичности, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», Тверь. E-mail: anton\_in\_tver@mail.ru

About the authors:

LEONOVA Sophya Dmitrievna – Student, Tver State Technical University, Tver. E-mail: leonova.sophya@list.ru

DVUZHILOV Anton Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Resistance of Materials, Theory of Elasticity and Plasticity, Tver State Technical University, Tver. E-mail: anton\_in\_tver@mail.ru