

ИЗ ИСТОРИИ МЕХАНИКИ XIX ВЕКА

Кузьмин А.А.

*Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет), Санкт-Петербург*

Ключевые слова: механика, сопротивление материалов, теория упругости, промышленность, машиностроение, паровоз.

Аннотация. XIX век является периодом активной индустриализации, бурного развития железных дорог и морского судоходства. Приводимые в движение силой пара паровозы, пароходы и другие машины испытывали значительные нагрузки, что требовало проведения инженерных расчетов. Это привело к возникновению и активному развитию дисциплин, основанных на сопротивлении материалов: теории упругости, теории пластичности, механики разрушения, механики сооружений и конструкций и др. В ведущих мировых державах возникла система высшего технического образования. К концу века сформировалось общество, известное как индустриальное.

FROM THE HISTORY OF MECHANICS OF THE NINETEENTH CENTURY

Kuzmin A.A.

Saint Petersburg State Institute of Technology (Technical University), Saint-Petersburg

Keywords: mechanics, resistance of materials, theory of elasticity, industry, mechanical engineering, steam locomotive.

Abstract. The 19th century is a period of active industrialization, rapid development of railways and maritime navigation. Steam-powered locomotives, steamships and other machines experienced significant loads, which required engineering calculations. This led to the emergence and active development of disciplines based on the resistance of materials: theory of elasticity, theory of plasticity, fracture mechanics, mechanics of structures and structures, etc. A system of higher technical education has emerged in the leading world powers. By the end of the century, a society known as the industrial one had formed.

XVIII век – век Просвещения изменил сознание наиболее образованной части европейского общества: формировалось общественное мнение, внедрялся атеизм, произошла секуляризация церковной собственности, в ряде стран было отменено крепостное право, открылись учебные заведения технического профиля. Научная революция XVII века наряду с развитием мануфактурного производства позволила заложить основы промышленного машиностроения, внедрить реально работающий паровой двигатель, поднять на другой уровень технологию ткацкого производства. Развитие огнестрельного оружия породило важнейший раздел теоретической механики – баллистику, а к концу XVII века произошло становление теоретической механики, как сформировавшейся науки. Внедрение паровых машин, развитие кораблестроения, зарождающееся машиностроение, появление металлоконструкций сформировали потребность в новой базовой науке – сопротивлении материалов. Основателем сопротивления материалов, как и современной науки вообще считается Галилео Галилей [1]. Значительный вклад в развитие сопротивления внесли Э. Мариотт, Р. Гук, А. Парран,

Ш.О. Кулон и ряд ученых XVIII века [2]. Однако сопротивление материалов как целостная наука и основа механики твердого тела было сформировано воспитанниками Парижской политехнической школы в первой половине XIX века.

Один из них – Луи Мари Анри Навье (1785-1836) вырос у дяди – известного инженера Готэ и в 1808 году последовательно закончил Политехническую школу и Школу мостов и дорог. В 1816 году Навье завершил и отредактировал трехтомный труд по мостам и каналам ушедшего в 1807 году из жизни Готэ. Занимаясь научной работой и редактированием, Навье с 1819 года начал читать лекции по сопротивлению материалов в Школе мостов и дорог. Эту работу он сочетал с практической, посвященной висячим мостам. В 1821 году Навье опубликовал основы теории идеально упругого тела. В 1826 году была издана книга по сопротивлению материалов, где в отличие от предыдущих работ, учитывалось прохождение нейтральной линии через центр тяжести поперечного сечения и равенство нулю моментов от сжимающих и растягивающих напряжений. Там же предлагался метод решения статически неопределимых задач, где учитывалась упругость рассчитываемых стержней. Исследованы частные случаи расчета стержней, нитей и оболочек. Особо следует отметить, что автор предложил выполнять расчеты по упругому состоянию, поскольку в этом случае устанавливается диапазон безопасной эксплуатации объекта исследования и возможность применения сравнительно простых формул. Издание работы Навье было крупнейшим достижением в сопротивлении материалов с момента выхода в 1773 году мемуара Кулона [3]. Ученый занимался и рядом других проблем: так 1822-ым годом датируется уравнение движения жидкости, именуемое уравнением Навье – Стокса, что является фундаментальной основой гидродинамики. В 1824 году Анри Навье был избран академиком, а в 1830 стал профессором Политехнической школы.

Известный математик, один из основателей теории упругости, лучший ученик своих годов выпуска Политехнической школы и Школы мостов и дорог Огюстен Луи Коши (1789-1857) обладал отличным гуманитарным образованием. И в этом немалая заслуга знавшего его с молодых лет Ж. Лагранжа. Находясь на инженерной работе по окончании Школы мостов и дорог, Коши самостоятельно занимался наукой и написанием научных трудов и в 1816 году был избран в состав Парижской академии наук [3]. Всего ученый написал свыше 800 трудов, которые посвящены главным образом различным разделам математики. В рамках настоящей работы следует отметить, что О. Коши является одним из создателей теории упругости: именно он разработал теорию напряжений и деформаций, сформулировал базовые определения и изложил зависимости между напряжениями и деформациями. Ему принадлежит вывод дифференциальных уравнений равновесия, введение понятий главных напряжений и деформаций, работы по изгибу пластин, кручению прямоугольных стержней и т.д. О. Коши был глубоко верующим человеком и придерживался твердых монархических взглядов, что по-разному отражалось на его жизни. Его имя значится под № 72 на Эйфелевой башне.

Значение коэффициента поперечной деформации равно $1/4$ было установлено Симеоном Дени Пуассоном (1781-1840) и носит имя последнего [2], который наряду с Коши и Навье считается одним из основоположников теории упругости [4]. Отличная учеба и математические способности позволили Пуассону поступить в Политехническую школу и быть замеченным Лагранжем и Лапласом. По окончании школы он был в ней оставлен и в 1802 году занял должность помощника, а в 1806 году профессора. Пуассон был членом или членом – корреспондентом почти всех академий, а в 1827 году стал пером Франции. И по призванию, и по роду деятельности ученый был прежде всего математиком, по различным разделам которой, а также по баллистике, астрономии, электростатике и т.п. им было написано свыше 300 работ. Пуассон считал, что «Жизнь украшается двумя вещами: занятием математикой и ее преподаванием».

В любом преподаваемом сейчас курсе сопротивления материалов изучается диаграмма растяжения стали и выполняется соответствующая лабораторная работа. Ее автором является военный инженер Жан Виктор Понселе (1788-1867). По окончании Политехнической школы в 1810 году и Военно-инженерной школы в Меце в 1812 году Ж. Понселе лейтенантом принял участие в походе Наполеона в Россию, где в ноябре попал в плен и был отправлен в Саратов. Пребывая в плену и обладая неограниченным временем, он занялся математикой и заложил основы проективной геометрии. Опубликовав в 1822 году трактат на эту тему, в связи с востребованностью механики при решении практических задач, ученый большее внимание стал уделять преподаванию и развитию теоретической и прикладной механики, гидротехники, теории сооружений. Синтезировав теоретические и практические достижения, Ж.В. Понселе заложил основы того, что сейчас называется индустриальной механикой. В 1827-29 г. г. им был прочитан «Курс индустриальной механики», а в 1841 «Введение в индустриальную физическую и экспериментальную механику» [5]. Работы ученого получили признание, в 1848-1850 году он возглавлял Политехническую школу, а в 1852 году вышел в отставку в генеральском звании.

Самым известным математиком своего поколения Ф. Гаусс считал французского ученого Габриэля Ламе (1795-1870), имя которого одно из самых упоминаемых в теории упругости. По окончании в 1817 году Политехнической, а в 1820 Горной школ Ламе был приглашен в Россию, где поступил профессором математики в институт Корпуса инженеров путей сообщения в звании майора [6]. Здесь на французском языке он преподавал ряд дисциплин: математический анализ, аналитическую геометрию, теоретическую и прикладную механику. Здесь же совместно с одним из основателей института П.Д. Базеном (1786-1838) Ламе работал над учебником по математическому анализу, а также активно занимался вопросами теории упругости. К 1831 ученый был уже полковником русской службы, однако в связи с революцией во Франции и ухудшением отношений между странами, Ламе вернулся на родину. В 1832 году после недолгой инженерной деятельности он получил кафедру физики в Политехнической школе, а в 1848 году стал профессором Сорбонны, где читал курс математической физики. Широко известен вклад ученого в теорию упругости, им

написан ряд учебников: «Курс физики», «Лекции по теории упругости твердых тел», «Лекции по аналитической теории тепла» и др. Следует отметить изданную в 1859 году книгу Ламе о криволинейных координатах и их применению. Работы Ламе имеют большое практическое значение: так математические исследования по веревочному многоугольнику нашли применение при расчете арок, по центру тяжести при проектировании дороги Петербург – Москва и т.д. Имя ученого входит в список 72 имен на Эйфелевой башне. Друг и соученик Габриэля Ламе Бенуа Поль Эмиль Клапейрон (1799-1864) также в 1818 году закончил Политехническую, а в 1820 Школу горных инженеров и в том же 1820 году получил приглашение переехать в Россию [2]. Здесь он получил чин майора и был назначен заведующим кафедрами механики и химии. Клапейрон широко известен благодаря своим работам по теплофизике: уравнение Клапейрона – Менделеева, уравнение Клапейрона – Клаузиуса, статья «Размышления о движущей силе тепла», учебный курс «Паровые машины», но его вклад в механику не менее значим. Вместе с Ламе ученый является автором мемуара «Lame G., Clapeyron B.P.E. Memoire sur l'equilibre interieur des corps solides homogenes // Memoires presents par divers savants. – 1833. – Vol. 4. – P. 465-562», который содержит основы теории упругости. В 1857 году Клапейрон представил в Академию наук статью, содержащую основы метода раскрытия статической неопределимости неразрезных балок уравнением трех моментов. Г. Ламе подчеркивал вклад Клапейрона в развитие энергетических методов [3]. Заслуги ученого получили признание: в 1830 году он был избран членом – корреспондентом Петербургской Академии наук, а в 1858 действительным членом Парижской, имя входит в список на Эйфелевой башне.

Автор известного в сопротивлении материалов принципа, носящего его имя Адемар Жан-Клод Барре де Сен-Венан (1797-1886) очень рано проявил математические способности и в шестнадцать лет поступил в Политехническую школу. Наряду с Г. Монжем и О. Коши Сен-Венан обладал политическими принципами и твердо их придерживался, что осложняло жизнь. 30 марта 1814 года он отказался защищать Париж, воскликнув «Моя совесть запрещает мне сражаться за узурпатора...», за что был отчислен из Политехнической школы как дезертир без права посещать занятия. Узурпатором будущий ученый считал Наполеона. По свидетельству знавших Сен-Венана современников он не был трусом, а был мужественным и решительным человеком [3]. В 1823 году, уже в эпоху Реставрации Сен-Венану было разрешено поступить в Школу мостов и дорог, которую окончил в 1825 году, после чего приступил к практической работе по строительству каналов. Практическую работу ученый совмещал с теоретическими изысканиями по гидродинамике, что принесло известность и приглашение читать в 1837 году лекции по сопротивлению материалов в Школе мостов и дорог. При чтении этих лекций Сен-Венан использовал элементы теории упругости. Здесь на примере расчета балки он показал преимущество выбора безопасных размеров на основе расчета напряженно-деформированного состояния перед применением эмпирических формул. В 1843 и 1847 г.г. в Парижскую академию были представлены мемуары по изгибу и кручению стержней. В 1855-1856 г.г. эти мемуары были доработаны с учетом достижений

теории упругости. Сен-Венан не свел свои работы в единый фундаментальный труд или ряд трудов по сопротивлению материалов или теории упругости, но в 1864 году он издал лекции Навье, а в 1883 перевел и издал «Теорию упругости твердых тел» Клебша, при этом объем первой книги вырос в десять раз, а второй в три. Научные достижения и заслуги ученого были признаны и во Франции и еще больше за рубежом и в 1868 году Сен-Венан был избран действительным членом Парижской академии наук. Обладая высокой работоспособностью и трудолюбием, ученый и в преклонном возрасте продолжал много работать: сформулировал основные уравнения теории пластичности, занимался колебаниями и т.д. Его последняя статья вышла 2 января 1886 года, а 6 января ученого не стало. Труды Сен-Венана венчают вклад первых выпусков Политехнической школы в становление современных сопротивлению материалов и теории упругости.

Научным лидером XVIII века была Франция, открытие Политехнической школы только усилило это лидерство, однако технологическим лидером эпохи Просвещения была Великобритания. Личная одаренность и выдающиеся способности Томаса Юнга (1773-1829) проявились в самом раннем возрасте: уже в два года он научился читать, изучил древнееврейский, персидский, арабский, древнегреческий, латынь, итальянский, французский и др. языки. Обучался медицине в Эдинбурге, Геттингене и Лондоне, имел три докторские степени – общей медицины, хирургии и акушерства, что обеспечивало медицинскую практику и достойное существование. Энциклопедичность образования позволила ученому написать фундаментальные труды по физике (главным образом по оптике), медицине (в основном по офтальмологии), философии, египтологии и др. В механике он известен благодаря терминам *модуль Юнга* и *энергия*. В 1807 году издал труд, в котором отметил справедливость закона Гука только в начальной стадии нагружения, дал анализ кручения и плоско-поперечного изгиба [2]. Томас Юнг был новатором не только в науке, но и в бизнесе: в конце своей жизни освоил практику страховой деятельности, что улучшило его и без того благополучное финансовое положение. Научная деятельность Томаса Юнга получила широкое общественное признание: член Лондонского королевского общества с 1794 года в конце своей жизни стал членом Французской и Шведской академий наук. Т. Юнг вел светский образ жизни, увлекался живописью, играл на различных музыкальных инструментах. Знаковым символом промышленного переворота, лидером которого была Англия является паровоз. Самодвижущиеся повозки на паровой тяге, также, как и металлические рельсы применялись уже в XVIII веке, но современную железнодорожную колею в паре с эффективно действующим паровозом «Блюхер» реально внедрил Джордж Стефенсон (1781-1848). Созданные немного раньше паровозы Р. Тревитика (1771-1833) почти не уступали паровозам Стефенсона, однако главная заслуга последнего, что он решил задачу проектирования железной дороги в целом. Хрупкие чугунные рельсы были заменены на железный прокат, огромное внимание было уделено профилю железнодорожной насыпи, уклонам, радиусам поворота, шпалам. Большое внимание изобретатель уделял безопасности: сцепным устройствам, тормозам,

сигнализации и т.п. Современная европейская колея шириной 1435 мм была предложена именно Стефенсоном [7]. Родившись в семье кочегара, ценой упорного труда изобретатель прошел путь от рабочего до владельца крупной собственности, первого президента Института инженеров-механиков. Джордж Стефенсон занимался благотворительностью: помогал семьям рабочих, пострадавших на производстве. Работа в «Королевской комиссии для исследования чугуна и сварочного железа и условий их применения при постройке железных дорог» позволила Итону Ходкисону (1789-1861) установить различие в свойствах чугуна при растяжении и сжатии. На основании этого открытия ученый рекомендовал для чугунных балок выбирать тавровое поперечное сечение, а для балок из материалов, одинаково сопротивляющихся растяжению и сжатию – двутавровое. В 1841 году Итон Ходкисон стал членом Королевского общества, а в 1847 году профессором технической механики Лондонского университета. Фундаментальный вклад в укрепление позиций Англии как мастерской мира внес Генри Бессемер (1813-1898). Сын известного мастера типографии молодой Г. Бессемер не получил университетского образования, но и в домашних условиях имел все возможности стать специалистом в технике. Генри Бессемер был природным изобретателем – ему принадлежит более 100 патентов, среди них: словолитная машина, железнодорожный тормоз, центробежный насос, тяжелый артиллерийский снаряд. Но главным изобретением ученого-практика является процесс передела чугуна в сталь, который позволилкратно увеличить выплавку стали и по праву считается началом второй промышленной революции. Продувка воздуха через расплавленный чугун привела не только к увеличению объемов выплавки стали, но и к повышению ее качества [8]. Генри Бессемер уже при жизни получил признание: в 1879 году стал членом Королевского общества, был посвящен в рыцари, избран почетным членом Американской академии наук и искусств и т.п. Память об открывателе особенно трепетно хранят англо-саксонские страны. Еще больше регалий получил великий физик Уильям Томсон (1824-1907): помимо многочисленных медалей и премий в 1866 году посвящен в рыцарское достоинство, а в 1892 году пожалован титулом барона Кельвина и статус лорда. Имя Кельвина носит шкала температур. Ученый был президентом Лондонского королевского общества, состоял в Парижской и Петербургской академиях наук. Будущий лорд Кельвин родился в шотландской семье профессора математики и в 1834 году бы зачислен в университет Глазго, а в 1841 году перешел в колледж св. Петра в Кембридже. С 1846 года на протяжении 53 лет Уильям Томсон был профессором университета в Глазго. Ученый приобрел мировую известность в первую очередь как физик, но его вклад в механику не менее значим. Исследуя свойства строительных материалов, У. Томсон обратил внимание на их упругое поведение отличное от идеального, что подвигло его ввести понятие внутреннего трения. Исследуя зависимость модуля упругости от скорости деформирования, ученый проанализировал термические изменения при деформировании упругих тел [3]. Также У. Томсону принадлежит исследование жесткости Земли как планеты, вклад в развитие теории пластин и другие работы по теории упругости.

Результаты этих трудов изложены в книгах «Балтиморские лекции» и «Курс натуральной философии».

Наполеоновские войны и сокрушительное поражение Франции лишили последнюю гегемонию в землях Западной и Центральной Европы. Это привело к росту германского самосознания, образованию в середине XIX века сильного единого монационального государства и формированию германской нации. Небольшие княжества, из которых была образована вновь созданная Германская империя, были развиты в экономическом отношении и имели серьезную историю существования науки и образования. Все это способствовало бурному научно-техническому развитию Германии и превратило ее в середине 19 века в одну из ведущих в военном, промышленном и научном отношении стран мира. Следует отметить большую практическую направленность немецкого образования по сравнению с французским и непосредственную связь с производством. Важнейшую научно-техническую задачу, решением которой занимались ученые и инженеры Англии, Франции и др. европейских стран: задачу расчета на прочность деталей, работающих при циклически меняющихся во времени нагрузках, решил заведующий подвижным составом Нижне-Силезской железной дороги Август Веллер (1819-1914) [2]. Автор знаменитых кривых Веллера родился и получил образование в Ганновере, прошел практику в Бельгии и длительное время жил и работал во Франкфурте-на-Одере. Для проведения опытов были построены специальные испытательные машины, на которых были исследованы многочисленные образцы, работающие при изменяющихся во времени нагрузках. Разработанные на основе проведенных экспериментов методики служат основой для определения коэффициента запаса. На качественно новый уровень поднял теорию машиностроения Франц Грасгоф (1826-1893). Знаковой фигурой немецкой и мировой научно-технической мысли является Отто Христиан Мор (1835-1918). По окончании Высшей технической школы в Ганновере в 1853 году работал на железных дорогах и опубликовал ряд научных работ [2]. С 1873 по 1890 год работал профессором Высшей технической школы в Дрездене. Ученый известен главным образом благодаря носящей его имя формуле для определения перемещений в стержневых системах и графическому способу анализа напряженно-деформированного состояния. Проживший недолгую, но очень плодотворную в научном отношении жизнь Генрих Рудольф Герц (1857-1894) родился в Гамбурге в состоятельной семье адвоката. Обучаясь в школе, по вечерам посещал занятия в техническом училище и в 1877 году поступил в Мюнхенский политехнический институт, а в 1878 году переехал в Берлин, где в 1880 году стал ассистентом Г. Гельмгольца и получил доступ к оборудованию [3]. С 1889 года Г. Герц – профессор физики университета в Бонне, где и умер в 1894 году. Главным достижением Г. Герца в механике является решение контактной задачи, которая имеет большое практическое значение, хотя ученый больше известен как физик благодаря своим трудам по электродинамике [9]. Веллер, Мор, Герц составляют малую долю от общего числа ученых Германии, которая во второй половине XIX и первой половине XX века испытала небывалый научный и промышленный подъем.

В конце XIX века мировым экономическим лидером стали Соединенные Штаты Америки (США). Новое государство обеспечило практическое применение основных научно-технических достижений промышленного переворота [10], при этом технологическая сторона этих достижений была выражена еще более явно, чем в Германии, Великобритании и Франции. Знаковой фигурой научно-технической революции в США в первую очередь следует считать Роберта Фултона (1765-1815). В 1807 году пароход Фултона «Клермонт» известный также как «Пароход Северной реки» сумел пройти по Гудзону 240 километров за 32 часа. В 1809 году пароход был запатентован и началось регулярное движение пароходов изобретателя, которое наряду с последующим внедрением железных дорог принципиально изменило логистику. Следует отметить, что первые действующие пароходы появились еще во второй половине XVIII века, однако массового распространения и коммерческого, а также военного применения они не нашли. Творениями изобретателя также являются первая действующая подводная лодка «Наутилус» и морская торпеда, однако они значительно обогнали свое время: технологии начала XIX века не могли обеспечить реализацию подобных проектов. В 1806 году на основе опубликованного в 1796 году проекта чугунного моста Фултона шотландским инженером В. Гесте в Санкт-Петербурге был построен Зеленый мост через реку Мойку. Имя Фултона внесено в Национальный зал славы изобретателей США. Родившийся в 1800 году потомок первых переселенцев Чарльз Гудиер (1800-1860) не стал преуспевающим бизнесменом, однако именно он в результате серии опытов открыл и в 1844 году запатентовал процесс вулканизации каучука. Трудно переоценить роль резины в современном мире и влияние этого материала на техническую революцию. Имя Чарльза Гудиера внесено в Национальный зал славы изобретателей США. Также его именем названа основанная в 1898 году одна из ведущих мировых компаний по производству шин и других резинотехнических изделий. Следует отметить, что появление резины, а затем пластмасс послужило толчком к развитию новых разделов механики, в частности вязко-упругости. Производство оружия всегда было локомотивом научно-технического прогресса. В XIX веке США дали ряд активных участников революции в военном деле: Самуэль Кольт (1814-1862), Хорас Смит (1808-1893), Даниэль Вессон (1825-1906), Хайрам Бердан (1824-1893) и др. Усилиями трех первых изобретателей револьвер с поворотным барабаном стал массовым в армиях и полициях всего мира, а винтовка Бердана с продольно-скользящим затвором и предохранителем в 1870 году была принята на вооружение в русской армии. Эта винтовка послужила основой для создания последующих моделей стрелкового оружия. Однако подлинную революцию в военном деле совершило внедрение в армии всего мира изобретение Хайрема Стивена Максима (1840-1916). Х.С. Максим получил лишь начальное образование, но имел доступ к книгам и широкому набору инструментов, что позволило ему развить свои изобретательские способности. Его первые изобретения были связаны с газовым оборудованием и в 1873 году он учредил собственную компанию, но затем интересы молодого изобретателя переключились на электротехнику. Здесь Х.С. Максим встретил жесткое противодействие со стороны Томаса Эдисона и (по

совету друзей) сменил сферу деятельности и в 1881 году переехал в Англию. В 1883 году изобретатель запатентовал и изготовил пулемет с основанной на отдаче ствола автоматикой. Изобретением заинтересовался крупный банкир Натаниэль Ротшильд, который профинансировал дальнейшую разработку пулемета. Пулемет приобрело большинство стран монархической Европы, США и т.д. С девяностых годов XIX века и до окончания второй мировой войны этот пулемет под разными названиями выпускался во всех воюющих странах, в одной только России во время Первой Мировой Войны было выпущено более 27000 пулеметов Максим. Создатель пулемета – автор нескольких сот изобретений, но именно это принесло ему статус и мировую славу. В 1901 году произведен королевой Викторией в рыцари, а в США внесен в Национальный зал славы изобретателей. Помимо перечисленных США дали миру много великих изобретателей: Томас Эдисон (1847-1931), Никола Тесла (1856-1943), Александр Грэм Белл (1847-1922), Джордж Вестингауз (1846-1914) и др., при этом надо отметить роль прибывших из Европы мигрантов, таких как создатель Бруклинского моста Джон Реблинг (1806-1869), внесенный в Национальный зал славы изобретателей. Также надо отметить направленность изобретателей США в сторону физики, технологии и организации производства.

На уровне перечисленных выше стран находилось машиностроение, наука и образование в странах Северной Европы. Уверенно вступила в эпоху промышленной революции Россия: страна имела передовое вооружение, университеты, крупных отечественных ученых – физика В.В. Петрова, открывшего электрическую дугу, математика Н.И. Лобачевского и др. С середины века Россию охватила промышленная революция. Ведущим высшим техническим учебным заведением России в то время был Институт корпуса инженеров путей сообщения, выпускники которого прославили Российскую науку. Помимо формулы, носящей имя автора, Д.И. Журавский (1821-1891) известен работами по расчету ферм, исследованию прочности дерева и железа. Ученый занимал ответственную должность директора департамента железных дорог Министерства путей сообщения. П.И. Собко (1819-1870) обогатил строительную механику исследованиями ударной и усталостной прочности материалов, в 1853 году основал первую в России и Европе механическую лабораторию, в 1862 году назначен главным инженером Петербургско-Варшавской железной дороги. Известный мостостроитель Н.А. Белелюбский (1845-1922) также окончил Институт инженеров путей сообщения. При его активном участии были спроектированы Охтинский, Троицкий, Дворцовый и Финляндский железнодорожные мосты в Санкт-Петербурге. По его проектам и под его руководством было построено свыше пятидесяти мостов [2], среди них мосты через: Волгу, Днепр, Иртыш, Тобол, Обь, Дон, Неман и др. Велики заслуги ученого в деле внедрения железобетона и новых технологий. Российский ученый польского происхождения Ф.С. Ясинский (1856-1899) по окончании второй Варшавской гимназии в 1872 году поступил в Петербургский институт инженеров путей сообщения, где поляки составляли до 17%. Несмотря на тяжелое материальное положение молодой студент усердно учился, а его практическая деятельность и научные труды получили заслуженное признание.

Это признание ученому принесли работы по строительной механике и особенно расчет сжатых стержней на устойчивость. Сопоставимый с железнодорожными инженерами вклад в механику внесли выпускники военных академий. Шведский дворянин А.В. Гадолин (1828-1892) родился в отошедшей к России по результатам Наполеоновских войн Финляндии, где в 1847 году окончил кадетский корпус, а в 1848 году окончил офицерские классы Михайловского артиллерийского училища в Санкт-Петербурге. За оборону Свеаборга во время Крымской войны на Балтике был награжден орденом св. Георгия 4 степени, после чего занимался вопросами технологии и проектирования материальной части артиллерии. За работу по кристаллографии в 1868 году награжден Ломоносовской премией, но наибольшую известность ученому принесла технология составных артиллерийских стволов. Труды ученого получили мировое признание: он был избран в состав Петербургской, Стокгольмской, Филадельфийской и Нью-Йоркской академий наук. Также Михайловское артиллерийское училище, а затем и академию окончил в 1868 году В.Л. Кирпичев (1845-1913) [2]. С 1873 года в течение трех лет ученый обучался у ведущих ученых Англии, Германии и Швейцарии. На основе опыта преподавания в Петербургском практическом технологическом институте им были организованы в 1885 году Харьковский практический технологический институт, впоследствии преобразованный в политехнический и в 1898 году Киевский политехнический институт. Основным научным наследием Виктора Львовича являются опубликованные в 1913-1914 годах труды по оптическим методам исследования напряжений и работы по усталости металлов. В 1923 году был издан его учебник по сопротивлению материалов. Помимо перечисленных ученых Россия XIX века дала миру Чебышева П.Л. (1821-1894), Окатова М.Ф. (1829-1901), Вышнеградского И.А. (1832-1895) и др., но это в большей степени математики, чем инженеры.

Италия, бывшая в течение длительного времени театром военных действий к XIX веку утратила лидирующие позиции в научно-техническом развитии, однако объединение и обретение независимости оживило научную жизнь ее северной части. Здесь следует отметить работы по теории упругости и пластичности Э. Бельтрами (1835-1900), а также авторов известных теорем, носящих их имена: Э. Бетти (1823-1894) и А. Кастильяно (1847-1884). К середине второй половины XIX века в ведущих странах мира сформировалось индустриальное общество и наука, обеспечивающая устойчивое экономическое развитие. Теоретической базой этой науки была механика, однако дальнейший экономический рост, не умаляя значения механики, привел к развитию новых направлений науки, основанных в первую очередь на физике.

Список литературы

1. Эйнштейн А. Физика, философия и научный прогресс. Собрание научных трудов. Том 4. – М.: Наука, 1967. – 600 с.
2. Малинин Н.Н. Кто есть кто в сопротивлении материалов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 248 с.
3. Тимошенко С.П. История науки о сопротивлении материалов. – М.: Гостехиздат, 1957. – 536 с.
4. Храмов Ю.С. Физики. Биографический справочник. – М.: Наука, 1983. – 400 с.

5. Тюлина И.А., Чиченова В.Н. История механики сквозь призму развития идей, принципов и гипотез. Изд. 3-е. – М.: ЛЕНАНД, 2017. – 256 с.
6. Воронина М.М. Габриэль Ламе. 1795-1870. Французский ученый – математик, механик, инженер. – Л.: Наука. Ленингр. отделение, 1987. – 196 с.
7. Виргинский В.С. Джордж Стефенсон. 1781-1848. – М.: Наука, 1964. – 218 с.
8. Лесников М.П. Бессемер. – М.: Журнально-газетное объединение, 1934. – 256 с.
9. Григорьян А.Т., Вяльцев А.Н. Генрих Герц 1857-1894. – М.: Наука, 1968. – 321 с.
10. Соломатин А.Ю. Индустриализация в США и ее влияние на сферу политики и права (последняя треть XIX в.) // Экономическая история. Обзорение. – 2002. – Вып. 8. – С. 140-145.
11. Боголюбов А.Н., Штокало И.З., Цыганкова Э.Г. и др. История механики в России. – Киев: Наукова думка, 1987. – 389 с.

Сведения об авторе:

Кузьмин Александр Алексеевич – к.т.н., доцент.