

Об истории возникновения и развития учения о деталях машин и методике их конструирования в МГТУ им. Н.Э. Баумана

12, декабрь 2014

Язева Е. А., Зимин В. В.

УДК: 929

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

dm-rk-3@yandex.ru

Введение

В 2015 году МГТУ им. Н.Э. Баумана исполнится 185 лет. Созданный первоначально как Московское ремесленное учебное заведение (МРУЗ) для подготовки «искусных мастеров с теоретическими, служащими к усовершенствованию ремесел и фабричных работ, сведениями» [3], он быстро стал центром технического образования России. В ответ на острую потребность России в собственных ученых техниках, которые могли бы развить промышленную деятельность страны, в 1868 году был принят новый Устав, согласно которому МРУЗ переименовали в ИМТУ: «Императорское Московское техническое училище есть высшее специальное учебное заведение, имеющее главной целью образовывать механиков-строителей, инженеров-механиков, инженеров-технологов» [2]. На основании принятого Устава была произведена широкая реорганизация училища и создан ряд новых кафедр. Одной из них является кафедра, которая в настоящее время называется «Основы конструирования машин».

1. История учения о деталях машин и кафедры «Основы конструирования машин» МГТУ им. Н.Э. Баумана

В начале своей истории кафедра получила название «Построение машин», и ее первым руководителем был избран профессор Дмитрий Николаевич Лебедев [1]. Сама же дисциплина «Построение машин» изучалась воспитанниками училища уже в 40х-50х гг. XIX века и занимает достойное место в учебных планах тех лет. В середине XIX в. Лебедев Л.Н. разработал теорию зубчатых колес, которую довел до возможности технического применения, опубликовав в 1872 г. работу «О серии зубчатых колес с эпициклоидальными зубьями» [1].

С 1876 г. была принята новая программа курса, включавшая в себя не только лекции, но и упражнения, так называемую «репетиционную часть», а с 1889 года были введены графические работы – проекты зубчатых, ременных, канатных передач, шатунов, ползунов, водяных колес и опор для них [1].

В 1881 г. Лебедев Д.Н. издал свой курс «Построение машин», в котором были рассмотрены винты и винтовые соединения, соединения чекой, заклепками, ременная передача, зубчатая передача, канаты, цепи, крюки, пяты, оси, валы, муфты, передача проволочным канатом, кривошип. Там же были приведены сведения из сопротивления материалов, необходимые для расчета деталей машин: моменты инерции, допускаемые напряжения и др.[1].

В 1883 году профессор Петербургского практического технологического института В.Л. Кирпичёв опубликовал свой курс под названием «Детали машин». В него входили такие главы, как скрепляющие части машин (болты, заклепки, кольца, клинья), вращающиеся части машин (цапфы и шейки, пяты, соединения цапф и пят с валом, валы, зубчатые колеса, фрикционные катки, ременная и канатная передача, передача проволочными канатами, маховики, муфты и подшипники).

Оба учебника имели похожее содержание, которое было положено в основу курса по изучению деталей машин. Тем самым труды Д.Н. Лебедева и В.Л. Кирпичева положили начало систематическому учению о деталях машин в России [1].

Дальнейшее развитие учения о конструировании деталей машин получило благодаря выходу в свет в 1888 году «Атласа конструктивных чертежей деталей машин». В предисловии автор отмечает: «Последние двадцать пять лет ознаменовались чрезвычайными усовершенствованиями, имеющими большой практический интерес и успех как в способах добывания железа и стали, в обработке их прокаткой и проковкой, так равно и в способах фабрикации машин». Атлас представлял собой сборник разработанных чертежей деталей машин того времени с указанием существующих методов расчета с поправкой на конкретные условия эксплуатации. Атлас выдержал 4 издания за период 1888 – 1906 гг. и был настольной книгой как для производителей, так и для студентов, благодаря своей уникальности. В 1889 г. профессор П.К. Худяков издал учебник под названием «Детали машин». Это был первый в России многотиражный печатный курс по предмету. В предисловии П.К. Худяков писал: «Русская литература по машиностроению не может похвастаться изобилием печатных работ. Лекции русских профессоров машиностроения большей частью литографируются (на один год или на несколько лет сразу) и обращаются почти исключительно только среди студентов той школы, где читался курс». Курс состоял из двух частей. В первой части были представлены характеристики машиностроительных материалов, сведения из сопротивления материалов, информация о методах построения машин, а также разделы: «Скрепления и соединения винтовые, чеками, заклепками, кольцами и анкерами в нагретом и холодном состоянии, валы и оси». Во второй части представлены передачи, трубы и их соединения [4].

Следует отметить, что 3-е и 4-е издания «Атласа конструктивных чертежей деталей машин» по поручению П.К. Худякова были выпущены в 1901г. А.И. Сидоровым - профессором ИМТУ, его выпускником 1891 г. «Атлас» был существенно обновлён и дополнен с учётом новых разработок быстро развивающегося машиностроения того времени.

4-е издание «Атласа», подготовленное и переработанное А.И. Сидоровым в соответствии с современным состоянием машиностроения, по мнению выдающегося отечественного машиностроителя И.А. Тиме, делало его особенно ценным для инженеров-практиков при проектировании различных машин. «Атлас» будет полезен и студента высших учебных заведений, т.к. «ошибки в деталях машинных частей очень многочисленны в курсовых студенческих проектах» [4].

В период 1886 – 1893 гг. доцент училища П.И. Мальцев дважды переиздавал свою «Справочную книгу для инженеров, механиков и строителей». Книга посвящена вопросам практической механики и построения машин и обобщала опыт многих авторов трудов по машиностроению того времени: Ф.Е. Орлова, Н.Е. Жуковского, М.М. Черепашинского – профессоров училища и др. Приведенные в книге указания об «Основных принципах проектирования деталей машин» лаконично отражали главные моменты этого процесса. По сути дела это было уникальное техническое издание для работников промышленности России конца XIX века [4].

В 1909 г. профессор А.И. Сидоров опубликовал сборник «Задачи по деталям машин», который был восторженно встречен в России и еще дважды переиздавался (в 1928 году – значительно был переработан и в 1931 г.) [4].

В предисловии к сборнику А.И. Сидоров, основываясь на своем многолетнем педагогическом опыте, предлагает следующую методику освоения курса деталей машин. На первом этапе студент изучает историю техники, т.е. с помощью преподавателя в течение нескольких месяцев он постигает то, что создало человечество за сотни и тысячи лет. Это обязательный этап. На втором этапе студент должен самостоятельно применить приобретенные им знания в той же области, причем не слепым копированием или повторением ранее использованных методов, а «путем самостоятельного мышления и своего подхода к исследованию новых задач» [4].

А.И. Сидоров неоднократно переиздавал учебник «Курс деталей машин» сначала в соавторстве с П.К. Худяковым, а затем и самостоятельно. Он отмечал в предисловии, что следует «ввести студента сознательно и с уверенностью в круг конструктивных соображений, приучить его думать технически, подготовить его к проектированию». А для этого, по мнению автора, студент должен ответить на три вопроса: из какого материала проще, удобнее и дешевле изготовить каждую деталь; какую форму для нее следует признать наиболее выгодной при изготовлении ее из данного материала и при существующих на заводе приемах обработки; с какими главными и второстепенными размерами должны быть исполнены отдельные части?

Работая над 3-им и 4-ым изданиями «Атласа», А.И. Сидоров собрал обширнейший материал по трубам, которые в 80-х годах 19 века получили большое распространение при

передаче энергии на расстояние (для пара, воздуха и воды под высоким давлением). Так, в 1906 году вышел первый вариант, а в 1912 полный капитальный труд-монография «Трубы и их соединения». Это была первая в мире фундаментальная работа, посвященная теории, конструированию, изготовлению и монтажу труб в различных условиях эксплуатации. Специалисты техники, студенты высоко оценили труд А.И. Сидорова.

Основываясь на многолетнем педагогическом опыте, А.И. Сидоров читает, а через 20 лет издает «Описательный курс машин» (1925 г.) для студентов-первокурсников, дабы «облегчить им первое знакомство с техническими предметами, сообщая им хотя бы самые краткие сведения об устройстве главнейших машин без всяких конструктивных и теоретических подробностей». Курс этот имел огромный успех у студентов.

Впервые в отечественной технической литературе в 1929 г. А.И. Сидоров издал монографию «Основные принципы проектирования и конструирования машин» - результат его 30 – летней научно-технической и педагогической деятельности.

Основными правилами при создании новой конструкции машины, по мнению А.И. Сидорова, являются:

1) разработка кинематической схемы, способной отвечать тому технологическому процессу, для которого она предназначена (траектории и скорости различных точек машины);

2) разработка динамики машины (действующие в машине силы и осуществляемые ими работы);

3) основными требованиями конструирования машин: прочность и жесткость частей, малый вес, незначительное трение, а, следовательно, и изнашивание трущихся частей, простота, дешевизна и быстрота изготовления деталей, удобство сборки, разборки и перевозки машин, безопасность их эксплуатации [4].

« Основные принципы...» А.И. Сидорова в течение многих лет с успехом использовались при обучении студентов и в работе инженеров. По мнению А.И. Сидорова, конструирование есть искусство, опирающееся на научные основы: «Деятельность конструктора имеет сходство с деятельностью художника: и там, и здесь есть творчество. Но творчество художника свободно, мрамор в скульптуре, полотно в живописи, бумага в литературе вынесут всякие образы, созданные воображением художника... . В технике же деятельность создателя-конструктора несвободна: его творение не должно противоречить законам природы, оно должно действовать или существовать в согласии с ними и давать те результаты, которые имел в виду конструктор, проектируя машину или сооружение, все равно постиг ли он эти законы природы путем научным или узнал их из практики» [4].

Анатолий Иванович Сидоров руководил кафедрой с 1898 г. по 1929 г. Он заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор.

Учение о деталях машин трудами многих ученых в области механики и сопротивления материалов (Н.Е. Жуковского, Ф.С. Ясинского и др.) получило солидную поддержку в виде аргументированных расчетов отдельных деталей машин и формировалось как специальная научная дисциплина. Работы Н.Е. Жуковского «О скольжении ремня на шкивах» и

«Распределение давлений на нарезках винта и гайки» существенно упростили инженеру-механику задачу конструирования этих деталей.

В связи с быстрым развитием машиностроения в начале XX века возникла необходимость нормализации типовых деталей различных машин и их расчётов. Профессор МВТУ И.И. Куколевский в 1916-1918 гг. опубликовал «Сборник нормалей деталей машин, таблиц установочного характера, расчетных таблиц и номограмм». Эта работа положила начало стандартизации в машиностроении [1].

Профессор МВТУ И.И. Бобарыков в период с 1926 по 1935 гг. неоднократно переиздавал свой учебник и атлас по деталям машин, по которым училось не одно поколение студентов. Эти работы И.И. Бобарыкова успешно служили и инженерам-практикам [1].

С 1929 г. по 1952 г. кафедрой руководил Михаил Алексеевич Саверин, лауреат Государственной премии СССР, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор, окончивший МВТУ в 1914 г. Под руководством М.А. Саверина учебная работа кафедры развивалась в таких направлениях, как полная модернизация курса с переходом от расчётов по полуэмпирическим зависимостям к современным расчётам; широкое отражение вопросов технологичности конструкций и стандартизации. Особое внимание уделялось проектированию деталей машин [2].

Кафедра внесла существенный вклад в стандартизацию в машиностроении. М.А. Саверин был членом Комитета стандартов. Под его руководством и при участии кафедры был разработан ряд стандартов: «Стандарты металлоизделий и металлов», «Стандарты крепежных изделий», «Справочник по допускам, посадкам и калибрам», «Выбор допусков и посадок в машиностроении», «Сборник материалов по расчёту и конструированию деталей машин» и др. [1].

Большое значение для развития учения о деталях машин и их расчёта и конструирования в промышленности имел выпуск тома «Детали машин» энциклопедического справочника «Машиностроение» под редакцией М.А. Саверина (1951г.).

Справочник выпускался по постановлению Совета Народных Комиссаров Союза ССР от 5 марта 1944 г. И ставил своей целью систематизацию и распространение передового опыта и достижений новейшей машиностроительной техники, а также восполнение недостатка в специальной технической литературе. Основными авторами тома были преподаватели кафедры и связанные с кафедрой специалисты – выпускники МВТУ.

В промышленности получили широкое применение научные разработки по расчёту ремённых передач (В.Н. Беляев); о влиянии развальцовки труб на твёрдость меди (И.И. Бобарыков); по подшипникам качения (Н.А. Спицын); опытное исследование трения несмазанных фрикционных материалов применительно к работе муфт сцепления (С.Б. Минут); расчёт подшипников скольжения (А.К. Дьячков); теоретическое и практическое исследование муфт, обобщенное в книге профессора М.Г. Лукина «Муфты сцепные и упругие» (1935).

С 1952 г. по 1988 г. кафедру возглавлял заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор Дмитрий Николаевич Решетов, окончивший

МВТУ в 1930 г. Под руководством Д.Н.Решетова, трудами его многочисленных учеников и коллег кафедры превратилась в один из ведущих научных и учебных центров страны в области деталей машин.

Усилиями кафедры создана в начале пятидесятых годов первая в Советском Союзе комплексная учебная лаборатория деталей машин, разработаны и изготовлены испытательные установки - прототипы установок, выпускаемых впоследствии для отечественных ВУЗов, для проведения научных экспериментов на кафедре организована научная лаборатория и изготовлены оригинальные испытательные машины. Сотрудники кафедры регулярно привлекались к разработке государственных стандартов: по расчёту эвольвентных зубчатых передач на прочность, на общие технические требования к редукторам общепромышленного применения и др. [5].

Написан и издан через государственные издательства полный комплекс учебников и учебных пособий по основам конструирования машин: атласы, пособия по проектированию, лабораторным занятиям, новым разделам курса.

Кафедра была пионером внедрения ЭВМ в учебный процесс: создан собственный вычислительный комплекс по расчёту основных групп деталей машин на ПЭВМ, разработана автоматизированная система проектирования деталей машин с получением полностью оформленных чертежей [2].

На кафедре были проведены одни из первых исследований по волновым зубчатым передачам, создана фундаментальная теория геометрического, прочностного и точностного расчётов этих передач, на базе которых в промышленность внедрен комплект из шести руководящих документов отрасли [5].

Особое внимание было уделено муфтам, работающим в условиях динамического нагружения и обладающим повышенными компенсационными возможностями и демпфированием, составлен и издан справочник по широкой номенклатуре муфт.

В курсе «Детали машин» получили развитие современные расчёты по критериям работоспособности, вероятностные расчёты, расчёты надёжности

В 1968г. на кафедре была открыта специализация «Детали машин» факультета повышения квалификации преподавателей (ФПКП) для оказания квалифицированной помощи родственным кафедрам ВУЗов Советского Союза. Учебные планы и программы дисциплин, читаемых слушателям, постоянно обновляются и совершенствуются.

Решетов Д.Н. – автор свыше 300 научных трудов, из них 47 книг, посвященных различным проблемам машиностроения: от конструкционного демпфирования и точности машин до усталостной прочности при переменных режимах нагружения и надёжности. Под его руководством был сделан новый шаг в теории контактно-гидродинамической смазки и разработан неизотермический расчёт толщины масляного слоя, выпущено в свет двухтомное издание «Детали и механизмы станков», ставшее основным пособием по проектированию станков, и другие основополагающие работы по машиностроению. Он был активным участником фундаментального издания «Энциклопедический справочник машиностроения» в послевоенный период и издания «Энциклопедия машиностроения»

(1995 г.). Учебник Решетова Д.Н. до сих пор является наиболее полным трудом по курсу «Детали машин».

Решетов Д.Н. уделял большое внимание подготовке научных кадров. Под его научным руководством защищены 10 докторских и более 100 кандидатских диссертаций.

В течение многих лет Д.Н. Решетов возглавлял отдел общих исследований станков в ЭНИМС, был членом комиссии по присуждению Ленинских и Государственных премий, председателем Экспертного Совета ВАК, председателем кандидатского и докторского Ученых Советов МВТУ, членом редколлегии ряда журналов.

В своей работе [5] Д.Н. Решетов очень подробно остановился на состоянии и тенденциях развития деталей машин, их конструировании в современных условиях.

В 1988 г. Д.Н. Решетов передал руководство кафедрой своему ученику – д.т.н., профессору Ряховскому Олегу Анатольевичу, труды которого известны за пределами России. Несмотря на тяжелые как для России, так и для кафедры времена (распад Советского Союза, мизерное финансирование образования и почти полное отсутствие финансирования науки в ВУЗах) кафедра выжила.

Были защищены докторские диссертации (Андриенко Л.А., Попов П.К., Иванов А.С., Блинов Д.С).

Используя богатый многолетний опыт и традиции кафедры, её сотрудники продолжают большую работу по написанию и изданию учебно-методической литературы по курсу «Детали машин», по выполнению домашних заданий. По проведению лабораторных работ, по новым методам расчёта и конструирования деталей и узлов машин.

С появлением современных персональных компьютеров с большим объёмом памяти и быстродействием существенно упростился процесс проектирования и конструирования машин. Однако кафедра придаёт большое значение методике обучения основам конструирования, при которой студент предварительно выполняет курсовой проект на черновиках, с помощью консультанта доводя конструкцию до оптимального решения.

Несмотря на все существующие проблемы и сложности, коллектив кафедры с оптимизмом смотрит вперёд и делает всё от него зависящее по улучшению качества обучения основам конструирования будущих инженеров.

Заключение

Данная статья посвящена истории развития науки о деталях машин в Российской Империи, СССР и современной России, а также роли ученых кафедры «Основы конструирования машин» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Приводятся основные этапы и вехи развития с середины XIX века по настоящее время. Упомянуты крупнейшие ученые в области детали машин, отмечается их вклад в развитие данной науки.

Список литературы

1. Прокофьев В.И. Московское высшее техническое училище. 125 лет. М.: Машгиз. 1955. 473 с.
2. Николаев Г.А., Колесников К.С. (ред.). МВТУ им. Н.Э. Баумана 1830-1980. М.: Высшая школа. 1980. 319 с.
3. Юдин Е.Г. Университет инженерных школ // Вестник машиностроения №10, 2000.
4. Чеканов А.А. Анатолий Иванович Сидоров (1866-1931). М.: Наука. 1976. 184 с.
5. Решетов Д.Н. Состояние и тенденции развития деталей машин // Вестник машиностроения №10, 2014.