

МЕХАНИКА И УПРАВЛЕНИЕ МАШИНАМИ

И.И. Артоболевский

(Одна из последних публикаций академика)

Нелегко прогнозировать будущее любой науки, особенно в наш век научно-технической революции. Еще великий Д.И. Менделеев писал: «Границ научному познанию и предсказанию предвидеть невозможно». Вот почему я заранее прошу не упрекать меня в возможной субъективности изложения или недостаточной его убедительности.

Я хочу попробовать на базе уже достигнутого в науке о машинах очень осторожно наметить путь ее дальнейшего развития. Но для этого необходимо хотя бы кратко осветить историю развития теории машин и механизмов.

Читатель может спросить: какой смысл говорить о прошлом этой науки, когда так широк и многообещающ спектр проблем будущего? В подкрепление своей постановки вопроса я сошлюсь на слова одного из наших современников, крупнейшего физика, создателя квантовой механики В. Гейзенберга. Он писал: «Чтобы обозреть прогресс науки в целом, полезно сравнить современные проблемы науки с проблемами предшествующей эпохи и исследовать те специфические изменения, которые претерпела та или иная важная проблема в течение десятилетий или даже столетий».

Но решив изложить прошлое науки о машинах, я, естественно, должен хотя бы приближенно установить начало ее зарождения. Это особенно трудно сделать в нашем случае, так как простые и сложные машины применялись еще в глубокой древности.

Еще во второй половине II века до нашей эры знаменитый представитель александрийской школы Герон создавал грузоподъемные и военные машины, турбины и даже простейшие автоматы для раздачи воды.

В конце I века нашей эры Марк Витрувий описывает созданные им машины и грузоподъемные сооружения, в которых он применял пространственную зубчатую передачу, архимедов винт, полиспасты и другие механизмы.

Уже в IX—X веках изобретаются часы с зубчатыми передачами. О возможности создания различных машин пишет Бекон в XIII веке. Особенно развитие машинная техника получает в период Возрождения. Здесь можно указать на знаме-

нитого гениуса Л.Б. Альберти, в сочинениях которого имеется описание различных механизмов, необходимых для строительства зданий. В его трудах мы впервые встречаемся с попыткой представить машину как совокупность отдельных механизмов.

Эпоха Возрождения неразрывно связана с именем гениального Леонардо да Винчи. Обнаруженные недавно две большие рукописи Леонардо да Винчи, носящие название «Мадридский кодекс I» и «Мадридский кодекс II», показывают, что Леонардо не только вплотную подошел к понятию механизма, но и пытался дать систематику механизмов и их деталей. Он рассматривает механизмы зубчатых передач различных видов, кулачковые, храповые, рычажные и другие механизмы и их детали. Крупнейший знаток технологического творчества Леонардо Ладислав Рети в книге «Неизвестный Леонардо» пишет о том, что Леонардо сформулировал свои идеи относительно связи теории с практикой в форме двух постулатов. Первый — «Книга о науке механизмов должна предшествовать книге об их применении». Второй — «Механика есть рай математических наук. Посредством ее достигают плода математики».

Таким образом, Леонардо впервые поставил вопрос о необходимости создания науки о механизмах и широком использовании математических методов в создании конструкций машин. Если обратиться к совокупности тех механизмов, которые рассматривал Леонардо в «Мадридском кодексе» и в «Атлантическом кодексе», то, как свидетельствует А.М. Брицио, в них содержится все 22 элемента, из которых состоят машины, описанные в классическом труде Ф. Рело «Кинематика машин». Таким образом, Леонардо более чем на три века опередил ученых XIX столетия в понимании того, что каждая машина может быть создана из совокупности одних и тех же механизмов. Он еще не использует понятия механической модели механизма, его кинематической схемы, но вплотную подошел к пониманию необходимости применения математических описаний механики машин и механизмов.

После эпохи Возрождения наука о машинах и механизмах долгое время носила чисто эмпири-

ческий, изобретательский характер. Создавались отдельные машины и механизмы, а теоретические обоснования этих конструкций, как правило, отсутствовали. Но даже эти новые машины открывали целые эпохи в развитии техники. Здесь в первую очередь надо упомянуть о Д. Уатте, как создателе паровой машины и ряда механических устройств, о русских изобретателях и конструкторах Кулибине, Ползунове, Нартове и других. К XVIII столетию относятся открытия, связанные с новыми конструкциями текстильных машин. Д. Кей изобрел свободно летящий челнок, Аркрайт — прядильную машину, Картрайт предложил конструкции механических станков и т. д. В начале XIX столетия Г. Модели был изобретен суппорт токарного станка.

Первые теоретические работы после Леонардо да Винчи относятся к XVIII веку. Здесь можно указать на семитомное сочинение Я. Лейпольда «Театр машин». Он так же, как Леонардо, выделяет отдельные механизмы, подробно описывает зубчатые зацепления и даже пишет об элементах зубчатых редукторов. Выдающуюся роль в становлении науки о машинах сыграли работы гениального математика и механика Л. Эйлера. Эйлер посвятил машинам большое количество трудов. Эйлер впервые указал на то, что машины и механизмы надо рассматривать не в состоянии покоя, а в движении, т. е. рассматривать кинематику механизмов как отдельную науку. Ему также принадлежат работы по теории трения, по зубчатым колесам, передачам с гибкой нитью и т. д.

Работы Л. Карно были в какой-то степени развитием идей Эйлера и являются первой попыткой сформулировать задачи динамики машин.

Крупнейшим вкладом в науку о машинах были труды Г. Монжа, относящиеся к концу XVIII и началу XIX века. Выдающийся геометр Монж поставил геометрию на службу инженерным наукам, создав начертательную геометрию, этот изящнейший аппарат кинематики машин и механизмов. Он развил идею о механизмах как преобразователях движения отдельных звеньев. Из выдающихся ученых, внесших значительный вклад в теорию машин, мы должны указать на А. Бетанкура. Составленные им совместно с Ланцем таблицы механизмов поражают своим богатством видов простейших машин и механизмов. В трудах Бетанкура, Ланца и Ашетта все большее внимание уделяется проблемам систематики механизмов. Ашетт, пожалуй, впервые пытается сформулировать наличие в каждой машине трех основных частей: двигателя, передаточных меха-

низмов и исполнительного органа. Понятие кинематики, в том числе и в приложении к машинам, было сформулировано А.М. Ампером в его первой таблице «Классификация человеческих знаний или синоптические таблицы наук и искусств».

В первой половине XIX столетия рядом ученых эффективно развиваются вопросы динамики машин. Так, Л. Пуассон рассматривает вопрос о построении уравнений движения машины в самом общем виде. Г. Кориолис также изучает вопросы динамики машины в самом общем виде с учетом сил, на нее действующих. Целую эпоху в науке о машинах составили труды Ж.В. Понселе. Ему принадлежит фундаментальный труд «Курс механики в приложении к машинам».

Крупным вкладом в науку о механизмах в середине XIX столетия явилась работа английского ученого Р. Виллиса, посвященная теории механизмов. Им создана классификация механизмов, основы которой до сих пор не потеряли своего значения. Важнейший вклад в теорию механизмов и машин внесли такие ученые, как Ф. Савари, М. Шаль, Т. Оливье, являвшиеся создателями кинематической геометрии и обобщенной теории зубчатых зацеплений.

Становление русской школы по теории механизмов относится к середине XIX века и непосредственно связано с именем П.Л. Чебышева. Чебышев явился основоположником теории структурного и метрического синтеза механизмов. Он глубже, чем кто-либо из его предшественников, понял роль математики в решении задач синтеза механизмов. Его труды стали тем фундаментом, на котором впоследствии были развиты аналитические методы синтеза механизмов, получившие такое широкое распространение и развитие в наше время.

Во второй половине XIX века публикуются работы выдающегося немецкого ученого Ф. Рело. Им вводятся важнейшие в теории механизмов понятия о кинематической паре и кинематической цепи. В определении механизма подчеркивается принцип замкнутости кинематической цепи, образующей механизм. Его «Теоретическая кинематика» может быть признана трудом энциклопедическим, охватывающим все стороны учения о механизмах. Идеи Рело легли в основу методов структурного, кинематического и динамического анализа механизмов и до сих пор не потеряли своего значения.

Продолжение в следующем номере