

*Не то дорого знать, что земля круглая,
а то дорого знать, как дошли до этого.*

Л.Н. Толстой

*Наука открывает то, что есть;
инженеры превращают это знание
в то, чего никогда не было.*

Теодор фон Карман

В своих попытках понять настоящее и найти пути к лучшему будущему люди всегда обращаются и будут обращаться к прошлому, к исторически апробированным положениям, теориям и методам. И это не дань прошлому, а необходимый способ человеческой ориентации в историческом времени и пространстве, естественная потребность каждого поколения найти себя, свое место и назначение между прошлым и будущим. Неслучайно, во многих технических вузах введена учебная дисциплина «История науки и техники», являющаяся важной компонентой инженерного образования.

В этом номере редколлегия журнала открывает новую рубрику «**История науки и техники**» статьей академика РАН К.В. Фролова. Редакция приглашает авторов к сотрудничеству в этой интересной области.

УДК 62(091):001(091):(05)

РОЛЬ ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ В РАЗВИТИИ МЕХАНИКИ*

К.В. Фролов

Леонардо да Винчи родился 15 апреля 1452 г. близ города Винчи (рис. 1), расположенного между Флоренцией и Пизой. Леонардо таинственен не только в творчестве, но и в биографии. Известно, что он был внебрачным сыном нотариуса Пьеро да Винчи, который умер в возрасте 80-ти лет, оставив десять сыновей и двух дочерей от трех браков. Мать Катерина – местная крестьянка. В 1466 г. 14-летний Леонардо был отдан на обучение к живописцу и скульптору Верроккьо.

За период своего обучения в мастерской Верроккьо Леонардо одновременно с занятием живописью изучает основы математики и механики. В последующие годы он тщательно изучает труды выдающихся философов-ученых

Аристотеля, Архимеда, Герона, Эвклида. Он изучал сочинения крупных астрономов и математиков XV в. Наконец, он имел личное общение с крупнейшими учеными и инженерами своего времени: архитектором Браманте, математиком Пачоли, ученым и инженером Фацио Кардано и другими, уделял внимание текстильному производству, которым славилась Флоренция. Он проектирует машины для крутки нитей. В этот же период Леонардо разрабатывает теорию, расчет и конструкцию ткацких станков и их деталей. Во всех работах Леонардо в области текстильного производства видно его стремление к максимальной механизации основных трудоемких технологических процессов.

* Публикуется по материалам доклада на Международной научной конференции, посвященной 550-летию со дня рождения Леонардо да Винчи и 130-летию Политехнического музея. Москва, 18-21 ноября 2002 г.



Рис. 1. Город Винчи. Современный вид

В возрасте 30 лет (в 1482 г.), Леонардо покинул Флоренцию и переехал в Милан, где был зачислен в состав коллегии инженеров миланского герцога. В этот наиболее плодотворный период жизни он выступает в роли военного инженера, гидротехника, умелого организатора придворных феерий, создателя многочисленных технических устройств, машин и сооружений. Эта творческая деятельность продолжалась впоследствии во Флоренции и Риме, а в последние годы жизни – во Франции, куда он переехал по приглашению короля Франциска I после занятия Милана французами.

Как ученый и инженер Леонардо да Винчи обогатил проницательными наблюдениями почти все области науки своего времени, рассматривая тексты и заметки, эскизы и схемы как подготовительные наброски к созданию гигантской энциклопедии человеческих знаний. Особое внимание Леонардо уделял механике, называя ее «раем математических наук» и видя в ней главный ключ к тайнам мироздания. Именно работы по механике принесли ему славу ученого. Он предпринял попытки экспериментально определить коэффициенты трения скольжения и качения, изучал сопротивление материалов, занимался гидравликой, созданием подшипников, проектированием механических передач и различных деталей машин, преобразованием вращательного движения в возвратно-поступательное и наоборот. Им были впервые сконструированы зубчатые зацепления (рис. 2), спиральные (рис. 3) и конические зубчатые передачи; он изучал соединительную цепь и другие механические устройства подобного рода.

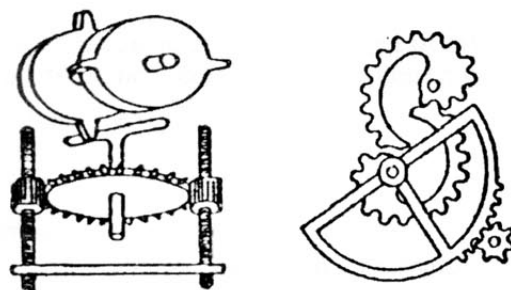


Рис. 2. Зубчатые зацепления

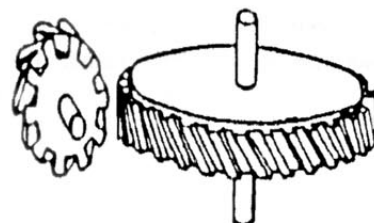


Рис. 3. Спиральная передача

Леонардо да Винчи внес огромный вклад в развитие механики машин, науки о машинах, его наследие представляет огромный перечень изобретений, открытий и гениальных догадок, которые невозможно здесь все перечислить, но нельзя не отметить следующие достижения этого великого ученого и инженера.

В области механики

- Спиральная передача.
- Коническая зубчатая передача.
- Ступенчатая передача.
- Парашют (рис. 4).
- Печатный пресс (рис. 5).
- Роликовый подшипник.
- Конический винт.

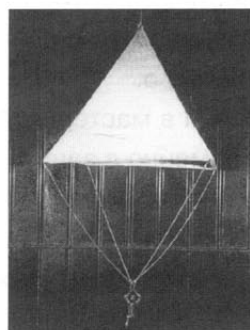


Рис. 4. Парашют

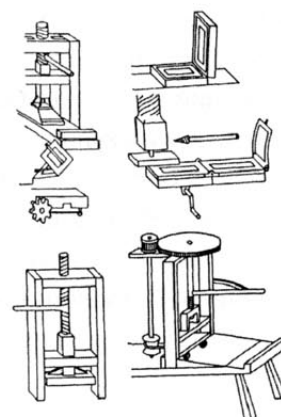


Рис. 5. Детали печатного пресса

- Соединительные цепи (рис. 6).
- Шлифовальный станок для деревообработки.

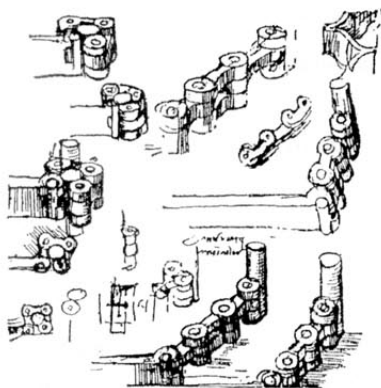


Рис. 6. Соединительные цепи

- Параболический компас.
- Измеритель скорости ветра.
- Измеритель давления воды.
- Ветряная мельница с барабаном (рис. 7).
- Тачка с одним колесом.

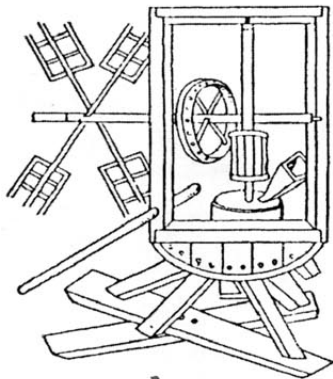


Рис. 7. Ветряная мельница

- Приспособления для:
 - производства заклепок;
 - раскатки золота;
 - штамповки (рис. 8);
 - изготовления форм для монет;
 - нарезки винтов и гаек (рис. 9).
- Текстильные аппараты для:
 - производства канатов;
 - закрутки шерсти;
 - просушки шелка и др.
- Ткацкий станок высокой производительности.

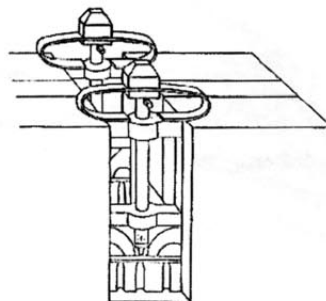


Рис. 8. Приспособление для штамповки

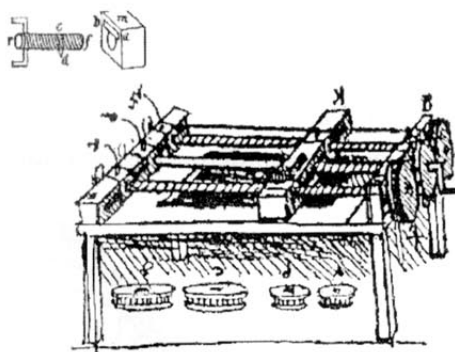


Рис. 9. Приспособление для нарезки винтов и гаек

В области создания гидравлических устройств

- Центробежный насос.
- Гидравлический пресс.
- Винтовой подъемник воды.
- Землечерпальный снаряд.
- Применение маятника в работе насоса.

В области военной техники

- Нарезное ружье.
- Пистолет с барабаном.
- Орудие, заряжающееся с казенной части.
- Паровая пушка.

На протяжении своей жизни Леонардо да Винчи работал над созданием летательных машин тяжелее воздуха. Леонардо начал с изучения полета птиц, с наблюдения их взлета и захода на посадку, изучал анатомию их летательных органов, кинематику и динамику их полета (рис. 10). Далее, он перешел к изучению того, что мы сегодня называем бионикой: движения крыла и хвоста у птиц, влияния расположения центра тяжести птицы на механику полета.

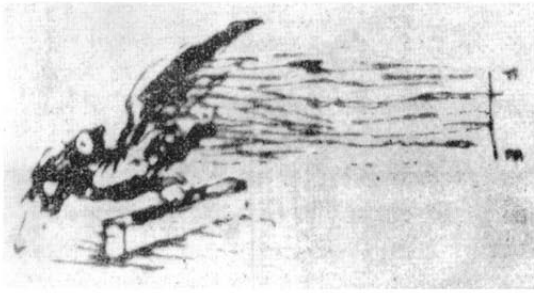


Рис. 10. Полет птицы

Леонардо проектировал различные летательные аппараты, в частности махолеты (рис. 11). В эскизах и чертежах Леонардо, дошедших до нас, представлены разработанные им различные конструкции крыльев, двигательные механизмы, механизмы управления.

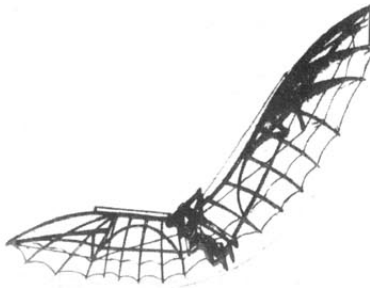


Рис. 11. Махолет Леонардо да Винчи

Он пришел даже к идее и принципам конструкции воздушного винта (рис. 12), но, естественно, в то время не смог преодолеть основной трудности – создания двигателя надлежащей мощности, необходимой для преодоления силы тяжести.

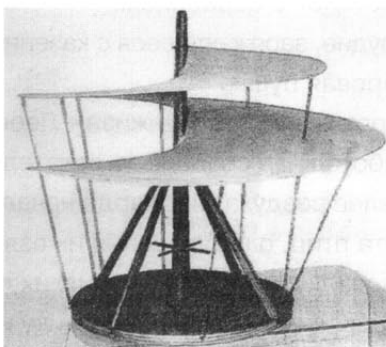


Рис. 12. Воздушный винт

Кстати, заметим, что попытки многих изобретателей создать махолет, напоминающий полет птиц и насекомых, оказались тщетны после долгих лет поиска: как летать и парить над землей? И только винтокрылая, а позже ракетная техника решили эту задачу.

Очень интересна попытка Леонардо да Винчи создать вертолет (рис. 13). Его рисунок содержит пометки, которые он засекречивал, будучи левшой, писал как справа налево, так и слева направо, использовал, так называемое, зеркальное письмо (записи, которые можно было прочесть, только подойдя к зеркалу), иногда чередуя его с обычным написанием и прибегая к кодированию ряда технических терминов и определений. Так, например, следуя алхимическим традициям, Леонардо заменяет названия металлов названиями планет: Венера – медь, Юпитер – олово, Сатурн – свинец, Меркурий – ртуть, Нептун – бронза (фраза «Меркурий убежал» означает, что ртуть растворилась).

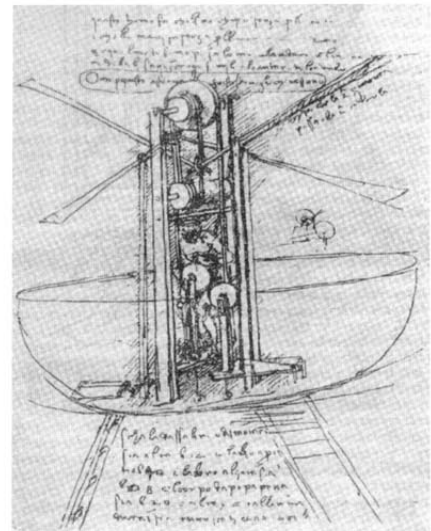


Рис. 13. Проект летательного аппарата

Хотелось бы коротко остановиться еще на нескольких достижениях Леонардо да Винчи.

С ранних лет Леонардо был увлечен созданием механизмов для проведения строительных работ. На рис. 14 представлен макет башенного крана, который был предложен Ле-

онардо да Винчи. Очевидно, что при его создании Леонардо использовал те же механизмы, которые используются для подъема грузов и в наше время.

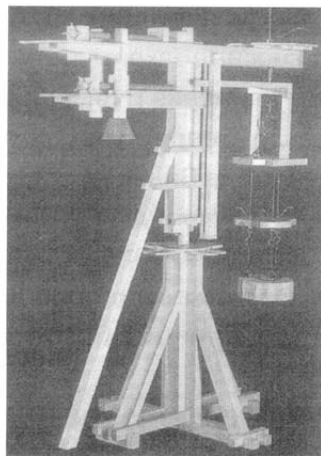


Рис. 14. Башенный кран

В круг интересов Леонардо да Винчи входили и вопросы фортификации. На рис. 15 представлен макет подъемного моста, действие которого основано на использовании оригинального подъемного механизма.

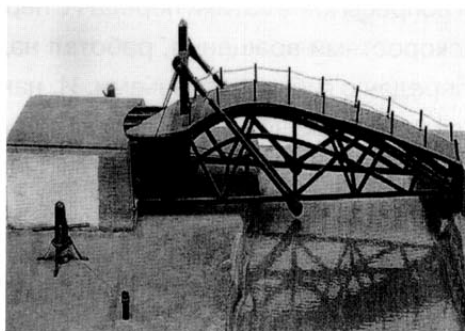


Рис. 15. Подъемный мост

Чрезвычайно интересна попытка создать корабельный движитель (рис. 16), который позволил бы мореходам избавиться от капризов ветров.

На рис. 17 представлена модель велосипеда, сделанная по эскизам Леонардо да Винчи. Это – вполне современная модель, использующая даже цепную передачу.

Леонардо да Винчи очень много работал над проблемами снижения износа. В частности, на рис. 18 представлен предложенный Леонардо подпятник качения. Здесь Леонардо удалось реализовать идею перехода от подшипников скольжения к подшипникам качения.

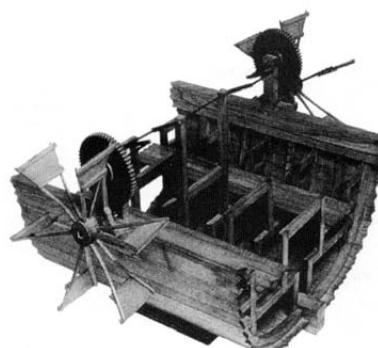


Рис. 16. Корабельный движитель

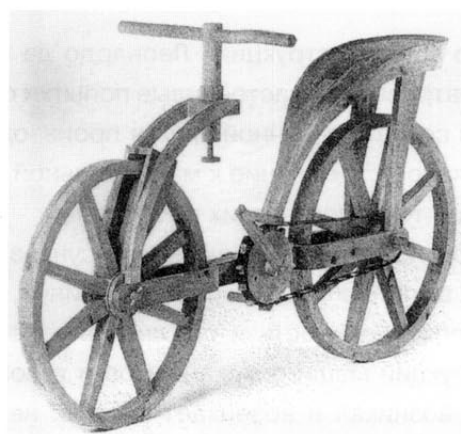


Рис. 17. Велосипед

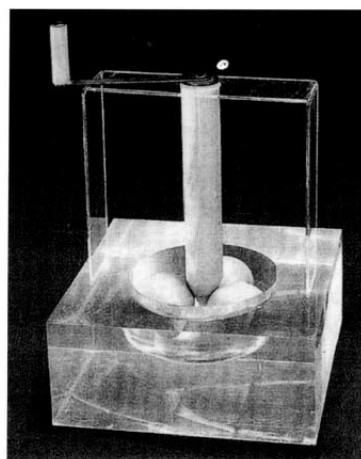


Рис. 18. Подпятник на сферических телах качения

Безусловный интерес представляет предложенный Леонардо да Винчи механизм, являющийся своего рода коробкой передач, которая позволяет либо увеличивать мощность за счет уменьшения скорости, либо, наоборот, за счет уменьшения мощности, повышать скорость вращения ведомого вала (рис. 19).

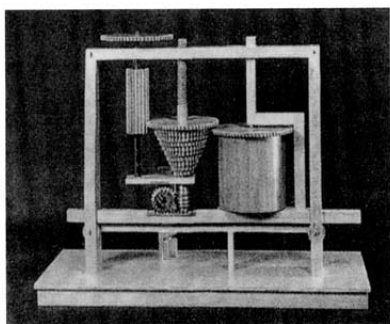


Рис. 19. Коробка передач

Во всех конструкциях Леонардо да Винчи просматриваются настойчивые попытки облегчить и сократить ручной труд в производстве, постоянное стремление к максимальной механизации технологических процессов.

При изучении технических рисунков и эскизов, выполненных Леонардо да Винчи, поражает оригинальность и сложность отдельных конструкций машин, механизмов и узлов. Поэтому возникал и возникает вопрос: не были ли все эти конструкции только плодом научной фантазии Леонардо? Тем не менее очень часто эти эскизы Леонардо представляют собой зарисовки конструкций с натуры, а многие эскизы содержат детали тех конструкций, которые Леонардо использовал в текущей работе.

В Леонардо да Винчи с поразительной гармонией сочетались художник и ученый, ваятель и философ. Он реалист и естествоиспытатель как в живописи, так и в науке.

В сферу научных интересов Леонардо да Винчи входили и многие вопросы физики. Он изучал различные формы движения и, в частности, колебательные движения в теории звука, света, теплоты и магнетизма. Ему принадлежат исследования в области явлений горения, излучения теплоты и движения жидкостей.

Как инженер Леонардо да Винчи занимался гидротехникой и гидромашинами, текстильным производством, строительством, оптикой, приборостроением, машиностроением, металлургией, авиацией. Как механик он был автором выдающихся научных работ, в которых трактуются основные законы статики, исследуются вопросы движения и инерции, изучаются вопросы трения, теории упругости и многие другие. Леонардо да Винчи едко высмеивал попытки создания вечного двигателя. «О, искатели вечного движения, – пишет он, – сколько бесплодных задач вы себе поставили в своих исканиях! Подайте руку искателям золота!» (т.е. алхимикам.)

Внимательный анализ работ Леонардо да Винчи убеждает нас не только в его исключительных способностях конструктора и экспериментатора, но и в умении давать теоретические и практические обоснования своим разработкам. Конструирование сложных механизмов и машин привело Леонардо к необходимости развития теории передаточных механизмов. Он разработал общие основы теории зубчатых передач как плоских, так и пространственных, изучал вопросы кинематики передач с переменными скоростями вращения, работал над теорией передач с гибкими звеньями. И, наконец, он решил сложные вопросы замены в подшипниках и опорах валов трения скольжения трением качения.

Творчество Леонардо да Винчи сыграло значительную роль в формировании научных основ не только классической механики, но и анатомии. Однако с сожалением надо упомянуть, что годы его жизни в Риме, где он активно занимался анатомией человека, омрачены клеветническими доносами, адресованными Папе Римскому и директору госпиталя, откуда он получал трупы для проведения анатомических исследований. В результате Леонардо было запрещено вести дальнейшие исследования в области анатомии.

Постоянная увлеченность моделированием, страсть к экспериментам привели Леонардо да Винчи к гениальным конструктивным до-

гадкам, намного опережавшим эпоху. Таковы сделанные им наброски проектов, чертежи и схемы металлургических печей и прокатных станов, печатных, деревообрабатывающих, землеройных и других машин. У него есть даже удивительные для того времени эскизы подводной лодки и танка.

Некоторые, не встречавшиеся ранее в описаниях механизмы и машины, впервые изображенные в зарисовках и эскизах Леонардо да Винчи, могли отражать действительность того времени. Другие он мог внедрить в итальянское промышленное производство непосредственно через заинтересованных предпринимателей. Часто же принципиально верные изобретения не удавалось претворить в жизнь из-за недостатка мастерства и умения, отсутствия нужных материалов.

К ним, например, относятся центробежный насос, гидравлический пресс, огнестрельное нарезное оружие, пушка, заряжающаяся с казенной части.

Реальность конструкций и возможность их осуществления иногда находятся в кажущемся противоречии с грандиозностью замыслов Леонардо да Винчи. Но в этом надо видеть только еще одно из проявлений гениальности Леонардо как подлинного новатора, умевшего не только осуществить возможное – настоящее, но и предвидеть будущее, опередить свое время.

Трагедия творчества Леонардо да Винчи – в несоответствии между его грандиозными замыслами и уровнем развития науки и техники в эпоху Возрождения.

В своей научной деятельности Леонардо да Винчи был неутомим, он писал: «лучше смерть, чем усталость». Его наследие поистине трудно обозримо. В его рукописях и заметках, записанных на отдельных листках бумаги, в его чертежах и эскизах технических предложений и изобретений представлены самые различные отрасли знаний. Он являлся математиком и астрономом, выдающимся знатоком анатомии, физиологии, ботаники, геологии, палеонтологии и географии.

Леонардо да Винчи снискал себе славу выдающегося исследователя и изобретателя, оставив потомкам гигантское научно-техническое наследие. Памятник Леонардо воздвигнут в г. Милане (рис. 20).

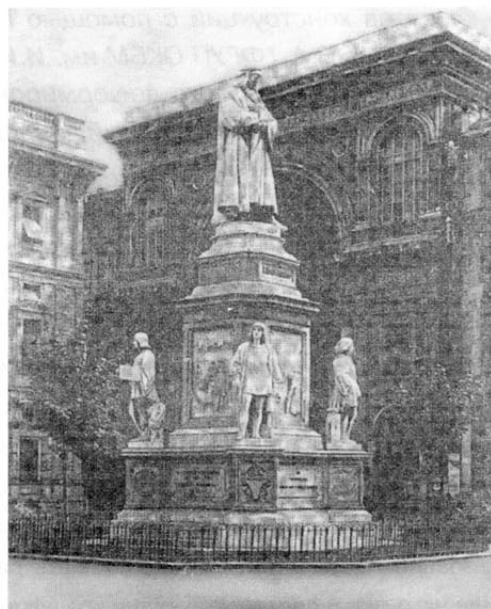


Рис. 20. Памятник Леонардо да Винчи в Милане