

ЛЕОНАРДО О ПРИРОДЕ ВОДЫ



МОГИЛЕВСКИЙ Михаил Алексеевич — доктор физико-математических наук, профессор; более 30 лет преподавал физику в Физико-математической школе (Новосибирск). Основная область научных исследований в Институте Гидродинамики СО РАН 1960—1999 гг. — механизм деформации металлов при нагружении ударными волнами. Автор патента на производство литой Дамасской стали

От научного наследия величайшего универсального гения в истории человечества Леонардо да Винчи (1452—1519) до настоящего времени сохранилось около 7 000 страниц рукописей, что, согласно оценкам специалистов, составляет лишь 25—30 процентов того дара, который великий флорентиец оставил своему ученику Франческо Мельци. Материалы по нескольким направлениям исследований Леонардо намеревался опубликовать, составлял по ним подробные планы, неоднократно пересматривал, переписывал. В Кодексе Хаммера (теперь он находится в собрании Билла Гейтса) есть план «Книги о Воде», состоящий из 15 разделов: о воде как таковой; о природе дна; о вещах, которые движутся в ней; о каналах; о машинах, которые приводятся в движение водой, и др. В данной заметке мы представим лишь некоторые из достижений Леонардо в фундаментальных исследованиях по природе воды и в их приложениях

«Как облака образуются...»

*«Опиши, как облака образуются, и как они растворяются, и что заставляет пар подниматься с поверхности воды в воздух, и как образуется туман», «и как вода превращается в снег и в град...»**

На фото Антонио Бандаралли запечатлено редкое явление — формирование огромного облака над озером Лаго Маджоре в Ломбардии. Определяющую роль играют здесь, очевидно, относительные движения больших масс влажного воздуха, приходящего с Атлантики, который задерживается перед грядой высоких Альпийских гор. Наблюдение Леонардо да Винчи над подобным процессом в том же районе позволило ему прийти к пониманию наиболее существенных эффектов, имеющих место при формировании облака:



Облако над озером Лаго Маджоре в предгорьях Альп. Фотография Антонио Бандаралли (Испра, Италия).

*«Я однажды увидел облако в форме огромной горы, которое притягивало к себе все малые облака, что были поблизости, а само оставалось на месте». Есть большая разница в содержании понятий *смотреть*, *видеть* и *увидеть*. На основе своих наблюдений Леонардо первым объяснил процессы формирования облаков и падения дождя*

* Все тексты, выделенные курсивом, принадлежат перу Леонардо да Винчи.

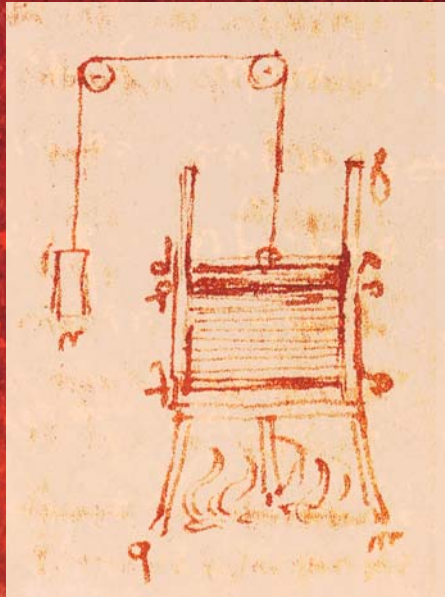


Рисунок установки для измерения плотности пара при температуре кипения. Постановкой этой проблемы Леонардо да Винчи на 150—200 лет превосходил исследования газовых законов и физики фазовых переходов

«Когда образуется облако, возникает также и ветер... При образовании облака влажный воздух втягивается из теплой области в холодную, которая лежит выше облаков; следовательно, нужно быстро набрать огромное количество воздуха, чтобы образовалось плотное облако; и так как нельзя сделать вакуум, окружающий воздух стремительно занимает то место, откуда был взят воздух при образовании облака... Я однажды имел возможность наблюдать этот процесс недалеко от Милана в районе озера Лаго Маджоре. Я увидел облако в форме огромной горы, которая выглядела как скопление горящих утесов. И эта гора притягивала к себе все маленькие облака, что были поблизости, а сама оставалась на месте...»

Впервые объясненный им процесс образования облаков и падения дождя Леонардо поразительно кратко и доходчиво изложил в форме басни:

«Пребывала вода в своей стихии — в великоленном море; нохватило ее желание подняться в воздух, и, получив поддержку стихии огня, вознеслась она тонким паром и казалась такой же тонкости, что и воздух. Но, поднявшись в высоту, очутилась она среди воздуха, еще более тонкого и холодного, где ее и покинул огонь. И вот уже малые ее частицы, встречаясь, стали соединяться между собой и обретать тяжесть. Высокомерие покинуло ее, она стала падать и была выпита сухой землей, где в заточении на долгие времена отбывает она покаяние за свой грех».

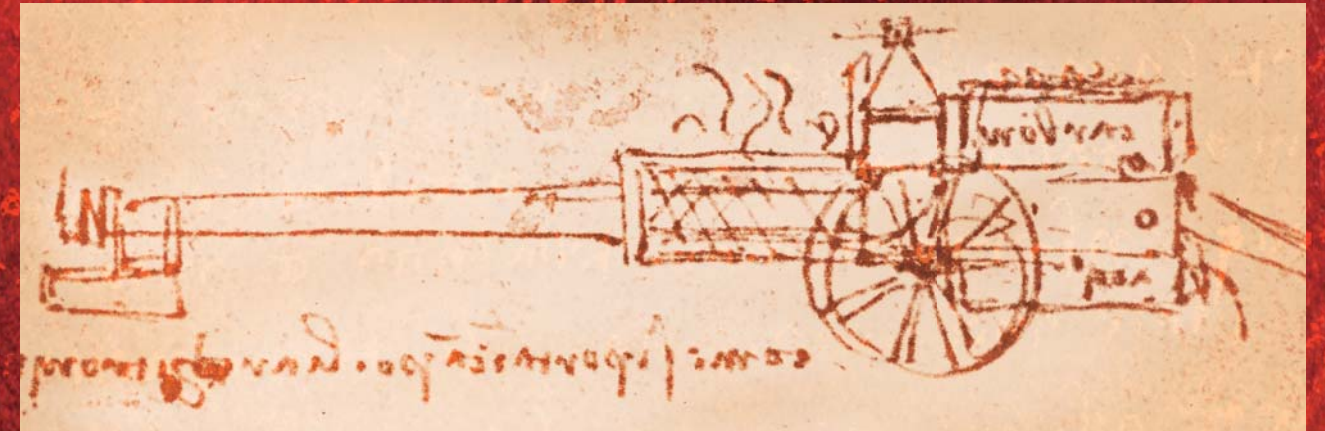
Следует отметить, что проблема образования облаков была сформулирована задолго до Леонардо да Винчи, в «Книге Иова» Ветхого Завета, написанной, как считается, две с половиной тысячи лет назад неординар-

ным философом-поэтом. Цитируемый ниже отрывок в переводе новосибирского историка М. И. Рижского представляет собой выдержку из речи Яхве с указанием на деяния и мудрость бога, недоступные пониманию простого смертного:

«Кто провел протоки для ливня
И путь для грозовой тучи,
Чтобы шел дождь на безлюдную землю,
На пустыню, где нет человека,
Чтобы насытить пустыню и степь
И чтобы (из иссохшей земли)
взрастить зелень?»

(Скажи), есть ли у дождя отец,
Или кто рождает капли росы?
Из чьего чрева вышел лед,
И иней небесный — кто его родил?
...И сосуды небесные кто наклоняет,
Когда пыль сливается в слиток
И слипаются комья (земли)?»

Формулировка проблемы в «Книге Иова» позволяет увидеть исток ее происхождения — жизненную важность выяснения сути данного явления для самого существования человека в условиях засушливого климата. Факт древней постановки данной проблемы подчеркивает весомость достижений великого флорентинца.



Паровая пушечка Леонардо — первый паровой двигатель, изобретенный и изготовленный более чем за 250 лет до И. И. Ползунова (1763) и Дж. Уатта (1784)

Испарение

Из исследований в этой области можно выделить, по крайней мере, три важнейших пионерских результата.

Измерение плотности пара

Леонардо впервые предложил схему установки для измерения плотности пара при температуре кипения:

«Поставь эксперимент и установи правило о том, как возрастает объем воды, когда она превращается в пар. Мы возьмем квадратный сосуд с открытым верхом **ghef**, поместим внутри мешок, сделанный из бычьего пузыря, заполним его до половины водой, а верхняя половина будет свободна от воды и воздуха. Сверху положим прямоугольный брусок **ab** сечения такого же, как внутренний размер сосуда. И когда при нагревании вода станет испаряться, верхняя половина мешка начнет наполняться паром и крышка, уравновешенная противовесом **n**, будет легко подниматься паром. И тогда измерь, насколько меньше стало воды, и увидишь, сколько из нее получилось пара».

Паровая пушка

Леонардо понимал возможность практического использования энергии пара и сконструировал паровую пушку. Когда зарядное устройство пушки раскалено горящим углем, артиллерист поворачивает рукоятку, открывается заслонка, отделяющая емкость с водой от камеры, и вода «...мгновенно превращается в громадное количество пара, и это выглядит изумительно, особенно когда наблюдаешь его ярость и слышишь грохот».

Согласно записи Леонардо, небольшая пушка, изготовленная из меди, метала 60-фунтовые ядра на расстояние более чем 2—3 мили. Он ласково называл свою грохочущую игрушку *architronito* — *пушечка*.

Пушка Леонардо является по сути паровой машиной одноразового действия. Это изобретение было сделано более чем за 250 лет до И. И. Ползунова (1763) и Дж. Уатта (1784).

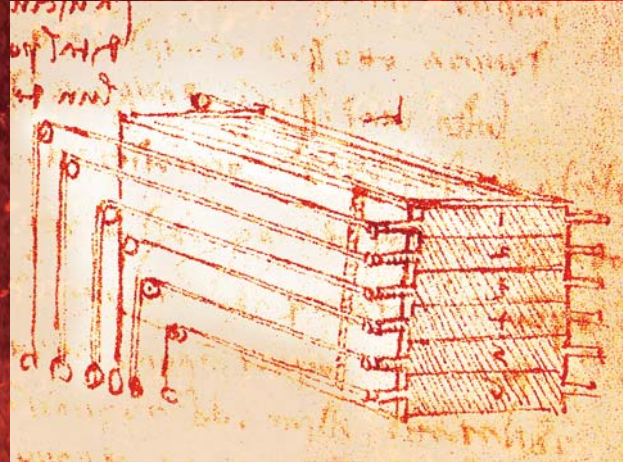
Неприятие Библейского Потопа

Находки окаменелых раковин на большом расстоянии от моря довольно часты в Италии. В течение многих веков присутствие морских раковин на горах рассматривалось как подтверждение Библейского Потопа. Леонардо детально изучил типы раковин и их биологические особенности, обнаружил на разрезах в речных долинах Ломбардии наличие не одного, а четырех слоев с раковинами и пришел к выводу о том, что

«...ни под влиянием дождей, увеличивающих количество воды в реках, ни посредством вздутия моря раковины, как вещи тяжелые, не могли быть пригнаны морем на горы и не могли быть увлечены реками против течения их вод, а жили в этих местах, когда там было море».

В качестве заключительного аккорда в этих исследованиях звучит его обоснование невозможности Всемирного Потопа с позиций науки о природе воды:

«Возникает сомнение, а именно: был ли Потоп во времена Ноя всеобщим или нет? В Библии читаем, что названный Потоп был следствием непрерывного дождя, продолжавшегося 40 дней и 40 ночей и что этот дождь поднял воду на 6 локтей выше самой высокой горы».



Устройство для измерения давления на боковую стенку сосуда

Водные лыжи

мира. Если действительно дождь был всеобщим, то он придал бы нашей Земле вид сферы, а на сферической поверхности каждая ее часть одинаково удалена от центра сферы; поэтому, если сфера воды находилась в подобном состоянии, то было невозможно, чтобы вода на ней двигалась, — ведь вода сама по себе не движется, если только не стекает вниз. Потому, как сошла бы вода подобного Потопа, если здесь доказано, что у нее не было движения? Здесь естественные причины отсутствуют. Потому, чтобы разрешить такие сомнения, необходимо призвать на помощь чудо, если только не сказать, что эта вода испарилась от жара солнца».

Поверхностное натяжение

Леонардо первым ввел в науку понятие о «связности и силе сцепления между частицами жидкости» — свойстве, называемом ныне «поверхностным натяжением»:

«В воде присуща связность и сила сцепления между ее частицами; это можно увидеть, наблюдая, как капля, прежде чем она оторвется от остальной воды, вытягивается, удерживаясь в точке контакта, пока ее вес не станет избыточным. Вода служит магнитом для другой воды»; «сразу после того, как капля отделилась, остальная часть воды возвращается вверх против природы тяжести. Можно видеть, как большая капля немедленно поглощает малую при соприкосновении с ней...»

Он отмечал также подъем жидкости в трубках малого диаметра и использовал капиллярный эффект для анализа движения воды в земле:

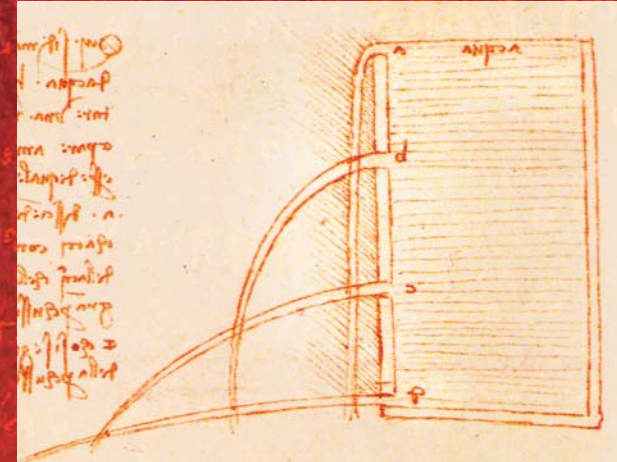
«Вода в песчаном берегу реки поднимается сама по себе, против природы тяжести, и смачивает его лишь потому, что сухость притягивает ее».

Из гидростатики

- Он знал закон Архимеда: «Столько воды покидает свое место там, где плавает корабль, сколько весит сам корабль». Изобрел водные лыжи.
- Правильно записывал условия равновесия жидкостей разной плотности в сообщающихся сосудах.
- Предложил устройство для измерения давления на боковую стенку сосуда в зависимости от высоты столба воды.
- Исследовал зависимость скорости вытекания струй из боковой стенки сосуда от высоты столба жидкости.

Из гидродинамики

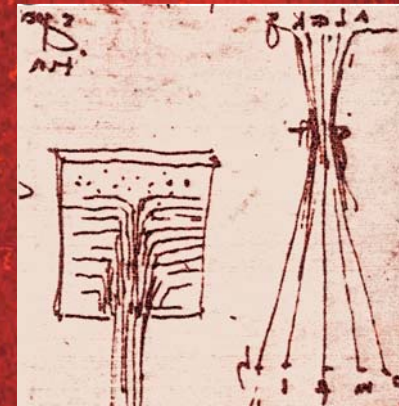
- Леонардо ввел понятие о линиях тока и использовал его при изучении движения тел в воде и обтекания водою преград, при рассмотрении взаимодействия потоков и изучении турбулентности.
- Он впервые сформулировал принцип неразрывности струи, или сохранения массы в трубке жидкости: $VS = \text{const}$, где V — скорость потока, S — сечение. На основе принципа сохранения массы показал возникновение при прибое обратного потока от



Исследование зависимости скорости вытекания струй из боковой стенки сосуда



Леонардо ввел понятие о линиях тока, одно из основополагающих в гидродинамике



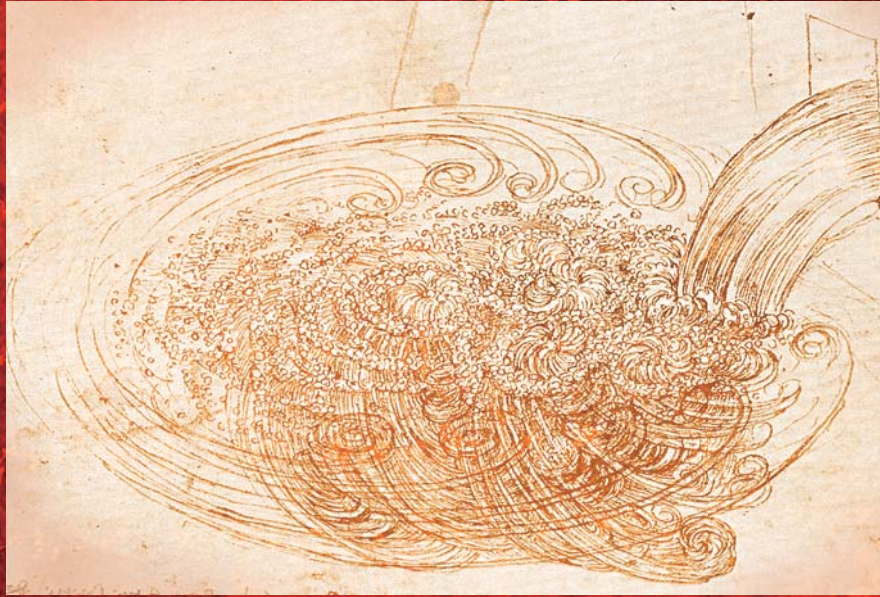
Применение меток при исследовании вытекания воды из отверстия на дне сосуда



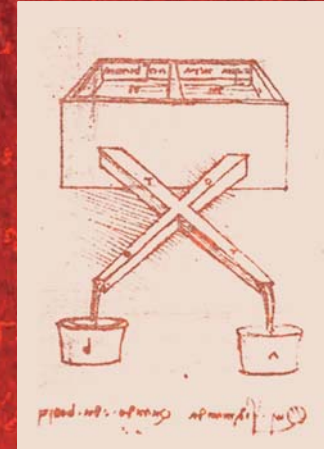
Использование эффекта, показанного на верхнем рисунке, при разработке устройства для обеспечения безопасного торможения автомобиля при ударе: натуральный эксперимент на машине Рено-Клио, Европейский исследовательский центр «Лабейн» (Испания), 1999

берега вглубь моря и объяснил этим эффектом формирование отложений глины на большом удалении от берега.

- Многие открытия Леонардо при исследованиях движения воды и воздушных потоков были получены с помощью маркеров. В качестве меток он использовал соломинки, грязь, пыль, мелкие семена, пузырьки, дым, птиц, парящих в восходящих потоках. На рисунке (в центре) показана установка для исследования вытекания воды из отверстия на дне сосуда. Линии тока наблюдались с помощью мелких семян. Этот рисунок Леонардо да Винчи сыграл роль спускового механизма при разработке автором устройства для обеспечения безопасности пассажиров при аварийном ударе автомобиля о препятствие. Кинетическая энергия автомобиля при ударе превращается в энергию высокоскоростной струи из небольшой емкости с водой, находящейся за бампером. В натуральных экспериментах была подтверждена эффективность предложенного устройства с 0,5 л воды даже при угле соударения машины с преградой под углом 30°. Можно сказать, что идеи Леонардо не стареют!

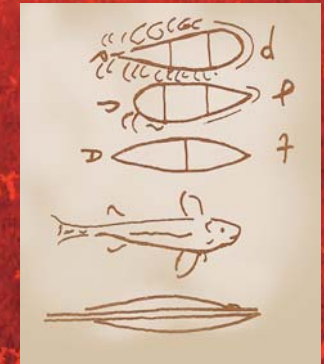


Зарождение и развитие вихрей в воде при падении струи в пруд



Установка для изучения процессов, происходящих при косом соударении струй

Волнообразование при сварке взрывом вольфрама с медью



Наилучшая форма для корабля должна быть аналогичной форме рыбы

Турбулентность

Леонардо впервые исследовал зарождение и развитие вихрей в воде. На рисунке показаны процессы, происходящие при падении струи воды в спокойную воду. Леонардо смог заметить и четко выделить следующие важные эффекты: зарождение вихрей под поверхностью, уничтожение вихрей противоположного знака при встрече и подавление вихрей за счет их взаимодействия с пузырями («часть возбужденной воды, которая оказывается между воздухом и нижележащей массой воды, не может вынести столь многих вращений»).

Волны на воде

При изучении волн на поверхности воды его поразил необычный эффект: волны от двух камней после ясно видимых изменений амплитуды в области взаимодействия при удалении от нее восстанавливали свою форму:

«...Причина заключается в том, что, хотя и появляется некоторая видимость движения, вода не сдвигается со своего места, так как отверстия, которые сделали камни, тотчас же сомкнулись, и это, возникшее от внезапного размыкания и смыкания воды движение производит в ней некое сотрясение, которое гораздо скорее можно назвать **дрожанием**, нежели движением...»

Размышляя об обнаруженном эффекте, Леонардо пришел к выводу о волновой природе звука и света:

«Если камень падает в воду по вертикали, вода, всплескиваемая с места удара, также будет подниматься в вертикальном направлении».

Здесь Леонардо впервые описал один из красивых гидродинамических эффектов — формирование кумулятивной струи в области косоугольного соударения потоков. Механизм этого процесса был объяснен лишь через 450 лет М. А. Лаврентьевым.

Он поставил изящный эксперимент по косоугольному соударению подкрашенной и чистой водяных струй, повторенный недавно в Институте гидромеханики в Карлсруэ. В этой установке наблюдаются два нетривиальных эффекта: отражение потоков без перемешивания и формирование волн в зоне контакта (стр. 58). Следует заметить, что гидродинамическая модель успешно используется при анализе высокоскоростного косоугольного соударения металлических пластин. При этом в зоне контакта формируется кумулятивная струя и в довольно широком диапазоне углов соударения происходит сварка взрывом, обычно с характерным волнообразованием. На рисунке (стр. 57) показан шлиф биметалла вольфрам-медь, полученного по методу, предложенному автором (при отрицательном угле соударения).

Исследования, вызванные потребностями практики

«Когда будешь окончательно оформлять исследования о движении воды, не забудь включить в каждый раздел предложения по их использованию, для того чтобы эта наука могла быть **небесполезной**».

Таково было кредо Леонардо — естествоиспытателя. Был также и обратный ход, когда потребности практи-

ки инициировали проведение научных исследований и инженерных разработок. Тем более что Да Винчи в течение 20 лет службы при дворе миланского герцога Лодовико Сфорца исполнял обязанности Инженера и Художника, а последние годы, с 1517 по 1519, прожил во Франции, где его величали «Первым Королевским Художником, Инженером и Архитектором, Государственным Механиком». Так что по долгу службы он разрабатывал проекты и руководил сооружением крепостей, каналов, мостов, осушением болот и другими работами.

Обтекаемый профиль корабля

«Природа не нарушает свои законы», а потому, как предполагал Леонардо, наилучшая форма для корабля должна быть аналогичной форме рыбы:

«Эти три корабля одинаковой ширины, длины и глубины погружены под действием одинаковых движителей будут двигаться с разными скоростями. Корабль **ab**, у которого передняя часть широкая, будет самым быстрым; и он напоминает по форме птицу или рыбу типа кефали; он встречает головной частью большое количество воды, и образующиеся вихри давят на задние две трети корабля. Корабль **dc** — второй сверху на рисунке, будет двигаться гораздо медленнее...» Следует заметить, что профиль современной гоночной яхты ниже ватерлинии соответствует форме, рекомендованной Леонардо.

К этому можно добавить замечание Леонардо по поводу влияния качества поверхности на скорость движения корабля: «Выделение некоей слизи, которую трудно отделить с поверхности рыбы, играет ту же роль, что смола, покрывающая корабль».



Волны на воде от двух камней. Анализируя взаимодействие волн, Леонардо пришел к выводу о природе волнового движения и экстраполировал его на волновую природу звука и света

Регулирование водных потоков

На странице 15-В Кодекса Хаммера перечислены 38 «положений о движении воды» с многочисленными рисунками и записью в конце: «Наука об этих объектах очень полезна, так как она учит, как изменять направление течения реки и избежать разрушения в местах, по которым она ударяет». В списке проблем стоят вопросы, которые действительно необходимо было детально исследовать и сформулировать в виде практических рекомендаций, в том числе:

«2. Если вода ударяет по препятствиям, которые она не обтекает сверху, она вымывает грунт перед препятствием и намывает за ним.

3. А если вода обтекает препятствие сверху и вокруг, то она вырывает грунт вокруг, за исключением мест с малым наклоном, потому что там нет падения.

...25. Как делать судоходные каналы, если их пересекает речка...»

Несомненно, с работами Леонардо по ирригации связано изобретение перегородки шлюза, состоящей из расположенных под углом двойных ворот, где само давление воды используется для лучшего смыкания стенок, а также исследования по изучению зависимости давления и скорости вытекания от высоты столба воды, столь важные при проектировании водяных мельниц и приводов.

Изобретение центробежного насоса

Вначале было наблюдение:

«О неожиданном водовороте. Когда рука производит вращательное движение в сосуде, наполовину наполненном водой, она производит неожиданный водоворот, который обнажает дно сосуда...»

Затем — поиск причины:

«...и когда движущая сила убирается, водоворот будет продолжать это движение, но постепенно уменьшаться до тех пор, пока импульс (по существу, в данном случае речь идет о моменте количества движения. — М. М.), введенный этой движущей силой, не исчерпается».

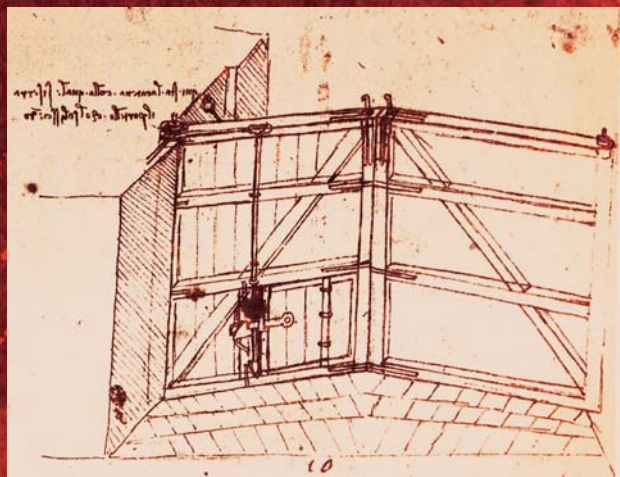
Если такой водоворот поддерживать с помощью внешнего механизма, можно создать устройство для откачивания воды. В записях Леонардо имеются чертежи двух вариантов насоса: для осушения болот и для применения на кораблях.

Изобретение турбины

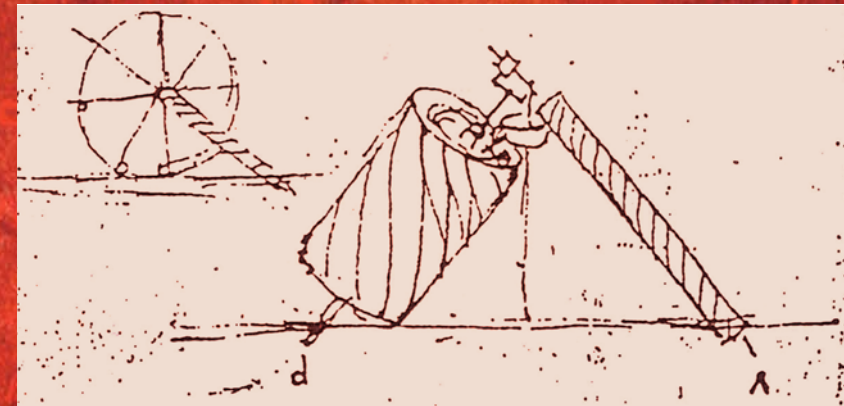
Основным приводом к машинам до изобретения паровых и электрических машин было водяное колесо с лопастями, перпендикулярными оси. Леонардо впервые показал, что эффективность ис-



Фотография формирования волн в зоне контакта струй в установке для изучения процессов, происходящих при косом соударении струй, построенной в Карлсруе (1982 г.)



Изобретенная Леонардо перегородка шлюза из расположенных под углом двойных ворот, где само давление воды используется для лучшего смыкания стенок

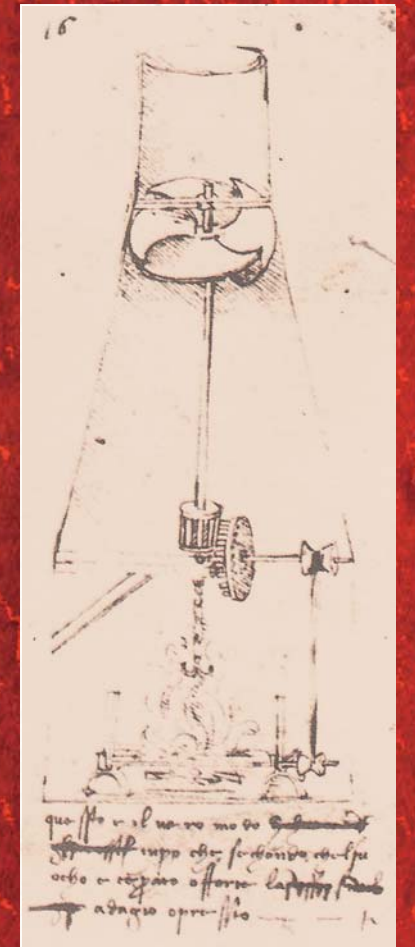


Сцепка из двух винтов Архимеда — одна из схем, предложенных, а затем отвергнутых Леонардо в ходе многолетних попыток создать вечный двигатель

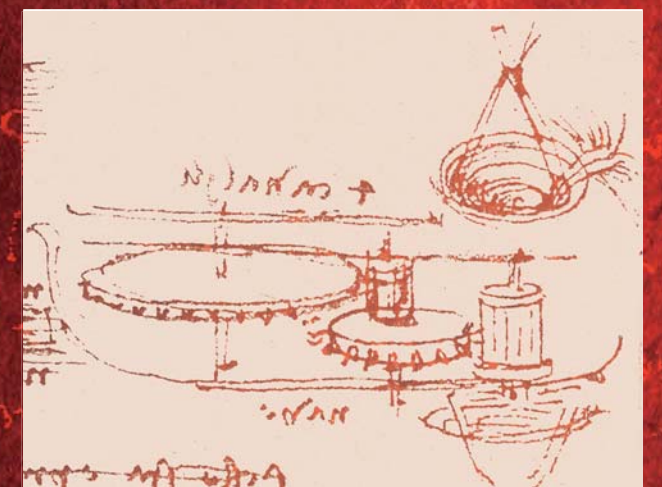
пользования энергии падающей воды можно повысить, если пропустить поток через «водяной винт», помещенный в трубу. Это — прообраз современных водяных и газовых турбин. На этом принципе Леонардо изготовил первый в мире автомат, устройство с обратной связью — привод к вертелу от винта-пропеллера в трубе. Чем сильнее огонь, тем сильнее тяга в трубе, быстрее крутится пропеллер, быстрее вращается туша на вертеле — и мясо не подгорает.

Вечный Двигатель

Теперь каждый человек, окончивший школу, знает, что вечный двигатель невозможен, потому что это противоречит закону сохранения энергии. А ведь были времена, не такие далекие, когда еще не существовало физического понятия ЭНЕРГИЯ и многие имели возможность наблюдать надежно работающий естественный вечный двигатель — водяное колесо. Изобретатель, который смог бы изготовить «вечное колесо», ослепил бы человечество и навеки прославил свое имя. Леонардо, конечно же, не мог не взяться за решение этой проблемы. Одна из предложенных им схем, связка двух винтов Архимеда, показана на рисунке (в правом верхнем углу). Предполагалось, что вода будет подниматься первым винтом малого диаметра на некоторую высоту, а затем возвращаться по второму винту на исходный уровень. Существенной особенностью схемы является больший радиус возвращающего воду винта (что действительно должно было создавать больший вращающий момент, чем на первом



Применение на практике изобретенной Леонардо турбины — пропеллер в трубе над вертелом



Изобретение центробежного насоса на основе наблюдения неожиданного эффекта: «Когда рука производит вращательное движение в сосуде», «водоворот обнажает дно сосуда, наполовину наполненного водой»

колесе, но отнюдь не большую работу за цикл). Комментарий к чертежу: «...вода по винту **bn** возвращается на первый вит и повторяет этот процесс неограниченно долго» — свидетельствует о том, что в то время (запись датируется 1489 г.) Леонардо не сомневался в возможности осуществления вечного двигателя. Но система не работала. Предложил он также и несколько других оригинальных конструкций: со сжатым воздухом, с введением асимметрии посредством погружения части колеса в воду, капиллярный двигатель. После семи лет экспериментов и размышлений он остановился, исследовал, что происходит в случае лишь трех грузов на колесе, и нашел, что система просто стремится в состояние, при котором суммарный центр масс занимает наинизшее положение. Итогом этого безуспешного многолетнего цикла работ явился сформулированный Леонардо да Винчи в 1493 г. Принцип Невозможности Вечного Двигателя, эквивалентный Принципу Сохранения Энергии (см. подробнее статью в журнале «Квант», 1999, № 5):

«В течение веков все, кто имел дело с гидравликой, военными машинами и прочим, тратили много времени и денег на поиски вечного двигателя. Но со всеми ними случилось то же, что с искателями золота <алхимиками>: всегда находилась какая-либо мелочь, которая мешала успеху... Я вспоминаю, что несколько наивно верящих <изобретателей> из разных стран приехали в Венецию, обещая сделать мельницу на мертвой воде и получить много. И поскольку они не смогли заставить эту машину двигаться, то были принуждены двигаться сами, и очень быстро».

Заметьте, теперь, после вывода о том, что в любой схеме двигателя найдется какая-либо мелочь, которая превратит его из *perpetuum mobile* в *perpetuum stabile*, Леонардо даже не упоминает о типе неудачной установки в Венеции.

КАК УЧИТЬ: объем знаний, или метод?



Академик М. А. Лаврентьев — первый председатель СО АН СССР (с 1957 по 1975 гг.). Глубоко аргументированные выступления М. А. Лаврентьева в прессе по проблемам обучения и активное участие Сибирского отделения Академии наук инициировали перестройку школьного образования в стране с начала 60-х гг. в направлении раннего определения способностей школьников и их эффективного развития

Можно много говорить об этом, но лучше привести высказывания мудрых в пользу развития у школьников умения думать. Леонардо да Винчи: «Добывать знание является естественной потребностью хорошего человека».

Л. Н. Толстой: «Знание только тогда знание, когда оно приобретено усилиями своей мысли, а не памятью».

Л. Д. Ландау: «Метод важнее открытия, ибо правильный метод исследования приведет к новым, еще более ценным открытиям».

Десятки открытий Леонардо да Винчи на 200—300 лет предвосхитили работы последователей. Леонардо не получил университетского образования, но, обладая ненасытной потребностью к добытию знания, разработал эффективный метод решения научных проблем, «правила, которые дают возможность легко приходить к правильным суждениям на основе хорошего понимания». Какие из леонардовских правил особенно полезны для ученого, учителя, учащегося?

Научная судьба Леонардо убедительно свидетельствует о том, что учить надо всех, но нельзя учить всех одинаково.

Леонардо учит, что для развития умения думать важно обучение способности самостоятельно находить и формулировать проблемы.

Леонардо учит, что необходимо изучать процесс, явление в целом: «Как королевство разделенное разрушается, так и мысль разделенная путается и ослабляется».

Леонардо учит, что важно с самого начала стремиться к построению научной модели явления, когда аккуратно оцениваются роль различных определяющих параметров и возможные варианты развития процесса.

В результате многолетнего изучения манускриптов Леонардо автором создана модель его Научного Метода. Наиболее полезной разработанная схема будет для учителей и школьников из специализированных школ и классов, широкая сеть которых создана в нашей стране в результате реформы системы образования 1960—1980-х гг.

К сожалению, в последние годы по инициативе Министерства образования в стране агрессивно вводится Единый государственный экзамен. По организационной структуре и финансовому обеспечению ЕГЭ является жалкой копией тестирования в американской системе образования. Показательно, что в самой Америке все резче звучат возражения против преимущественной ориентации школы на подготовку к тестам, где проверяется огромный объем информации, в результате чего обучение умению думать и решать нетривиальные задачи выпало из системы приоритетов. В наиболее обоснованном виде критика американской системы образования, не обеспечивающей требуемого качества обучения, была высказана адмиралом Х. Дж. Риквером, отцом подводных ракетноносных атомных подводных лодок, в книге с показательным названием «Американское Образование, Национальная Катастрофа» (1963). После этого ситуация не улучшилась.

М. А. Могилевский



Адмирал Х. Дж. Риквер с президентом Джимми Картером, который начинал воинскую службу под руководством Риквера

№8

Комплект № 8 «Леонардо»

Серия публикаций, посвященных научному методу, разработанному Леонардо да Винчи, с помощью которого, несмотря на отсутствие классического университетского образования, он смог получить научные результаты высочайшего уровня

Комплект № 8 состоит из двух номеров: № 5 (11) — 2006 г.; № 5 (17) — 2007 г.

ЦЕНА 160 руб.

Порядок приобретения комплекта см. на стр. 94

