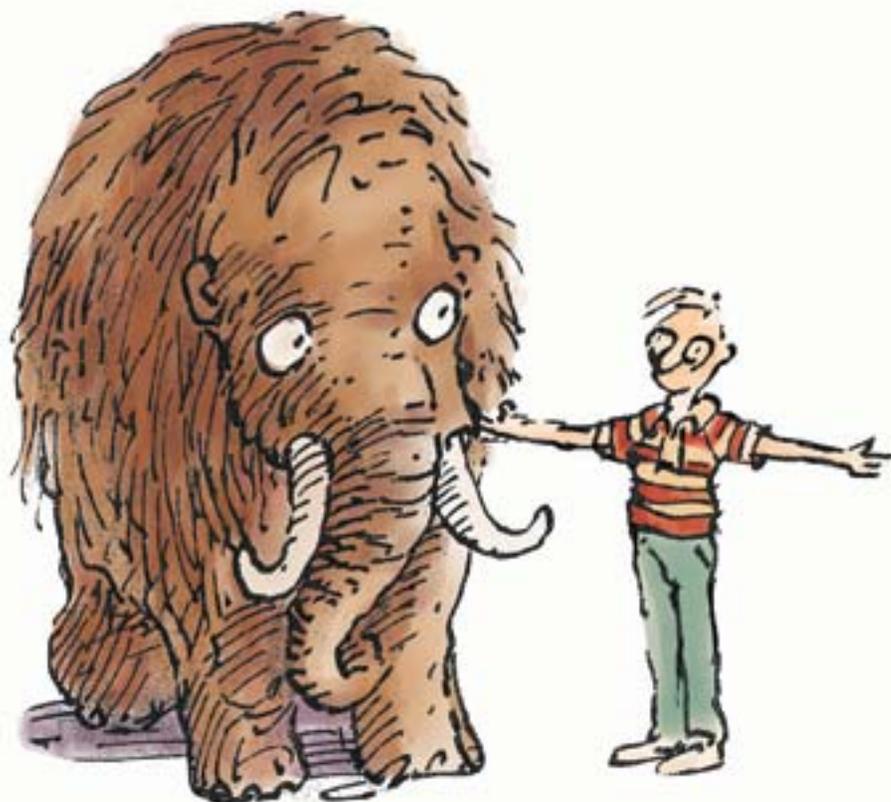
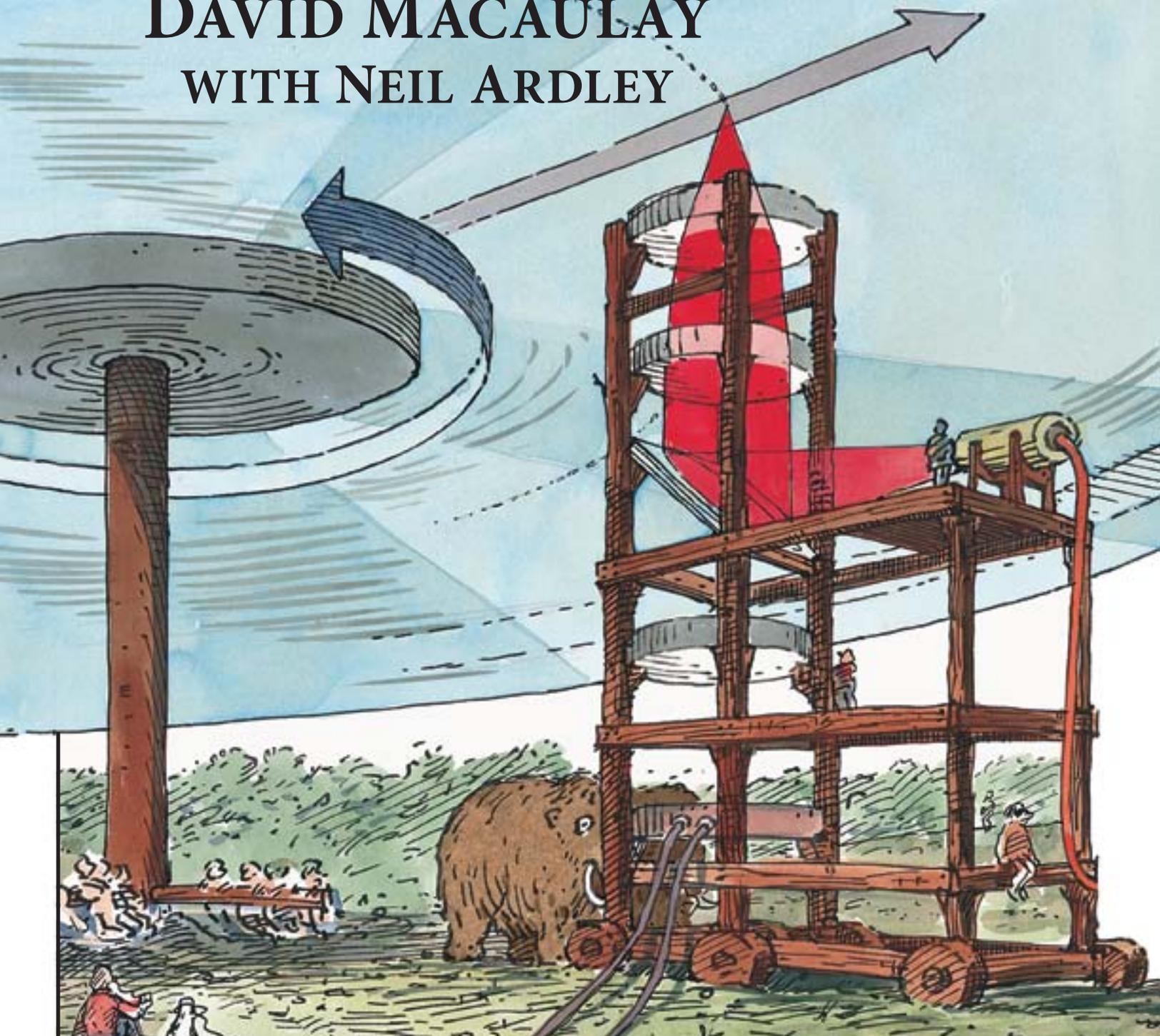
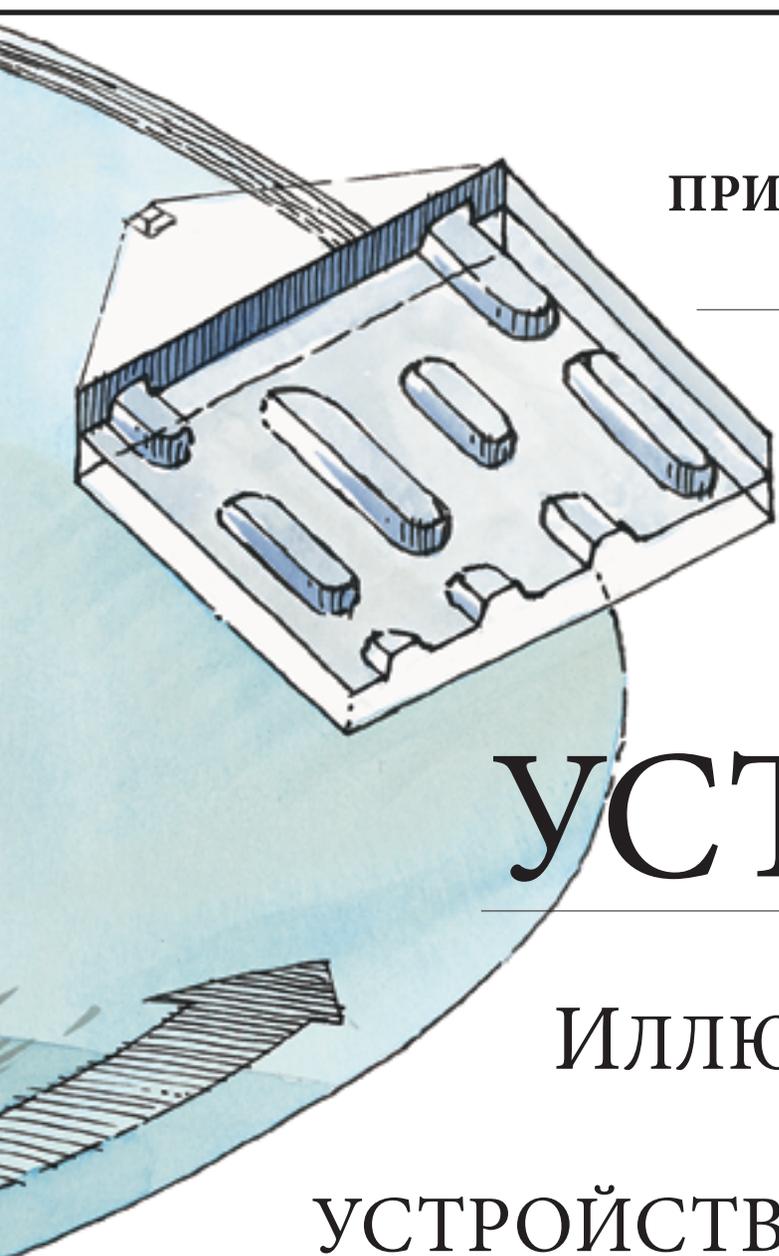

КАК ВСЕ УСТРОЕНО



THE WAY THINGS WORK

DAVID MACAULAY
WITH NEIL ARDLEY



A technical drawing of a mechanical assembly, possibly a gear or a similar component, shown in a perspective view. The drawing is rendered in blue and black lines, with some shading to indicate depth. It shows a complex structure with several curved and straight surfaces, and a central shaft-like element.

ДЭВИД МАКОЛИ
ПРИ УЧАСТИИ НИЛА АРДЛИ

КАК

ВСЕ

УСТРОЕНО

ИЛЛЮСТРИРОВАННАЯ
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ
УСТРОЙСТВ И МЕХАНИЗМОВ

ПЕРЕВОД С АНГЛИЙСКОГО



Издательство «Манн, Иванов и Фербер»
Москва, 2014

УДК 53.02
ББК 22.3
М16

Под редакцией Баранова М. В., Долгова В. А., Завьялова И. Н.

Маколи, Д.

М16 Как все устроено. Иллюстрированная энциклопедия устройств и механизмов / Дэвид Маколи при участии Нила Ардли ; пер. с англ. [Натальи Беловой, Юлии Константиновой, Светланы Чигринец, Павла Миронова]. — М. : Манн, Иванов и Фербер, 2014. — 400 с. : ил.

ISBN 978-5-91657-872-0

«Как все устроено» Дэвида Маколи — одна из самых известных энциклопедий, посвященных устройствам и механизмам. Впервые она была издана в США в 1988 году и с тех пор остается бестселлером среди научно-популярных книг для подростков.

Энциклопедия состоит из пяти частей, охватывающих принципы работы сотен механизмов и устройств, созданных человечеством за тысячи лет, от простых до самых сложных: плут, винт, водопровод, автомобиль, телефон, компьютер, банкомат, водные суда, летательные аппараты, электростанции, печатные машины... Объединяются они согласно физическим принципам работы, так что можно увидеть глубинную простую суть самых сложных предметов нашего мира.

Простые объяснения, подробные рисунки и концентрация не на деталях, а на сути делают книгу понятной для неподготовленных читателей любого возраста, но особенно полезна она детям 10–12 лет, поскольку дополняет школьный курс физики: учебная программа станет намного интереснее, если параллельно с ее изучением (а еще лучше до того) прочитывать эту книгу.

УДК 53.02
ББК 22.3

ISBN 978-5-91657-872-0

© Перевод на русский язык, издание на русском языке, оформление. ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2013



СОДЕРЖАНИЕ

ЧАСТЬ 1
МЕХАНИКА 6

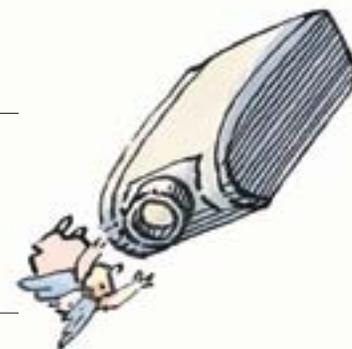
ЧАСТЬ 2
УКРОЩАЯ СТИХИИ
90

ЧАСТЬ 3
РАБОТА С ВОЛНАМИ 174

ЧАСТЬ 4
ЭЛЕКТРИЧЕСТВО
И АВТОМАТИКА 254

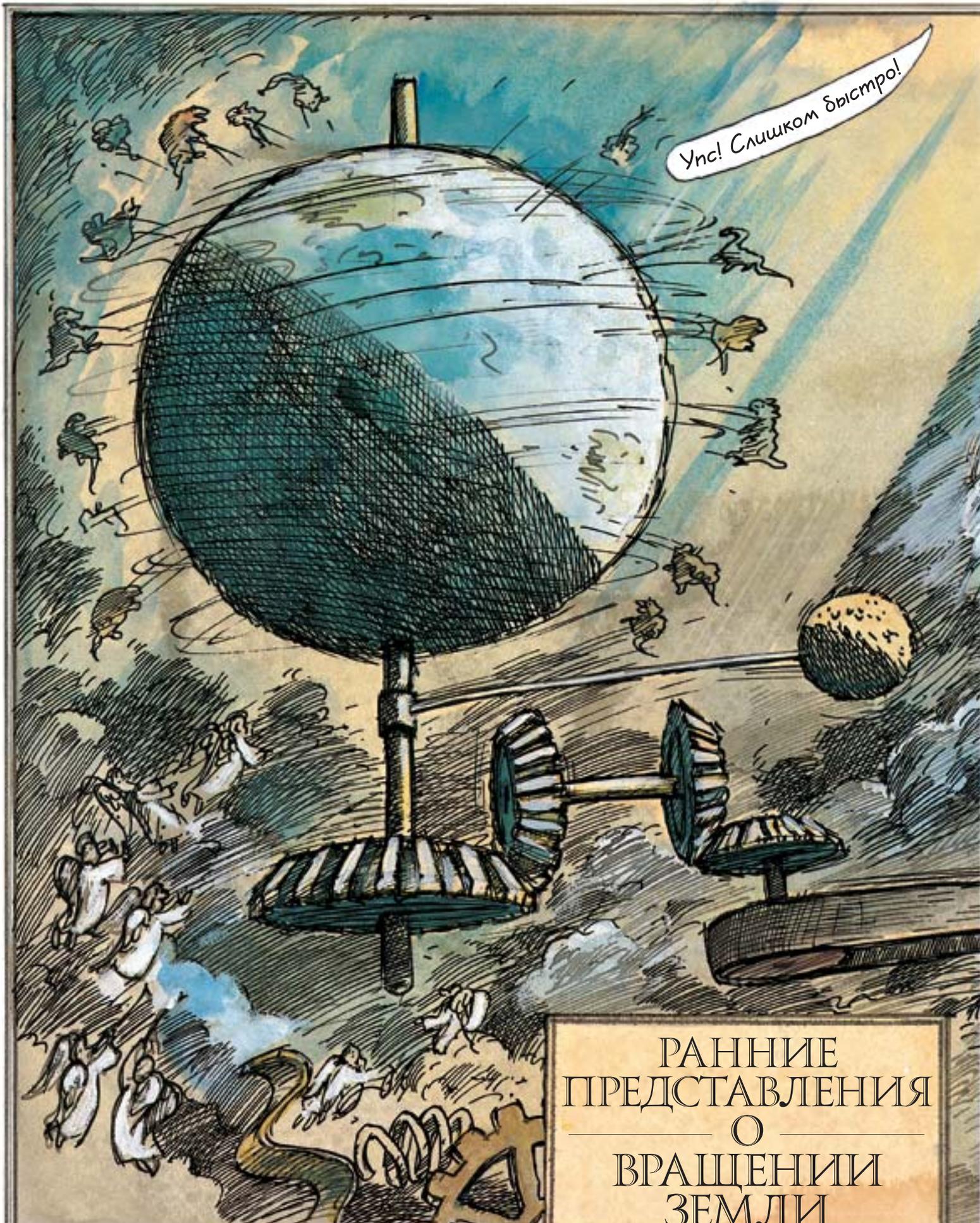
ЧАСТЬ 5
ЦИФРОВОЙ
МИР 310

ЭВРИКА!
ИСТОРИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ
МАШИН И МЕХАНИЗМОВ
374



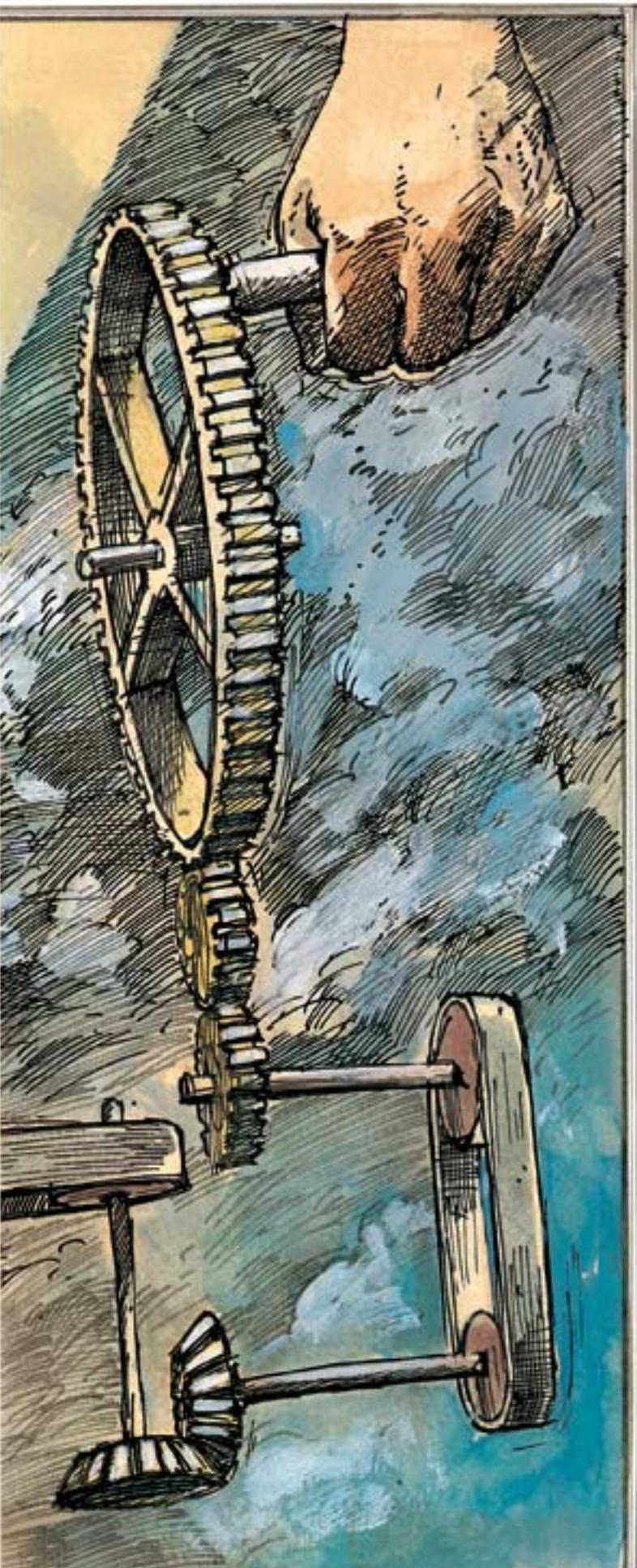
ТЕРМИНЫ 390

УКАЗАТЕЛЬ 396



Унс! Слишком быстро!

РАННИЕ
ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
О
ВРАЩЕНИИ
ЗЕМЛИ



ЧАСТЬ 1

МЕХАНИКА

ВВЕДЕНИЕ 8

НАКЛОННАЯ
ПЛОСКОСТЬ 10

РЫЧАГИ 18

КОЛЕСО НА ОСИ 30

ШЕСТЕРНИ
И РЕМНИ 36

КУЛАЧКИ
И КРИВОШИПЫ 48

БЛОКИ 54

БОЛТЫ И ШУРУПЫ 62

ВРАЩАЮЩИЕСЯ
КОЛЕСА 70

ПРУЖИНЫ 78

СИЛА ТРЕНИЯ 82

ВВЕДЕНИЕ

РАБОТА ЛЮБОГО МЕХАНИЧЕСКОГО УСТРОЙСТВА основана на определенных физических законах. Чтобы увидеть, *как* механизм работает, можно заглянуть внутрь. Но чтобы понять, *почему* он работает, необходимо иметь представление о законах физики. Поэтому устройства, о которых пойдет речь в этой и последующих главах нашей книги, сгруппированы не по сфере их применения, а по схожести принципа их действия. В результате получилось довольно забавно: плуг соседствует с застежкой-молнией, а гидроэлектростанция — со стоматологическим бором. Они выглядят по-разному, у них разные габариты, и они предназначены для разных целей. Но с точки зрения принципа их действия работают они одинаково.

ПОДВИЖНЫЕ ДЕТАЛИ

Механические устройства работают за счет своих подвижных составляющих: рычагов, шестерней, ремней, колес, кулачков, кривошипов и пружин. Часто они связаны в сложные комплексы: некоторые такие большие, что могут двигать горы, а некоторые почти невидимые. Их движение может быть быстрым как вихрь или же настолько медленным, что кажется, будто никакого движения нет вовсе. Но все механизмы с подвижными частями придуманы с единственной целью: чтобы определенное количество энергии производило определенный объем работы именно там, где это нужно.

ДВИЖЕНИЕ И СИЛА

Многие механические устройства преобразуют один вид движения в другой. Это движение может быть прямолинейным (к примеру, вперед-назад, как у шатуна) или же вращательным. Одни устройства преобразуют прямолинейное движение во вращательное, другие — наоборот; часто источник энергии, приводящий устройство в действие, движется одним способом, а само устройство — совершенно по-другому.

Но в любом случае механические части двигаются, чтобы преобразовать приложенную силу для выполнения поставленной задачи. Механические устройства действуют, только если к ним приложена какая-нибудь сила. В этом смысле они похожи на людей, которых надо заставить что-то делать: это требует определенных усилий. Движение никогда не происходит само по себе, даже когда вы просто бросаете какой-то предмет. Для него требуется движущая сила — будь то тяга двигателя, сила мускулов или гравитация. Затем в механизме эту движущую силу надо направить в нужное место в необходимом количестве. Когда вы сжимаете и поворачиваете ручки консервного ножа, он легко прорезает крышку банки (что без него сделать было бы трудно). Это устройство не делает вас сильнее, а преобразует силу ваших рук в полезную форму работы — в данном случае с помощью концентрации мышечных усилий и их приложения именно там, где нужно.



УДЕРЖИВАЯ ВСЕ ВМЕСТЕ

Все предметы на Земле не распадаются на части и удерживаются на своем месте благодаря действию трех основных видов сил. Фактически во всех механизмах используются только два из них. Первый вид силы — это гравитация, которая притягивает друг к другу любые два предмета. Кажется, что это очень мощная сила, но на деле она самая слабая. Ее действие очевидно только потому, что она зависит от массы предметов, а один из них — сама Земля — просто огромен. Второй вид — электрические силы, которые с невероятной

мощью связывают атомы, из которых состоят все вещества. Подробнее это явление изучается в части 4 нашей книги. Движение в устройствах передается только потому, что атомы и молекулы (группы атомов) удерживаются вместе за счет действия электрических сил.

Так что эта сила косвенно используется во всех механических устройствах, а в некоторых, например в пружинах и фрикционных устройствах (использующих силу трения), задействуется напрямую как для создания движения, так и для препятствования ему. Третья, самая мощная сила — ядерная сила, которая связывает частицы в ядрах атомов. Она высвобождается только при помощи устройств, производящих ядерную энергию.

СОХРАНЕНИЕ ЭНЕРГИИ

В основе действия всех механизмов лежит закон сохранения энергии. Речь здесь идет не о том, чтобы беречь энергию, а о том, что происходит с энергией в момент ее использования.

Согласно этому закону, получить от механизма вы можете ровно столько энергии, сколько изначально в него вложили — не больше и не меньше. Двигатель или мускулы сообщают механизму энергию: чем больше силы или движения, тем больше энергии. Движение — это одна из форм энергии, которую называют кинетической. Она создается за счет преобразования других форм энергии, таких как потенциальная энергия, накопленная в пружине, тепло в бензиновом двигателе, электрическая энергия в электродвигателе или химическая энергия в мышцах.

Когда механизм преобразует силу и воздействует ею на что-то, он может израсходовать только то количество энергии, которое было к нему приложено изначально. Если требуется, чтобы сила, которую развивает механизм, была больше, то производимое полезное движение, соответственно, обязательно будет меньше, и наоборот. При этом общее количество энергии всегда остается одним и тем же. Это и есть закон сохранения энергии, и он лежит в основе действия всех механизмов. Пружины могут накапливать энергию, а трение преобразует энергию в тепло, но энергия не может появиться ниоткуда и исчезнуть в никуда, иначе все перестало бы работать. Если бы энергия исчезала по мере работы механизмов, то, какими бы мощными эти механизмы ни были, рано или поздно они остановились бы. А если бы в процессе работы механизмов энергия создавалась, тогда все механизмы ускорились бы и ускорились, а энергия производилась бы в гигантском масштабе. Так или иначе, миру пришел бы конец — с тихим хныканьем в одном случае и громким взрывом в другом. Но закон сохранения энергии никто не отменял, и ему подчиняются почти все механизмы. Ядерные устройства составляют исключение, но об этом мы поговорим в части 2 нашей книги.



НАКЛОННАЯ ПЛОСКОСТЬ

КАК ПОЙМАТЬ МАМОНТА

Как-то весной меня пригласили посетить местность, где обитает мамонт с повышенной мохнатостью, желанная добыча для многих охотников. Эта местность была усеяна высокими деревянными башнями ловцов мамонтов. В древности на мамонтов охотились только ради мяса. Но польза, которую мамонт может приносить, выполняя разную работу, и его растущая популярность в качестве домашнего любимца привели к тому, что возникли более сложные способы его безопасной поимки.

Ничего не подозревающее животное заманивали к основанию башни. Затем сверху на его толстый череп сбрасывали валун разумных размеров. Оглушенного мамонта было легко отвести в загон, где холодный компресс и свежая болотная трава быстро помогли справиться с задетыми чувствами и врожденным недоверием.



ПРИНЦИП НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ

По законам физики, чтобы поднять предмет на определенную высоту, требуется произвести некую работу. По тем же законам, не существует способа уменьшить эту работу. Насыпь облегчает жизнь не потому, что она изменяет объем требуемой работы, но потому, что она изменяет способ ее выполнения.

У этой работы два слагаемых: развиваемое усилие и расстояние, на котором это усилие надо приложить. Если усилие увеличивается, расстояние должно уменьшиться, и наоборот.

Легче всего это понять, если представить себе две крайности. Взобраться на холм по отвесному склону тяжелее всего, но преодолеваемое расстояние самое короткое. Взобраться на вершину по самому пологому склону

проще, но расстояние при этом самое большое. В обоих случаях работа, которую вы выполняете, одна и та же, и она равна расстоянию, которое вы преодолеваете, умноженному на развиваемое при этом усилие.

Это основное правило, которому подчиняется действие многих механических устройств. И именно им обусловлено свойство наклонной плоскости: она уменьшает усилие, необходимое для поднимания предмета, за счет увеличения расстояния.

Этот принцип использовали древние египтяне, когда строили свои пирамиды и храмы. С тех пор наклонная плоскость в той или иной модификации применяется в целом ряде устройств: от замков и кусачек до плугов и молний, а также во множестве механизмов, которые работают по принципу винта.

В целом процесс был более-менее успешен, но имел пару крупных недостатков. Сложнее всего было поднять тяжелый камень на нужную высоту. Для этого требовались почти геркулесовы усилия, а Геркулесу еще только предстояло родиться через несколько веков. Другая проблема заключалась в том, что оглушенный мамонт практически неизбежно падал на башню, сшибая на землю ловцов либо причиняя конструкции серьезные повреждения.

После некоторых вычислений я проинформировал хозяев о том, что обе проблемы можно решить разом, если вместо деревянных башен построить наклонные земляные насыпи. Насыпь практически неуязвима,

даже если на нее упадет мамонт. Кроме того, можно не надрываться, поднимая валун вертикально вверх, а плавно докатить его до нужной высоты, что потребует гораздо меньше усилий.

Сначала простоту моего решения встретили с понятным скепсисом. «А что же нам делать с башнями?» — спросили меня. Я еще немного поразмыслил и предложил на нижних этажах разместить торговые заведения, а на верхних — апартаменты класса люкс.



КАК СВЯЗАНЫ УСИЛИЕ И РАССТОЯНИЕ

Наклонная сторона этого помоста в два раза длиннее, чем отвесная. Усилие, необходимое, чтобы поднять груз по наклонной стороне, таким образом, в половину меньше усилия, которое затрачивается на его вертикальный подъем.

ПОЛОВИННОЕ
УСИЛИЕ



ПОЛНОЕ УСИЛИЕ

КЛИН

Клин — это разновидность наклонной плоскости. Дверной клин — самый простой пример: вы просовываете клин острым углом под дверь, и ее движение ограничивается.

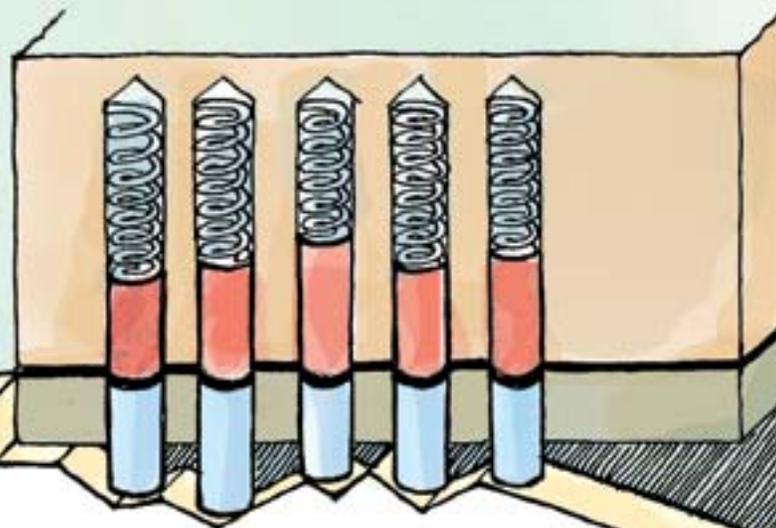
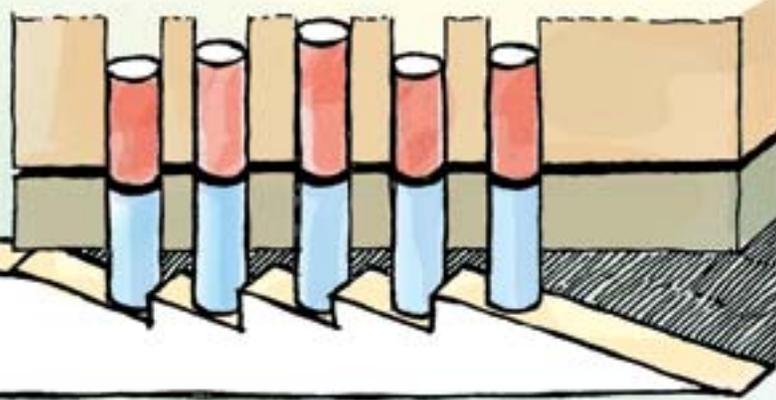
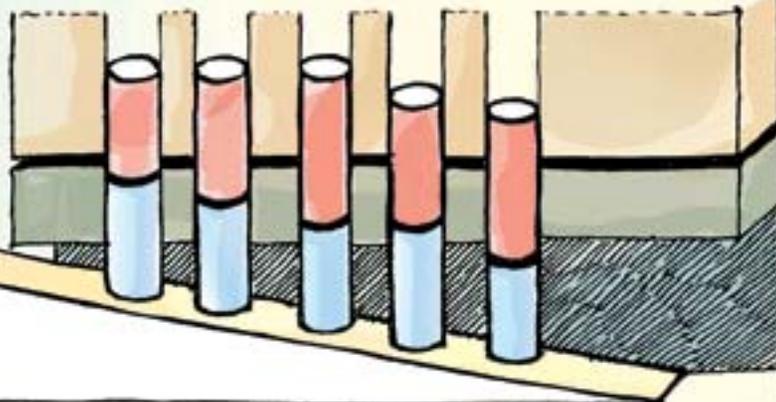
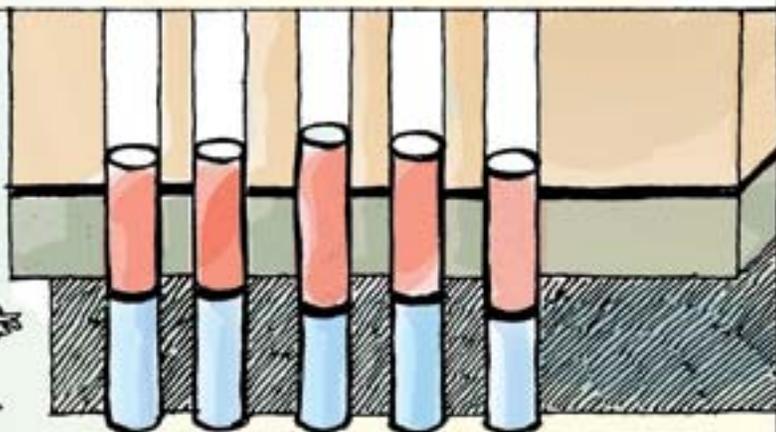
Клин может выполнять функцию подвижной наклонной плоскости. Вместо того чтобы поднимать предмет по наклонной плоскости, можно заставить ее двигаться и поднимать предмет. Поскольку плоскость проходит большее расстояние, чем предмет, она поднимает предмет с большей силой. По этому принципу и работает дверной клин. Когда клин стопорит дверь, он слегка приподнимает ее, прилагая большую силу. В свою очередь, дверь с силой прижимает клин к полу.

ЗАМКИ И КЛЮЧИ

Вот загадка, которая имеет некоторое отношение к замкам: как разделить два блока, которые удерживаются вместе пятью разъемными штифтами, зазоры в которых находятся на разном уровне? Чтобы разъединить блоки, необходимо выровнять зазоры штифтов по одной линии.

Зная принцип действия наклонной плоскости, мы вставляем клин. Он поднимает штифты достаточно легко, но все на разные расстояния.

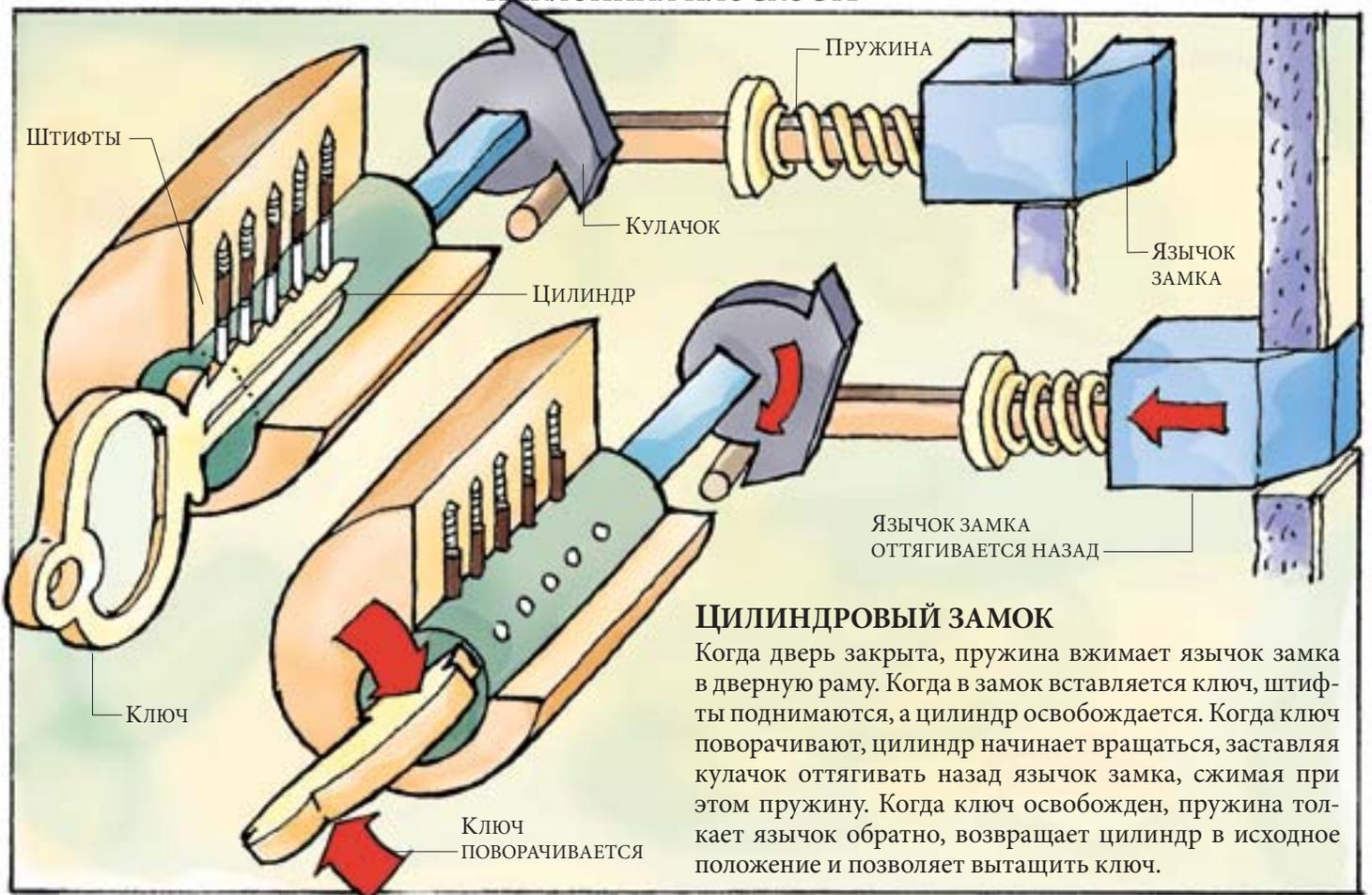
После некоторого размышления применяем пять клиньев — по одному на каждый штифт. Благодаря этому штифты поднимаются так, что зазоры выравниваются в одну линию, освобождая половинки блока. Однако теперь сами клинья плотно засели в нижней половине блока.



Ключ к решению этой загадки — это и есть ключ, так как блок представляет собой упрощенный цилиндрический замок. Зазубренная кромка ключа действует как набор клиньев, которые поднимают штифты, чтобы открыть замок. Так как зазубрины на ключе двусторонние, ключ можно вытащить после использования. Под действием пружин штифты вернуться в первоначальное положение, и замок закроется.



НАКЛОННАЯ ПЛОСКОСТЬ



ЦИЛИНДРОВЫЙ ЗАМОК

Когда дверь закрыта, пружина вжимает язычок замка в дверную раму. Когда в замок вставляется ключ, штифты поднимаются, а цилиндр освобождается. Когда ключ поворачивают, цилиндр начинает вращаться, заставляя кулачок оттягивать назад язычок замка, сжимая при этом пружину. Когда ключ освобожден, пружина толкает язычок обратно, возвращает цилиндр в исходное положение и позволяет вытащить ключ.

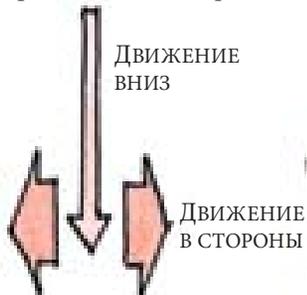


СУВАЛЬДНЫЙ ЗАМОК

Принцип работы сувальдного замка практически такой же, как у цилиндрического. Выступающие бородки ключа выравнивают в один ряд пазы в наборе сувальд (фигурных пластин) разных размеров, что делает возможным движение язычка замка. Затем ключ поворачивается, а язычок

РЕЖУЩИЕ УСТРОЙСТВА

В работе практически всех режущих устройств используется принцип клина — одной из форм наклонной плоскости. Из-за клинообразной формы лезвия сила удара разделена на две: одна, вертикальная, разрубает полено пополам, под действием другой, направленной по горизонтали, его половинки разлетаются в стороны.



КЛИНООБРАЗНЫЕ ЛЕЗВИЯ



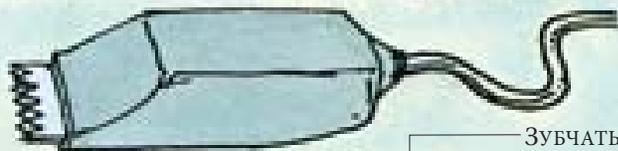
НОЖНИЦЫ

Каждое лезвие действует как рычаг первого рода (см. стр. 19). Заостренные концы лезвий образуют два клина, которые с огромной силой давят на материал с противоположных направлений и, встречаясь, разрезают и раздвигают его в разные стороны.

ТОПОР

Топор — не что иное, как клин, присоединенный к ручке. Топор, описывающий большую дугу, в конце ее развивает мощную силу, направленную в разные стороны, которая расщепляет дерево.

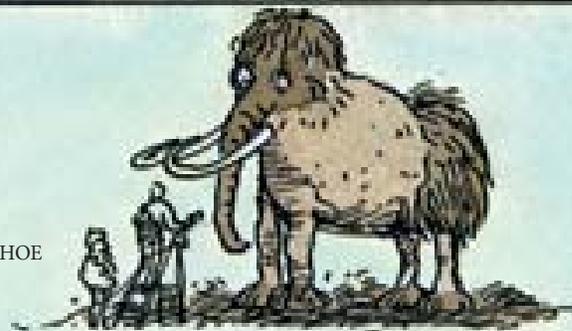
В топоре имеется еще один встроенный клин: рукоять и лезвие фиксируются с помощью металлического клина.



Зубчатые лезвия



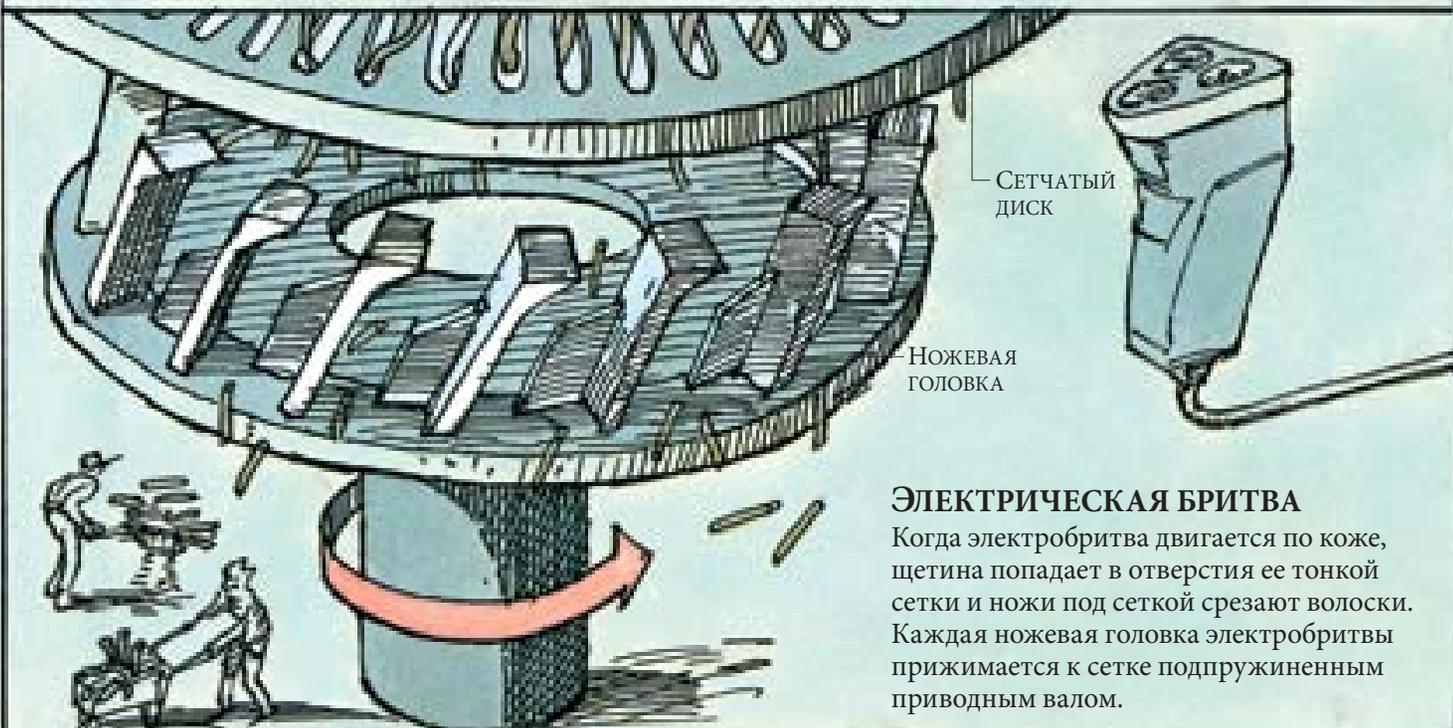
ДВИЖЕНИЕ, НАПРАВЛЕННОЕ В СТОРОНЫ



ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТРИММЕР

Устройство содержит два зубчатых лезвия, которые приводятся в движение кривошипным механизмом (см. стр. 48–49). Лезвия двигаются в разные стороны друг над

другом. Когда между зубцами открываются зазоры, в них попадают волосы, которые затем отрезаются пересекающимися лезвиями, словно парой клиньев.



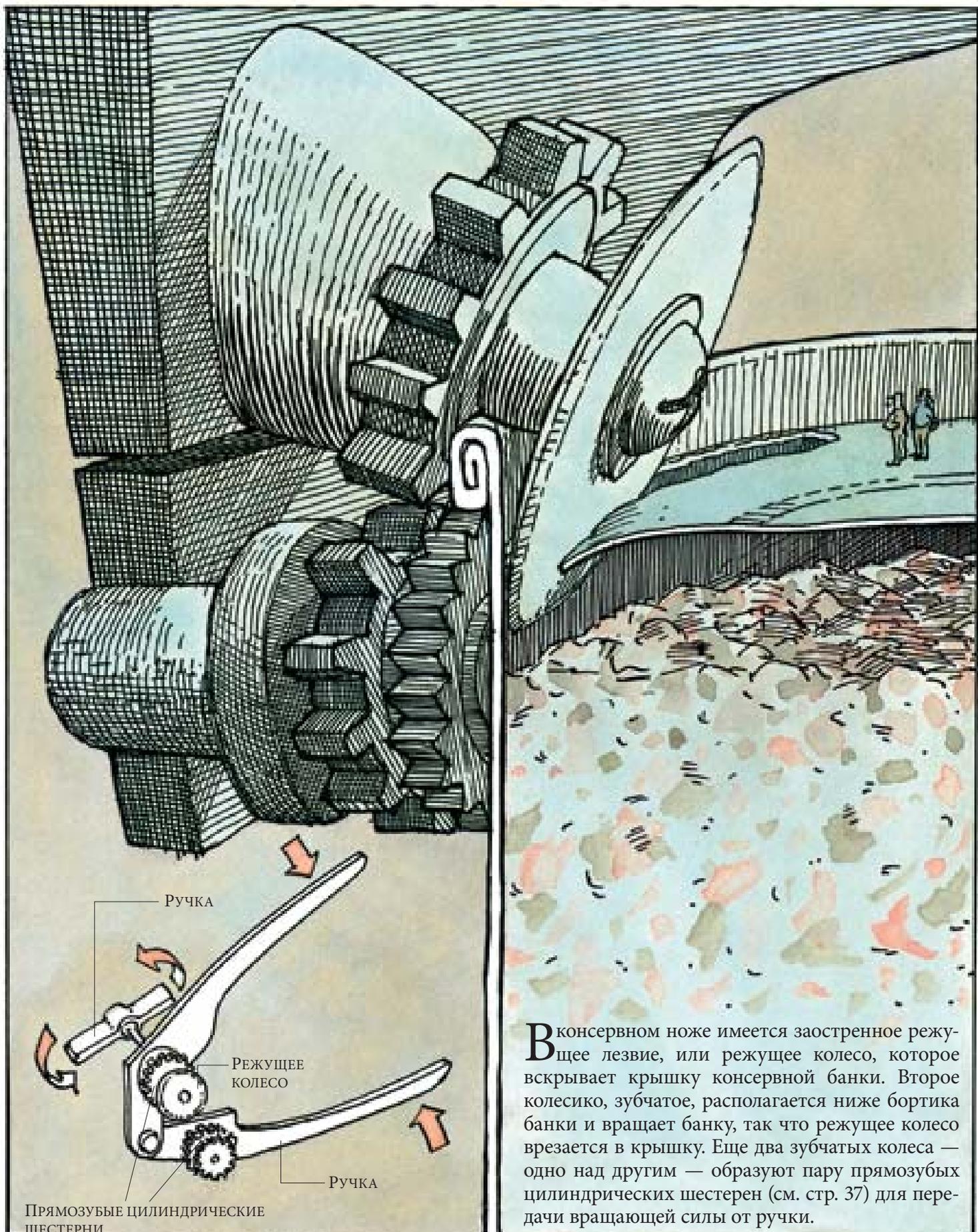
СЕТЧАТЫЙ ДИСК

НОЖЕВАЯ ГОЛОВКА

ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БРИТВА

Когда электробритва движется по коже, щетина попадает в отверстия ее тонкой сетки и ножи под сеткой срезают волоски. Каждая ножевая головка электробритвы прижимается к сетке подпружиненным приводным валом.

КОНСЕРВНЫЙ НОЖ



В консервном ноже имеется заостренное режущее лезвие, или режущее колесо, которое вскрывает крышку консервной банки. Второе колесико, зубчатое, располагается ниже бортика банки и вращает банку, так что режущее колесо врезается в крышку. Еще два зубчатых колеса — одно над другим — образуют пару прямозубых цилиндрических шестерен (см. стр. 37) для передачи вращающей силы от ручки.

ПЛУГ



Плуг — это клин, влекаемый тягловым животным или трактором. Он срезает верхний слой почвы, поднимает его и переворачивает. Так почва подготавливается к посеву. При этом растительность, находившаяся на поверхности, закапывается в почву, где превращается в перегной и обеспечивает питание для зерновых. Плуг — это один из древнейших инструментов, изобретенных человеком. Деревянные плуги использовались уже пять тысяч лет назад, металлический помоложе.



ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ПЛУГА

Вид СБОКУ

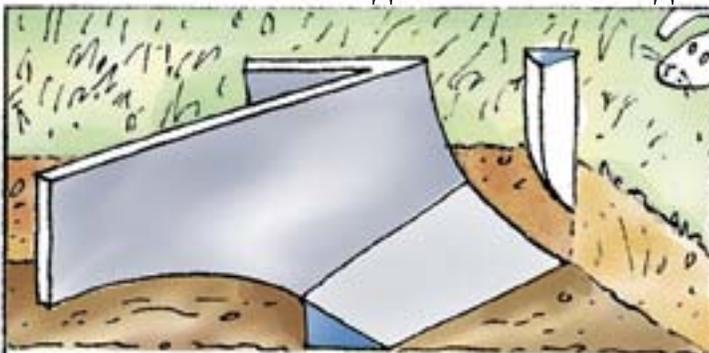


Плуг состоит из четырех основных металлических частей. Нож располагается перед корпусом, который состоит из лемеха, отвала и полевой доски. Нож, лемех и отвал действуют как клинья и могут создавать большую силу при вспахивании твердой почвы.

Вид СВЕРХУ



ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ДЕЙСТВИЙ ПРИ ВСПАХИВАНИИ



НОЖ ПЛУГА создает борозду в почве.

Нож плуга создает борозду, надрезая почву вертикально. В плуге, который тянут животные, нож — это простое лезвие. В плуге, который тянет трактор, нож обычно дисковый, то есть заостренное колесо, которое свободно вращается по мере того, как плуг тянут вперед.

За ножом следует лемех, который подрезает верхний слой почвы снизу. К лемеху прикреплен отвал, который поднимает и переворачивает земляной слой. Полевая доска крепится к стороне отвала и скользит по отвесной поверхности борозды, сдвигая слой в сторону.



ЛЕМЕХ срезает верхний пласт почвы.

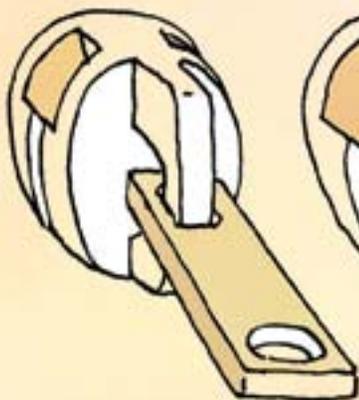


ОТВАЛ поднимает и переворачивает этот пласт.

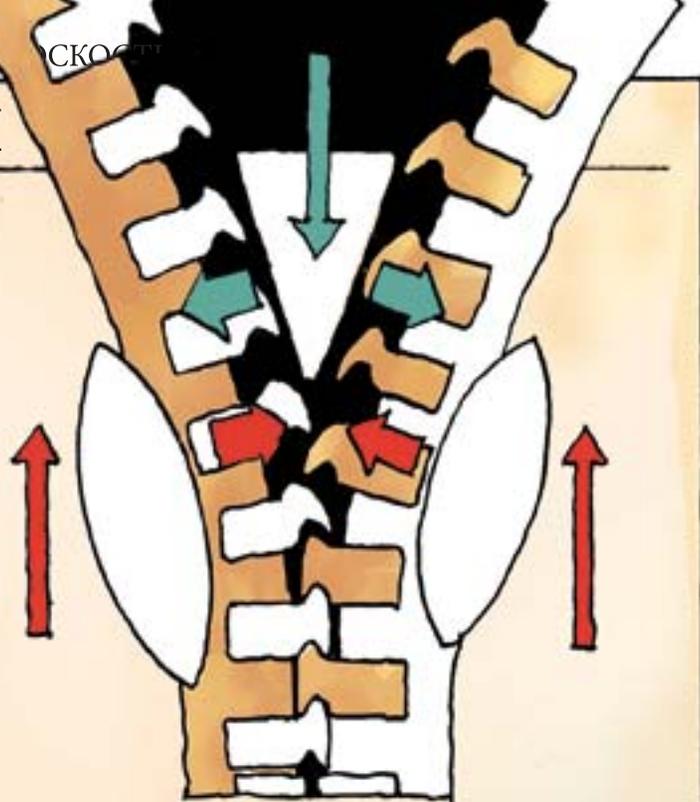
ЗАСТЕЖКА-МОЛНИЯ

В застёжке-молнии искусно применяется принцип наклонной плоскости для соединения и разделения двух рядов зубцов. В замке молнии имеются клинья, которые превращают небольшое усилие, с которым вы ее тянете, в мощную силу, которая расстегивает или застегивает застёжку. Зубцы расположены так, что расцепить или сцепить их можно только последовательно — один за другим. Без использования замка освободить зубцы или соединить их вместе практически невозможно.

ЗАМОК МОЛНИИ

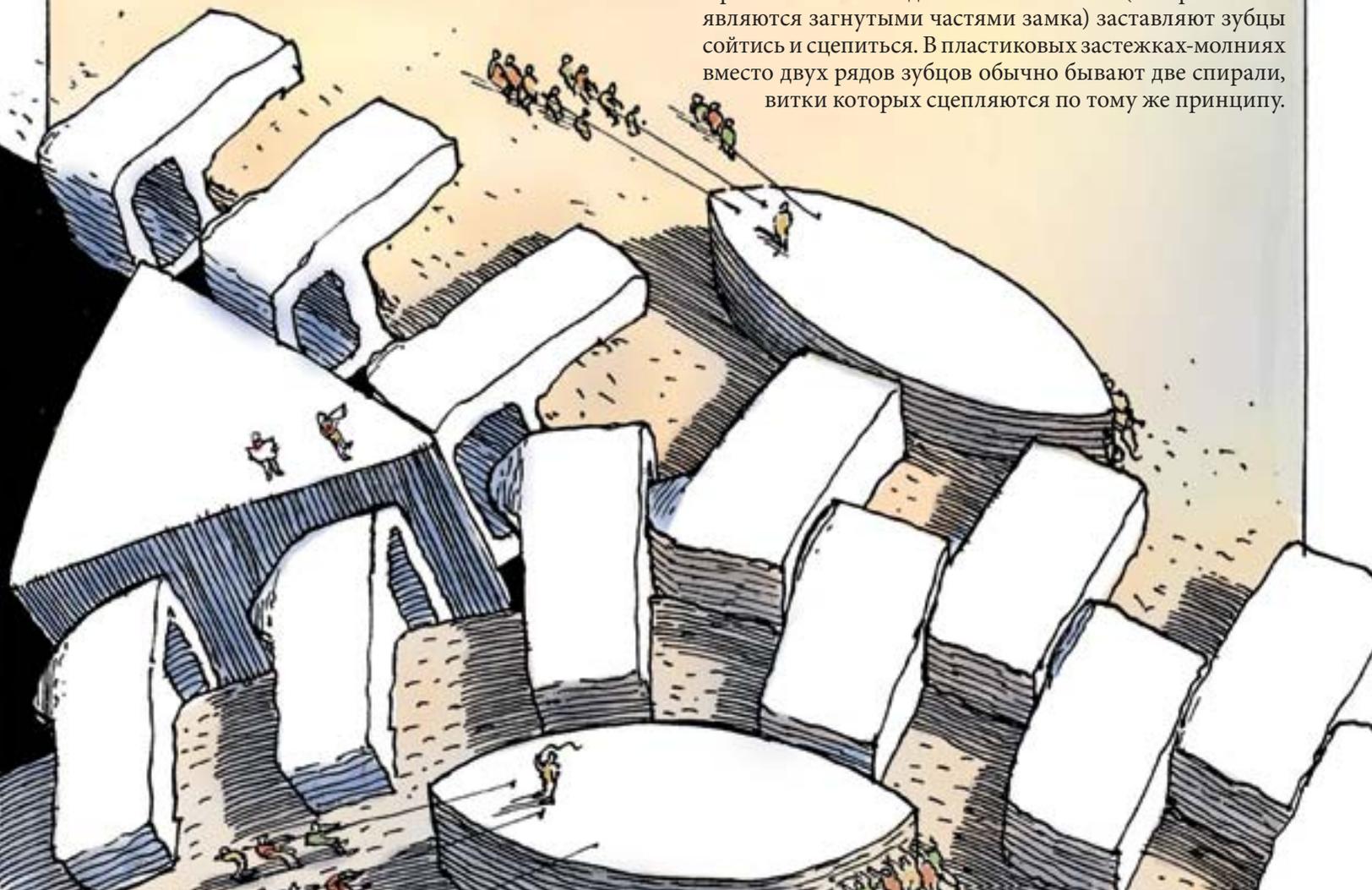


ВИД ЗАМКА ИЗНУТРИ



КЛИНЬЯ В ДЕЙСТВИИ

Когда вы расстегиваете молнию, треугольный верхний клин в замке давит на зубцы и заставляет их разойтись. При застегивании два нижних клина (которые часто являются загнутыми частями замка) заставляют зубцы сойтись и сцепиться. В пластиковых застёжках-молниях вместо двух рядов зубцов обычно бывают две спирали, витки которых сцепляются по тому же принципу.





[Почитать описание, рецензии
и купить на сайте](#)

Лучшие цитаты из книг, бесплатные главы и новинки:

