

Глава 5

ПРОСТЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

§ 11

Модель «Мельница»

Понять

Человек издавна использовал энергию ветра и воды, чтобы передвигаться на парусных судах, молоть муку, сбивать масло на мельницах. С течением времени потребность человечества в энергии не только не уменьшилась, но увеличилась. При этом энергию обычно получают в одном месте, а используют в другом. Поэтому человек научился передавать энергию сначала на короткие расстояния, а потом и на дальние. Вам хорошо знакомо, как можно передавать электрическую энергию. Но гораздо раньше человек научился передавать механическую энергию.

Механическая энергия — это вид энергии, связанный с движением. Передача механической энергии осуществляется, например, в мельницах, когда вращение мельничных крыльев или водяного колеса передаётся на жернова, которые перемалывают зерно (рис. 11.1).



Рис. 11.1. Мельницы: *а* — ветряная; *б* — водяная

Один из старейших способов передачи механической энергии — это *цилиндрическая зубчатая передача*. И сегодня подобные передачи широко распространены как в бытовых устройствах, так и в промышленных. Они выступают промежуточным звеном между источником вращательного движения и частью механизма, потребляющей энергию вращения. Цилиндрическую передачу образуют зубчатые колёса (шестерни), соединённые друг с другом зубцами и передающие движение при вращении (рис. 11.2).

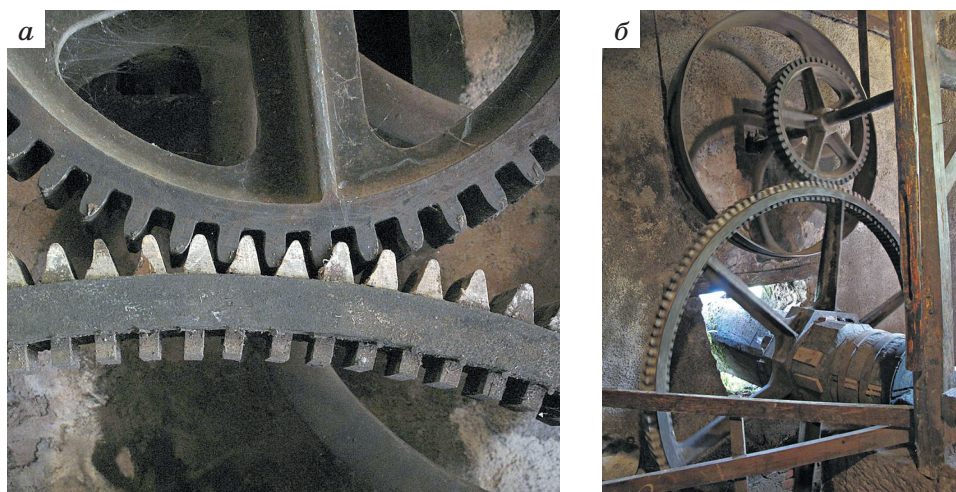


Рис. 11.2. Цилиндрическая зубчатая передача (а); соотношение диаметров ведущего и ведомого колёс определяет соотношение сил и скоростей их вращения (б). Какое колесо на рисунке б — ведущее? ведомое? Какова скорость ведомого колеса относительно ведущего?

Ведущим зубчатым колесом называется колесо, вращающееся под действием внешней силы, например мотора. Ведущее колесо передаёт вращение на *ведомое колесо*, которое, в свою очередь, может передавать вращение дальше. С помощью зубчатых передач можно изменять скорость вращения.

Изменение скорости вращения зависит от *передаточного отношения* ведущего и ведомого колёс. Чтобы подсчитать значение передаточного отношения — *передаточное число*, нужно разделить количество

зубьев на ведомом колесе на количество зубьев на ведущем. Если передаточное число больше единицы, то передача снижает скорость вращения (оборотов в минуту), и наоборот, если передаточной число меньше единицы, скорость увеличивается. Предположим, что у передачи ведомое колесо с 24 зубьями, и его приводит в движение ведущее колесо с 48 зубьями. Это значит, что передаточное число составит $24 : 48 = 0,5$, следовательно, ведомое колесо будет вращаться вдвое быстрее, чем ведущее.

С помощью цилиндрических зубчатых передач можно изменять и направление вращения. Это произойдёт, если два соединённых зубчатых колеса будут крутиться в противоположных направлениях.

Цилиндрические передачи используются во многих механизмах и машинах, в которых необходимо контролировать силу и скорость вращения.

Проверить

Изучите разные источники информации и приведите примеры машин и механизмов, в которых применяется цилиндрическая зубчатая передача.

Перечислите свои примеры в классе. Составьте общий список «Устройства, где применяется цилиндрическая зубчатая передача».

Знать

Получение и передача энергии — одна из важнейших задач, стоящих перед человеком. Одной из первых люди освоили механическую энергию. Самый распространённый вид передачи механической энергии — цилиндрическая зубчатая передача. В такой передаче используются зубчатые колёса. Колесо, которое вращается с помощью источника энергии, называется ведущим, а колесо, которому передаётся вращение, — ведомым.

Цилиндрические зубчатые передачи позволяют менять силу, скорость и направление вращения. При этом существует обратная зависимость между передачей силы и скорости: при уменьшении силы увеличивается скорость, и наоборот. Изменение скорости вращения зависит от передаточного отношения ведущего и ведомого колёс.



Цилиндрические передачи широко применяются в различных устройствах и, очевидно, будут продолжать служить человеку в будущем.

Применять



Продумайте конструкцию моделей «Мельница» или «Колесо обозрения».

1. Что послужит источником энергии в вашей модели — вращение ведущего колеса вручную или с помощью мотора?
2. Как будет передаваться механическая энергия?
3. Каково будет число зубчатых колёс и соотношение их размеров?



Практическая работа. Соберите из деталей конструктора модель «Колесо обозрения» (рис. 11.3), в которой используется цилиндрическая зубчатая передача.



Рис. 11.3. Модель «Колесо обозрения»

§ 12 Модель «Карусель»



Рис. 12.1. Карусель

Понять

Механические передачи позволяют выполнять различные задачи. Часто бывает, что необходимо осуществить передачу вращательного движения между валами, расположенными под углом друг к другу. Для таких случаев применяется *коническая зубчатая передача* (рис. 12.2).

Коническая зубчатая передача сложнее в изготовлении, чем цилиндрическая. Производство зубчатых колёс для конической передачи требует большей точности. Кроме того, один из валов конической передачи закреплён только с одной стороны. Эта

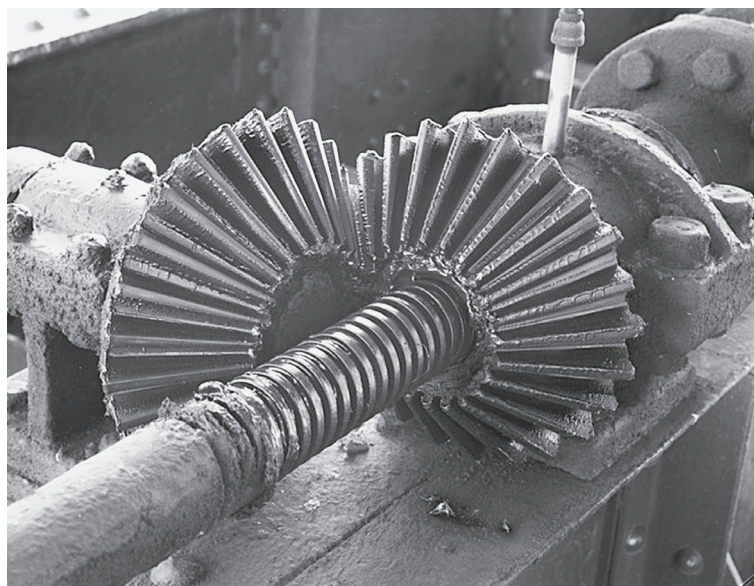


Рис. 12.2. Коническая зубчатая передача

особенность создаёт дополнительные трудности для конструкторов. Коническая передача применяется для передачи вращения от двигателя к ведущим колёсам в автомобилях, локомотивах, сельскохозяйственной технике, а также используется в различном промышленном оборудовании.

Проверить

При сборке модели вам понадобятся специальные зубчатые колёса для конической передачи. В этой передаче механическая энергия передаётся между валами, расположенными под углом друг к другу. Поэтому предусмотрите надёжное закрепление валов, чтобы не допустить их смещения — это может привести к поломке передачи. Вал ведущего зубчатого колеса можно вращать вручную или подключить к источнику механической энергии. При желании можно сконструировать передачу, в которой скорость ведомого зубчатого колеса будет значительно выше, чем ведущего. Наряду с конической в этой модели можно применить уже известную вам цилиндрическую зубчатую передачу.

Знать

Существуют механизмы, в которых необходимо передавать энергию вращения между валами, движущимися под углом друг к другу. Эту задачу позволяет решить коническая зубчатая передача.

При проектировании конической передачи следует учитывать, что вал одного из зубчатых колёс можно будет закрепить только с одной стороны, а при её изготовлении требуется большая точность. Коническая зубчатая передача может применяться наряду с другими передачами, например цилиндрической, в одной машине или механизме.

Применять

Продумайте конструкцию модели «Карусель».

1. Что послужит источником энергии в вашей модели? Как будет передаваться движение?
2. Какое передаточное отношение должно быть в конической передаче?
3. Как рассчитать передаточное число?

Практическая работа. Соберите из деталей конструктора модель «Карусель» (рис. 12.3), в которой используется коническая зубчатая передача.

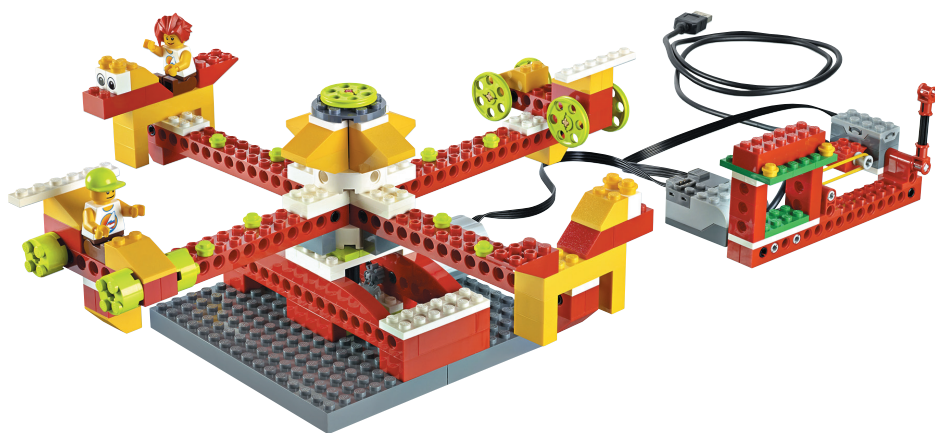


Рис. 12.3. Модель «Карусель»

§ 13

Модель «Подъёмник»



Рис. 13.1. Грузоподъёмник

Понять

При передаче механической энергии нередко требуется значительно увеличить силу за счёт потери скорости. Это достигается с помощью *червячной передачи*, используемой в грузоподъёмниках (рис. 13.1). Червячная передача (рис. 13.2) состоит из ведущего *червячного винта* (червяка) и ведомого *зубчатого колеса* и передаёт вращение между двумя валами, расположенными под прямым углом.

В червячной передаче червячный винт используется только как ведущий. Обратная передача — от зубчатого колеса к червяку — не применяется из-за самоторможения. Червячная передача

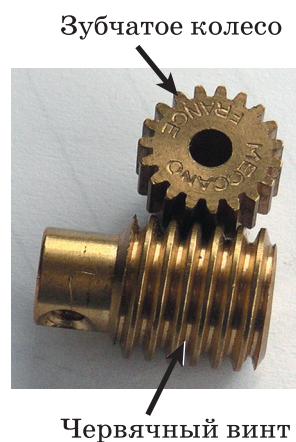


Рис. 13.2. Червячная передача

значительно уменьшает скорость вращения, потому что для поворота ведомого зубчатого колеса всего на один зубец требуется полный оборот ведущего червяка. Зато значительно возрастает сила. Поэтому червячные передачи широко применяются в подъёмных механизмах (рис. 13.3, *а*, *б*). Червячная передача меняет направление вращения на 90° (рис. 13.3, *в*). Кроме того, червячная передача обеспечивает плавное вращение и низкий уровень шума.

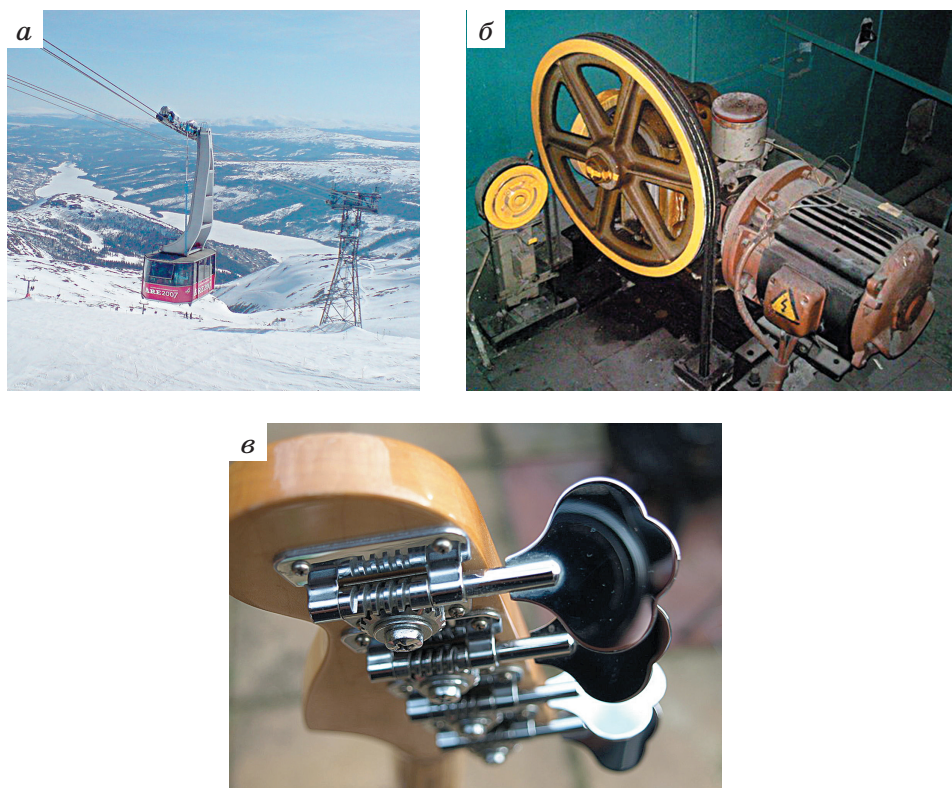


Рис. 13.3. Применение червячной передачи: *а* — канатная дорога; *б* — лебёдка лифта; *в* — колки гитары

Есть у червячной передачи и недостатки: при работе она сильно нагревается, быстро изнашивается и часто заедает.

Проверить

Чтобы на практике изучить червячную передачу, удобно воспользоваться конструктором, в комплект которого входят в собранном виде червячный винт и зубчатое колесо. Помните, что источник энергии — например, электромотор — следует подключать к червячному винту, а потребителя энергии надо подключать к зубчатому колесу.

Потребителем энергии может служить вал, на который колесо передаёт вращение. Если к валу прикрепить нитку, которая будет наматываться на него, то получится лебёдка. Подобные механизмы используются для подъёма и перемещения грузов в строительстве, при проведении спасательных операций т. д.

Знать

Червячная передача значительно увеличивает силу вращения, снижая при этом скорость. Поэтому червячная передача чаще всего применяется в грузоподъёмных механизмах и машинах.

В червячной передаче источник механической энергии подключают к червячному винту, который передаёт вращение на зубчатое колесо. Обратная передача энергии невозможна из-за самоторможения.

Применять



Продумайте конструкцию модели «Подъёмник».

1. Почему именно червячная передача обычно применяется в грузоподъёмных механизмах и машинах? Приведите примеры.
2. Как будет передаваться механическая энергия в вашей модели?
3. Каково назначение подъёмника, модель которого вы собираете?
4. Какие особенности поднимаемого груза вы учли?

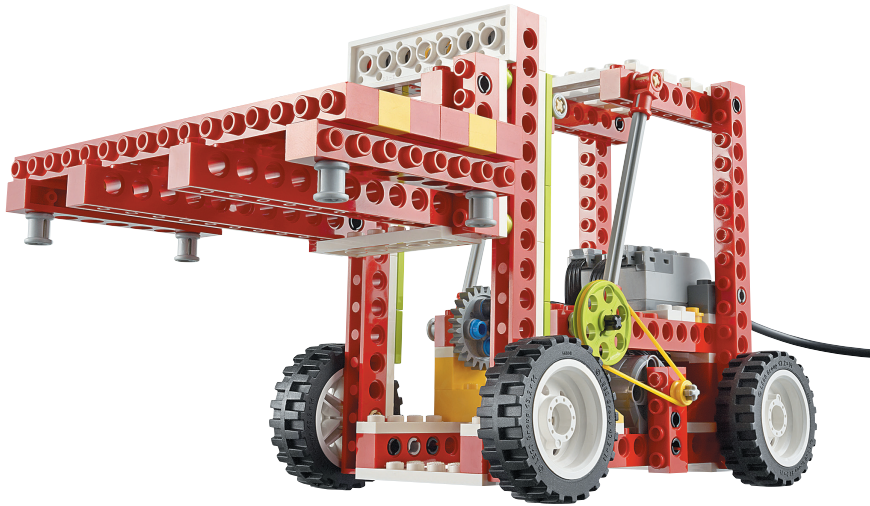


Рис. 13.4. Модель «Подъёмник»

Практическая работа. Соберите из деталей конструктора модель «Подъёмник» (рис. 13.4), в которой используется червячная передача.



§ 14 Модель «Конвейер»

Понять

Различные виды зубчатых передач позволяют решать множество задач при создании механизмов и машин. Но для передачи энергии на расстояния, даже относительно небольшие — в несколько метров — потребуется много промежуточных зубчатых колёс. Это увеличит массу механизма, время на его изготовление, количество требуемого материала и стоимость. В этом случае используют *ременную передачу*. Она состоит из *шкивов* — колёс с ободом по окружности, расположенных на некотором расстоянии друг от друга, которые огибает *приводной ремень* (рис. 14.1).

С помощью ременной передачи не только передают вращательное движение на несколько метров, но и меняют направление движения. Если расположить ремень

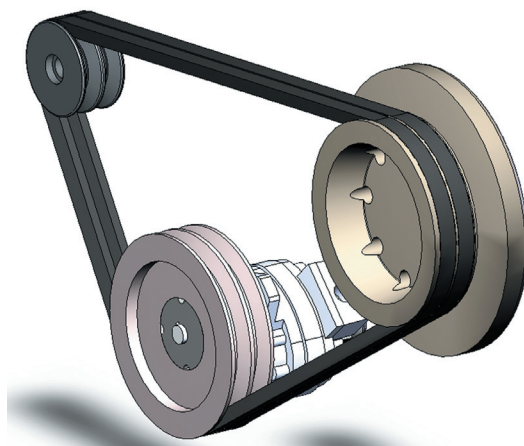


Рис. 14.1. Ременная передача. Покажите на рисунке шкивы

перекрёстно между ведущим и ведомым шкивами, то шкивы будут вращаться навстречу друг другу (рис. 14.2). Ременная передача, как и коническая, позволяет осуществлять передачу между валами, находящимися под углом друг к другу. Используя в ременной передаче шкивы разного диаметра, можно достигнуть увеличения или уменьшения скорости и силы вращения. Приближённое передаточное отношение ременной передачи можно узнать, разделив диаметр ведущего шкива на диаметр ведомого.

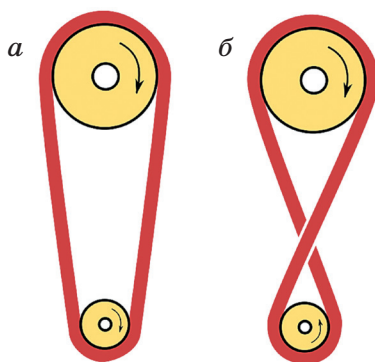


Рис. 14.2. Разновидности ременной передачи: (а) открытая, при которой шкивы вращаются в одном направлении; (б) перекрёстная, при которой шкивы вращаются навстречу друг другу

К достоинствам ременных передач относятся простота конструкции и низкая стоимость производства, плавность и бесшумность работы, простота обслуживания. Однако ременные передачи недолговечны в быстроходных механизмах, не позволяют получать постоянного передаточного отношения из-за проскальзывания ремня, создают повышенные нагрузки на валы и опоры. Кроме того, во время эксплуатации ременной передачи не исключена возможность соскакивания и обрыва ремня, поэтому за этими передачами нужно постоянно следить.

Проверить

Соберите из деталей конструктора модель ременной передачи, чтобы испытать её в действии. Соедините два шкива канцелярской резинкой, которая будет исполнять роль приводного ремня. Покрутите один из валов вручную или подключите к нему электромотор.

Попробуйте использовать шкивы разного диаметра. Определите, какова скорость вращения ведомого шкива, если его диаметр больше ведущего, и наоборот, если его диаметр меньше ведущего. Свои выводы запишите.

Сконструируйте передачу, в которой шкивы находятся на валах, расположенных под углом друг к другу.

Сконструируйте передачу, в которой приводной ремень перекрещивается между шкивами. Как это влияет на вращение ведомого шкива? Выводы запишите.

Попробуйте удерживать ведомый шкив руками, позволяя ремню проскальзывать. Это свойство ременной передачи не даёт достигнуть постоянного передаточного отношения и защищает механизм от поломки при превышении нагрузки. Может ли механизм работать в таком режиме долгое время? Обоснуйте ответ.

Знать

Ременная передача применяется в механизмах, в которых требуется передать механическую энергию на расстояние в несколько метров. Она осуществляется с помощью соединённых ремнём шкивов (рис. 14.3). Ременная передача обеспечивает повышение и понижение скорости, а также позволяет соединить шкивы, находящиеся на валах, расположенных под углом друг к другу.





Рис. 14.3. Применение ременной передачи: *а* — швейная машина; *б* — багажный транспортёр; *в* — эскалатор

К основным достоинствам ременной передачи относятся плавность хода, простота изготовления, бесшумность работы. Основной недостаток — ненадёжность ремня, который быстро изнашивается, часто проскальзывает, соскакивает и обрывается при высоких скоростях.

Применять

Продумайте конструкцию модели «Конвейер».

1. Что вы знаете о применении конвейера?
2. Как будет передаваться механическая энергия в данной модели?
3. Какие передачи вы используете и почему?

Практическая работа. Соберите из деталей конструктора модель «Конвейер», в которой используется ременная передача.