



Собирая шарики



**Предлагается веб-сайтом «Попробуй себя инженером» -
www.tryengineering.org**

**Нажмите здесь, чтобы оставить свои комментарии в отношении
данного занятия.**

Тема занятия

Занятие посвящено изучению темы трения, а также рассмотрению использования шариковых подшипников для уменьшения трения.

Краткий обзор занятия

Работа в рамках занятия под названием «Собирая шарики» посвящена изучению темы трения и призвана продемонстрировать, каким образом шариковые подшипники позволяют уменьшить трение. Учащиеся узнают о различных областях использования шариковых подшипников, о том, как с течением времени менялся их дизайн, открывая возможности для применения роликовых подшипников, проверят действие силы трения, используя для этого камушки, а также узнают о применении шариковых подшипников в предметах повседневного обихода.

Возрастной уровень

8-18.

Задачи

- ✦ Узнать о том, что такое трение.
- ✦ Узнать о шариковых подшипниках.
- ✦ Узнать о том, как инженерам удалось улучшить шариковые подшипники, а также о развитии шариковых подшипников.
- ✦ Узнать о том, каким образом роликовые или шариковые подшипники используются в различных механизмах и оказывают влияние на повседневную жизнь.
- ✦ Узнать об особенностях работы в команде, а также коллективных приемах выполнения инженерных разработок по решению поставленных задач.

Предполагаемые результаты для учащихся

В результате такой работы, учащиеся должны получить базовые знания в отношении:

- ✦ трения
- ✦ шариковых подшипников
- ✦ инженерного проектирования
- ✦ решения проблем
- ✦ коллективной работы

Работа в рамках занятия

Учащиеся узнают о трении, а также о том, каким образом шариковые подшипники позволяют уменьшить трение и продлить жизнь механизмов. Рассматриваемые вопросы включают такие темы как трение, шариковые подшипники, а также касаются развития навыков инженерного проектирования и решения поставленных задач. Учащиеся будут работать в группах, используя камушки для имитации шариковых подшипников.

Ресурсы / материалы

- ✦ Документы и ресурсы в помощь преподавателю (прилагается)
- ✦ Материалы для преподавателя (прилагается)
- ✦ Листы для работы учащихся (прилагается)

Соответствие курса учебной программе

См. прилагаемый лист в отношении соответствия курса учебной программе.

Ресурсы Интернета:

- ✦ «Попробуй себя инженером» (www.tryengineering.org)
- ✦ «Timken» - виды подшипников, призванные уменьшить трение (www.timken.com/products/bearings/fundamen/compare.asp)
- ✦ Timken: «От Миссури к Марсу – век лидерства в производстве» (www.timken.com/aboutus/history/pdf/history.pdf)
- ✦ «Подшипники – 101» (www.bearings.machinedesign.com/BDEList.aspx)
- ✦ «Стандарты технологической грамотности» Международной Ассоциации преподавания технологических дисциплин: материалы по изучению технологий (www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm)
- ✦ Сборник стандартов и эталонов «McREL» (www.mcrel.org/standards-benchmarks) - подборка данных о стандартах в рамках учебной программы «K-12»; предусмотрены возможности поиска и просмотра
- ✦ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин» (www.nsta.org/standards)

Рекомендуемая литература

- ✦ Timken: «От Миссури к Марсу – век лидерства в производстве» (ISBN: 0875848877)
- ✦ *Bicycling Science*, by David Gordon Wilson (ISBN: 0262731541)
- ✦ *Ball and Roller Bearings : Theory, Design and Application* (ISBN: 0471984523)

Факультативное составление эссе

- ✦ Напишите эссе или просто параграф с описанием трех различных механизмов, в конструкции которых использовались бы шариковые или роликовые подшипники. Каким образом использование подшипников позволило улучшить такую машину?

Дополнительная работа для более старших учащихся

- ✦ Более старшие учащиеся работают в группах, пытаясь определить, могли бы подшипники иной формы иметь преимущество над шариковыми или роликовыми подшипниками в том виде, как они существуют сегодня. Почему да или почему нет?



Для преподавателей: соответствие курса учебной программе

Обратите внимание: все планы занятий данного блока построены в соответствии с «Национальными стандартами США в отношении преподавания научных дисциплин» (U.S. National Science Education Standards), разрабатываемыми Национальным исследовательским советом (National Research Council) и утверждаемыми Национальной ассоциацией преподавателей научных дисциплин (National Science Teachers Association) и, если данное применимо, также в соответствии со «Стандартами технологической грамотности» Международной Ассоциации преподавания технологических дисциплин (International Technology Education Association's Standards for Technological Literacy).

◆ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин», ступень «К-4» (возраст 4 – 9 лет)

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «В»: физика

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ свойства объектов и материалов;
- ✦ положение и движение объектов.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «Е»: наука и технология

В результате такой работы учащиеся должны:

- ✦ развить навыки технологического проектирования.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «Г»: история науки и ее природа

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ наука как человеческое изобретение.

◆ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин», уровень 5-8 класса (возраст 10 – 14 лет)

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «В»: физика

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ свойства и изменение свойств вещества;
- ✦ движение и сила;
- ✦ передача энергии.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «Е»: наука и технология

В результате такой работы учащиеся должны:

- ✦ развить навыки технологического проектирования;
- ✦ выработать понимание вопросов науки и технологий.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «Г»: история науки и ее природа

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ наука как человеческое изобретение;
- ✦ история науки.

Собирая шарики



Для преподавателей:
соответствие курса учебной программе
(продолжение)

◆ «Национальные стандарты США в отношении преподавания научных дисциплин», уровень 9-12 класса (возраст 14 – 18 лет)

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «В»: физика

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ движение и сила;
- ✦ взаимодействие энергии и вещества.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «Е»: наука и технология

В результате такой работы учащиеся должны:

- ✦ развить навыки технологического проектирования;
- ✦ выработать понимание вопросов науки и технологий.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «F»: взгляд на науку в плане ее личной и общественной значимости

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ роль науки и технологии при решении задач на местном уровне, уровне страны и в мировом масштабе.

СОДЕРЖАНИЕ – УРОВЕНЬ «G»: история науки и ее природа

В результате такой работы учащиеся должны получить базовые знания в отношении таких вопросов, как:

- ✦ исторические перспективы.

◆ «Стандарты технологической грамотности» – любой возраст

Технология и общество

- ✦ Уровень 6: учащиеся получают базовые знания в отношении той роли, которую общество играет в плане разработки и использования технологий.
- ✦ Уровень 7: учащиеся получают базовые знания о влиянии, оказываемом технологией на ход исторических событий.

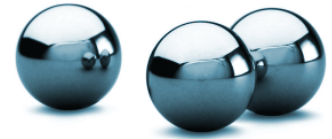
Проектирование

- ✦ Уровень 8: учащиеся приобретут базовые знания в отношении важных элементов проектирования.
- ✦ Уровень 9: учащиеся приобретут базовые знания в отношении инженерного проектирования.

Навыки для технологически развитого мира

- ✦ Уровень 13: Учащиеся приобретут навыки оценки практического значения изделий и систем.

Собирая шарики



Для преподавателей: материалы для преподавателей

◆ Смысл занятия

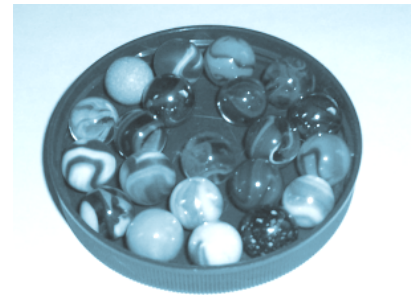
Изучение трения через демонстрацию работы роликовых и шариковых подшипников по уменьшению трения в конструкции механизма. Учащиеся сопоставляют степень уменьшения трения при перемещении крышки по различным поверхностям с использованием камушков для обеспечения контакта с поверхностью; учащиеся также узнают о шариковых подшипниках и о том, как это изделие менялось с течением времени, а также выполняют работу в группах, изучая тему трения.

◆ Цели занятия

- ✦ Учащиеся узнают о том, что такое трение.
- ✦ Учащиеся узнают, каким образом включение шариковых подшипников в конструкцию механизма может вести к уменьшению трения.
- ✦ Учащиеся узнают о различных механизмах, работающих с применением шариковых или роликовых подшипников.
- ✦ Учащиеся узнают о принципах коллективной работы.

◆ Материалы:

- Перечень ресурсов для учащихся.
- Лист для работы учащихся.
- По комплекту материалов для каждой группы учащихся:
 - баночная крышка (от майонезной или аналогичной баночки)
 - 25 камушков одинакового размера (больших, нежели глубина крышки)
 - книга
 - кусочек ковра или коврового покрытия



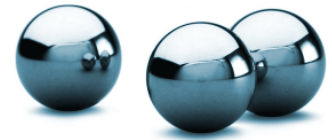
◆ Работа

1. Предоставьте учащимся различные вспомогательные материалы. Такие материалы могут быть прочитаны в классе или накануне даны для прочтения в качестве домашнего задания.
2. Разделите учащихся на группы из 3-4 человек; раздайте каждой группе комплект материалов.
3. Попросите учащихся оценить силу трения при передвижении крышки (перевернутой закрытой частью вниз) по различным поверхностям: поверхность стола, кафельный пол, кусочек коврового покрытия.
4. После этого попросите учащихся наполнить крышку достаточным количеством камушков, таким образом, чтобы камушки заполняли практически все пространство (но не переполняли бы крышку, так как в противном случае камушки не смогут свободно двигаться). Воспользуйтесь книжкой, чтобы перевернуть крышку, и попросите учащихся попробовать, насколько легче теперь крышка будет двигаться по той же поверхности.
5. Попробуйте вариант, если на поверхность крышки (с камушками и без них) положить книжку или иной груз. Облегчает ли передвижение различных грузов выполненная из камушков основа?
6. Попросите учащихся предложить различные механизмы, в которых могли бы применяться шариковые или роликовые подшипники, и соответственно заполнить листы для работы учащихся.
7. Каждая группа учащихся предлагает классу свой перечень механизмов, объясняя, какую роль выполняли бы подшипники в связи с конструкцией и/или эксплуатацией такой машины.

◆ Необходимое время

Одно занятие 45 минут.

Собирая шарики



Материалы для учащихся:

Что такое трение? Какую роль при этом играют шариковые подшипники?

◆ Трение

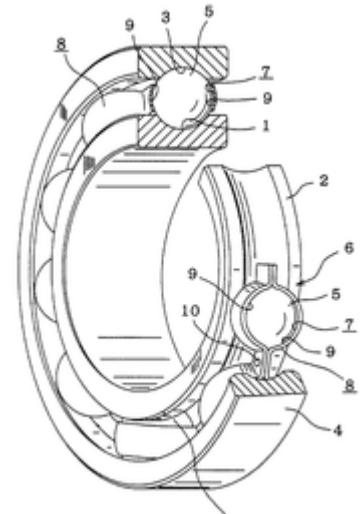
Трение – это термин, описывающий степень сопротивления применительно к движению двух объектов по отношению друг к другу. Чем сильнее трение, тем труднее таким объектам осуществлять беспрепятственное движение. При меньшем трении объекты могут двигаться по отношению друг к другу с большей легкостью и меньшими помехами. К примеру, при движении по ковровому покрытию кусочек резины сопровождался бы большим трением, нежели гладкий учебник. В механизмах части трутся друг о друга и большая степень трение может вести к более быстрому износу частей.

◆ Шариковые подшипники

Термин «шариковый подшипник» означает подшипниковое устройство, в котором в качестве вращающихся элементов используются шары сферической формы. В английском языке соответствующий термин «ball bearing» может означать и отдельный шарик, используемый в подшипниковом устройстве. Шариковые подшипники выполняются из многих различных материалов, в том числе керамики, металлов, нержавеющей стали и иных гибридных соединений. Их роль сводится к уменьшению трения, что позволяет продлить срок службы механизмов. Они также позволяют уменьшить шум от работы механизма. Подшипники разрабатывались на основе простого принципа – предметы катятся с меньшим усилием, нежели скользят. Если объекты скользят по отношению друг к другу, например – книга по столу или кружка по ковровому покрытию, возникающее между поверхностями трение приводит к замедлению движения. Если бы вместо этого предметы могли бы катиться друг по другу, в таком случае площадь поверхности соприкосновения для них бы уменьшалась, и трение было бы меньшим.

◆ Подшипники на основе движущегося элемента

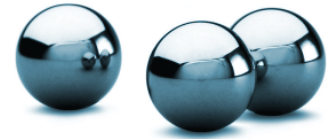
Подшипник на основе движущегося элемента – это подшипник, несущий нагрузку за счет размещения между двумя частями круглых элементов. Взаимосвязанное движение таких частей приводит к вращению круглых элементов при небольшом скольжении. Приводимая справа иллюстрация – это патентный дизайн закрытого радиального шарикового подшипника по американскому патенту №6074099, здесь показаны шарики, помещенные между закругленными частями. Один из наиболее ранних и лучше всего известных видов подшипника, работающего по принципу шариковой основы – это положенные на землю ряды бревен, прижатые сверху большим камнем. При приложении к камню усилия бревна катятся по земле с небольшим скользким трением. По мере перемещения каждого из бревен назад, бревна вновь возвращаются вперед и становятся опорой при движении. Вы можете имитировать такой подшипник, положив на стол несколько карандашей или ручек и поместив на них свою руку.



◆ Велосипеды без шариковых подшипников? Роликовые коньки без шариковых подшипников?

Велосипеды представляют собой яркий пример машины, использующей подшипники для уменьшения трения. Шариковые подшипники можно встретить в педалях, в передней и задней втулках колес, а также в трубках рамы, куда встроены рычаги управления. Для скейтборда и роликовых коньков также используются шариковые подшипники! Помимо этих примеров, шариковые подшипники представляют собой важный элемент конструкции нефтедобывающих вышек, аэропланов и автомобилей. Шариковые подшипники используются и в американских горках!

Собирая шарики



Материалы для учащихся: история подшипников – эволюция изделия

◆ История

Ранний пример деревянных подшипников, использовавшихся в конструкции вращающегося стола, был получен при изучении останков римского судна в озере Неми, Италия. Останки судна датируются 40-м годом до н.э. Как полагают, Леонардо да Винчи отразил вид шарикового подшипника около 1500 года. Одна из проблем, связанных с шариковыми подшипниками – это трение шариков друг о друга, что вызывает дополнительное трение; однако эту проблему можно устранить, поместив шарики во внешний футляр. Подшипник с такими фиксированными или находящимися в футляре шариками был впервые описан Галилеем в 17-м веке.

◆ Изобретение

Хенри Тимкен, мыслитель 19-го века, внесший значительный вклад в развитие производства шариковых подшипников, в 1898-м году запатентовал конусный шариковый подшипник. Он мечтал о бизнесе, который был бы построен на разрешении критически важной и очень давней проблемы – трения, силы, препятствующей движению объектов, находящихся в контакте друг с другом. «Человек, которому удалось бы придумать что-либо, что могло бы значительно уменьшить трение, - говорил Тимкен, - придумал бы нечто чрезвычайно важное для мира.» На следующий год он создал компанию «The Timken Company», для введения своего изобретения в производство.



Henry Timken

◆ Разработка и улучшение изделия

В то время, когда Хенри Тимкен только начинал свою исследовательскую работу, преобладал простой или «трущийся» подшипник, использовавшийся без особых изменений, начиная с далекой древности. По сути, он представлял собой металлическую втулку, помещенную в отверстие вращающейся оси, при этом сокращение трения зависело, главным образом, от присутствия смазки. Хенри начал экспериментировать с шариковыми подшипниками, однако в достаточно короткие сроки стало очевидно, что такие эксперименты не приносят результатов ввиду фактора износа. Хенри пришел к выводу, что «роликовые» подшипники несут большой потенциал для транспортных средств, в частности – автомобилей, ввиду веса груза, значительно более тяжелого, нежели чем в случае с велосипедом, так как в таком случае такой вес может распределяться по всей длине роликов, в отличие от одиночной точки контакта каждого шарика в условиях шарикового подшипника. Хенри пытался применять прямые ролики, однако впоследствии остановил свой выбор на коническом решении, позволявшем подшипникам выдерживать силу, прилагаемую с различных направлений. Начиная с 1989 года компания «The Timken Company» выпустила более шести миллиардов подшипников; на сегодняшний день компания производит подшипники множества различных видов.

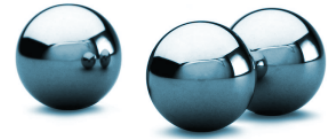


◆ Отрасли промышленности и практическое применение

Шариковые подшипники используются в большинстве отраслей промышленности, в том числе на транспорте, в авиакосмической промышленности, сельском хозяйстве, а также в спортивно-развлекательной индустрии. Некоторые примеры шариковых или роликовых подшипников вы найдете в посадочных шасси авиалайнеров, ветровых турбинах, спутниках, а также вращающихся мельницах. Миниатюрные подшипники используются и в медицинской технике, например – оборудовании дантиста.



Собирая шарики



Лист для работы учащихся:

Первый шаг:

За дополнительной информацией о подшипниках, истории и развитии шариковых и роликовых подшипников обращайтесь к вспомогательным материалам для учащихся.

Второй шаг:

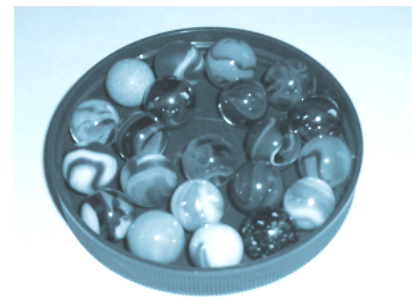
Работая в группах, состоящих из 3-4 человек, попробуйте двигать предоставленную вам крышку по различным плоскостям – книга, поверхность стола, пол, паркет.

Вопрос:

1. Чем отличалось трение при движении крышки по различным поверхностям? Какая поверхность характеризовалась наибольшим трением? Почему?

Третий шаг:

Наполните крышку достаточным количеством камушков, таким образом, чтобы камушки заполняли практически все пространство (но не переполняли бы крышку, так как в противном случае камушки не смогут свободно двигаться). Воспользовавшись книгой, переверните крышку и теперь попробуйте двигать крышку с камушками, которые будут выступать в качестве «шариков», помогая преодолеть трение при движении крышки по тем же поверхностям, где вы пробовали двигать крышку до этого.



Вопросы:

3. Какие отличия в трении Вы заметили в случае, когда камушки вращались под крышкой?

4. Помогали ли камушки движению на всех поверхностях? Лишь некоторых? Какая поверхность – если Вы ощутили различия применительно к разным поверхностям - на этот раз характеризовалась наибольшим трением? Почему?

Четвертый шаг:

Попробуйте вариант, если на поверхность крышки (с камушками и без них) положить книжку или иной груз.

Вопросы:

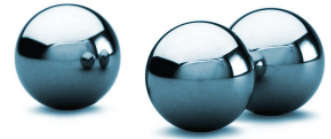
5. Облегчает ли выполненная из камушков основа передвижение при добавлении различных грузов ?

6. Можете ли Вы предложить практическое применение для устройства, подобного этому? Что будет двигать предметы с тяжелыми грузами? Как поможет такое решение?

7. Назовите три различных механизма, которые включали бы шариковые или роликовые подшипники.

1: _____ 2. _____ 3. _____

Собирая шарики



Дополнительно-возможный лист для работы учащихся:

Вы – инженер! Решение задач в связи с шариковыми подшипниками

◆ Инструкции

Вы – инженер! Работая в группе, составьте план использования шариковых подшипников для передвижения одной из находящейся в классе парт или стола на расстояние в 10 футов (около 3 метров), используя для этого предоставленные вам материалы. Задача: ограничьте прилагаемую вами силу таким образом, чтобы заставить парту или стол двигаться лишь за счет усилия указательного пальца. Вы можете использовать до 100 карандашей и любое количество ленты.

◆ Материалы:

По комплекту материалов для каждой группы учащихся:

- 100 карандашей
- лента
- резиновая лента
- отрезок ковра или коврового покрытия

Первый шаг:

Нарисуйте ниже иллюстрацию предлагаемого вами решения.

Второй шаг:

Попробуйте свой план в действии! Попробуйте подвинуть парту, используя лишь усилие указательного пальца.

Вопросы:

1. Планировали ли вы процесс разработки? Почему да или почему нет?

2. Какие изменения вам пришлось внести к своему плану, чтобы сделать свое решение более эффективным?

3. Удалось ли вам подвинуть парту или стол, используя лишь усилие указательного пальца?