

команда «Секунда»
ГКОУ ЯО "Вечерняя (сменная)
общеобразовательная школа"
г. Рыбинск, Ярославская область

Исследование зависимости коэффициента трения от различных факторов (характера поверхности, внешних условий и т.д.)

Методы исследования:

1. теоретический метод: изучение актуальности выбранной темы, анализ литературы и сайтов, определение основных этапов эксперимента, подбор материала, определение необходимого комплекса средств для выполнения эксперимента, формулировка выводов.
2. практический метод: набор материала на компьютере, построение таблиц.
3. экспериментальный метод: проведение эксперимента по исследованию физических факторов, от которых зависит коэффициент трения.

Содержание работы

Представить мир без трения чрезвычайно трудно. Вся наша жизнь ежеминутно сопровождается действием силы трения. Без силы трения становится невозможной ходьба по поверхности земли, ни один гвоздь или шуруп не удержался бы в стенке. Примеров можно приводить как угодно много.

Сила, возникающая на границе соприкосновения тел и всегда направленная вдоль поверхности соприкосновения, называется силой трения.

Почти любое движение окружающих нас тел сопровождается трением. Останавливается автомобиль, у которого водитель выключил мотор, останавливается после многих колебаний маятник, медленно погружается в банку с маслом, брошенный туда шарик. Это действуют силы трения, возникающие при движении одних тел вдоль поверхности других. Но силы трения возникают не только при движении. Известно, например, как трудно сдвинуть с места тяжёлый шкаф. Сила, противодействующая этому условию, тоже является силой трения покоя. Силы трения возникают и, когда мы двигаем предмет, и когда мы его катим. Это два несколько отличных физических явления. Поэтому различают трение скольжения и трение качения. Трение качения в десятки раз меньше трения скольжения.

В связи с этим, казалось бы, чем тщательнее отполированы поверхности, тем меньше

должна быть сила трения. До известной степени это так. Шлифовка снижает, например силу трения между двумя стальными брусками. Но это не беспредельно. Сила трения внезапно начинает расти при дальнейшем увеличении гладкости поверхности. Это неожиданно, но все же объяснимо. По мере сглаживания поверхностей они все теснее и теснее прилегают друг к другу. Однако до тех пор, пока высота неровностей превышает несколько молекулярных радиусов, силы взаимодействия между молекулами соседних поверхностей отсутствуют. Ведь это очень короткодействующие силы. Лишь при достижении некоего совершенства шлифовки поверхности сблизятся настолько, что силы сцепления молекул включатся в игру. Они начнут препятствовать смещению брусков друг относительно друга, что и обеспечивает силу трения покоя.

В большинстве традиционных механизмов (ДВС, автомобили, зубчатые шестерни и пр.) трение играет отрицательную роль, уменьшая КПД механизма. Для уменьшения силы трения используются различные натуральные и синтетические масла и смазки. В современных механизмах для этой цели используется также напыление тонких пленок на детали. С миниатюризацией механизмов и созданием микроэлектромеханических систем (МЭМС) и наноэлектромеханических систем (НЭМС) величина трения по сравнению с действующими в механизме силами увеличивается и становится весьма значительной и при этом не может быть уменьшена с помощью обычных смазок, что вызывает значительный теоретический и практический интерес инженеров и ученых к данной области. Для решения проблемы трения создаются новые методы его снижения в рамках науки о поверхности.

Наличие трения обеспечивает возможность перемещаться по поверхности. Так, при ходьбе именно за счет трения происходит сцепление подошвы с полом, в результате чего происходит отталкивание от пола и движение вперед. Точно так же обеспечивается сцепление колес автомобиля с поверхностью дороги. В частности, для увеличения величины этого сцепления разрабатываются специальные типы резины для покрышек, а на гоночные болиды устанавливаются антикрылья, сильнее прижимающие машину к трассе.

Размышляя над всем вышесказанным, мы решили исследовать **зависимость коэффициента трения от различных факторов**. Можно предположить, что коэффициент трения скольжения зависит от следующих факторов:

- от нагрузки;
- от площади соприкосновения трущихся поверхностей;

Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

- от трущихся материалов (при сухих поверхностях);
- от скорости движения тела.

Опытно - экспериментальная часть

Эксперимент №1

Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения от площади соприкосновения трущихся поверхностей, если брусок лежит на поверхности стола, на грани с большей площадью поверхности.

Оборудование: динамометр лабораторный, деревянный брусок, набор грузов.

Выполнение работы: измерить силу трения нагружая брусок 1, 2, 3 грузами соответственно, если брусок лежит на поверхности стола на грани с большей площадью поверхности.

Результаты эксперимента отражены в таблице № 1

Эксперимент № 2

Цель: выяснить зависимость коэффициента трения скольжения от площади соприкосновения трущихся поверхностей, если брусок лежит на поверхности стола на грани с меньшей площадью поверхности. Сравнить результаты с первым экспериментом, сделать выводы.

Оборудование: динамометр лабораторный, деревянный брусок, набор грузов.

Выполнение работы: измерить силу трения нагружая брусок 1, 2, 3 грузами соответственно, если брусок лежит на поверхности стола на грани с меньшей площадью поверхности. Сравнить результаты с первым экспериментом.

Результаты эксперимента: отражены в таблице № 2

Вывод: Анализируя таблицы №1 и №2, видно, что результаты эксперимента практически одинаковые, значит, коэффициент трения скольжения от площади соприкосновения тел не зависит.

Эксперимент №3

Цель: выяснить зависимость силы трения скольжения от размеров неровности трущихся поверхностей: дерево по дереву, дерево по линолеуму, дерево по резине, дерево по пенопласту, дерево по льду, дерево по стеклу (различные способы обработки поверхностей) и рассчитать

Областной телекоммуникационный образовательный проект
 «Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
 1 тур
 Возрастная номинация 11 класс

коэффициент трения скольжения, сделать выводы.

Оборудование: динамометр лабораторный, деревянный брусок, набор грузов, различные поверхности.

Выполнение работы: измерить силу трения скольжения бруска с тремя грузами на разных поверхностях, используя формулу $F = \mu \times N$ рассчитать коэффициент трения скольжения, сделать выводы.

Таблица № 1.

Зависимость коэффициента трения скольжения от площади соприкосновения трущихся поверхностей, если брусок лежит на поверхности стола на грани с большей площадью поверхности.

№	Число грузов	Вес тела Р, (Н)	Сила трения скольжения F, (Н)	Коэффиц иент трения $\mu = F/N (N=P)$
1	Без груза	0,7	0,14	0,20
2	1	1,7	0,4	0,23
3	2	2,7	0,6	0,22
4	3	3,7	0,8	0,22

Таблица № 2.

Зависимости коэффициента трения скольжения от площади соприкосновения трущихся поверхностей, если брусок лежит на поверхности стола на грани с меньшей площадью поверхности.

№	Число грузов	Вес тела Р, (Н)	Сила трения скольжения F, (Н)	Коэффициент трения $\mu = F/N (N=P)$
1	Без грузов	0,7	0.15	0,21
2	1	1,7	0.4	0,23
3	2	2,7	0.6	0,22
4	3	3,7	0.8	0,22

Таблица № 3.

Зависимости силы сухого трения скольжения от разных поверхностей

№	Разные поверхности	Вес тела Р (Н)	Сила трения F(Н)	Коэффициент трения $\mu = F/N (N=P)$
---	--------------------	-------------------	---------------------	--

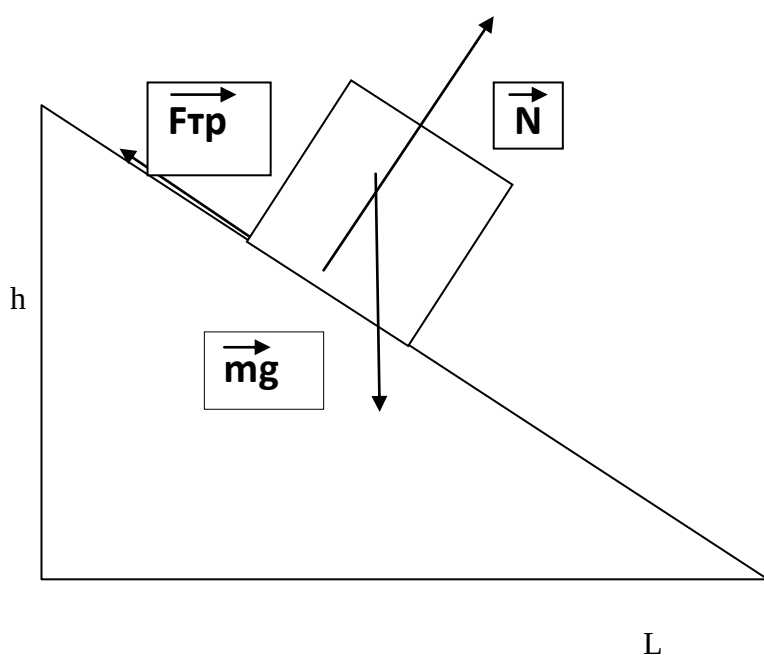
1	дерево по дереву	3,7	0,7	0,19
2	дерево по линолеуму	3,7	0,9	0,24
3	дерево по резине	3,7	3,9	1,05
4	дерево по пенопласту	3,7	0,9	0,24
5	дерево по льду	3,7	0,6	0,16
6	дерево по стеклу	3,7	0,9	0,24

Вывод эксперимента №3: коэффициент трения скольжения зависит от разных поверхностей.

Существует несколько способов определения коэффициента трения скольжения.

В ходе экспериментальной работы в рамках данной темы мы обнаружили ещё один метод определения коэффициента трения скольжения. Это метод определения коэффициента трения скольжения по тангенсу угла наклона наклонной плоскости.

$a = g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$, если $a=0$ (начало движения бруска по наклонной плоскости), то
 $\mu = \operatorname{tg} \alpha \quad \operatorname{tg} \alpha = h:L$



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

1. Дерево по дереву $\alpha = 11^\circ$ $\mu = 0,19$
2. Дерево по линолеуму $\alpha = 14^\circ$ $\mu = 0,24$
3. Дерево по резине $\alpha = 47^\circ$ $\mu = 1,05$
4. Дерево по пенопласту $\alpha = 14^\circ$ $\mu = 0,24$
5. Дерево по льду $\alpha = 9^\circ$ $\mu = 0,16$
6. Дерево по стеклу $\alpha = 14^\circ$ $\mu = 0,24$

Выводы

Сила трения возникает на границе соприкосновения тел и всегда направлена вдоль поверхности соприкосновения.

Причинами сухого трения являются неровность поверхностей соприкосновения тел и силы взаимодействия молекул.

Коэффициент трения скольжения зависит от свойств поверхностей, мало зависит от скорости движения и не зависит от площади поверхности соприкосновения трущихся тел.

Сухое трение различается по видам: трение покоя, трение скольжения и трение качения, сила трения покоя намного больше силы трения скольжения и силы трения качения.

Уменьшение и увеличение силы трения - одна из важных технических задач. Полное уничтожение трения невозможно.

Таким образом, мы пришли к выводу о том, что человек издавна использует знания о явлении трения, полученные опытным путем. Начиная с XV-XVI веков, знания об этом явлении становятся научными; ставятся опыты по определению коэффициента трения от многих факторов, выясняются закономерности.

Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по резине



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по стеклу



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по пенопласту



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по льду



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по пенопласту на наклонной плоскости



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по дереву на наклонной плоскости



Областной телекоммуникационный образовательный проект
«Удивительный мир физики» 2013/2014 учебного года
<http://projects.edu.yar.ru/physics/13-14/>
1 тур
Возрастная номинация 11 класс

Определение μ дерево по стеклу на наклонной плоскости

