



§ 27.

Трение. Сила трения

Кто из вас не катался с горы на санках? Приобретая большую скорость, санки (рис. 158), выехав на горизонтальный участок, останавливаются. Почему? Вспомните, что действующая на тело сила может изменить скорость его движения. Этой силой является сила трения скольжения. А что нужно сделать, чтобы санки продолжали движение с той же скоростью? Необходимо компенсировать силу трения. Для этого следует тянуть санки, прикладывая горизонтальную силу, равную по модулю силе трения. От чего зависит сила трения?



Рис. 158

Проведем опыт. Будем с помощью динамометра равномерно перемещать брусок по горизонтальной поверхности стола (рис. 159). Динамометр показывает, что на брусок действует сила тяги, но скорость движения бруска не изменяется. Значит, на брусок действует компенсирующая сила. Этой силой является сила трения $F_{\text{тр}}$. Равнодействующая сил $F_{\text{тяги}}$ и $F_{\text{тр}}$ равна нулю. Обратите внимание, что модуль силы трения равен модулю силы тяги только в случае равномерного прямолинейного движения. Если же модуль силы тяги больше модуля силы трения, скорость движения тела будет возрастать. А если $F_{\text{тяги}}$ меньше $F_{\text{тр}}$ — убывать.

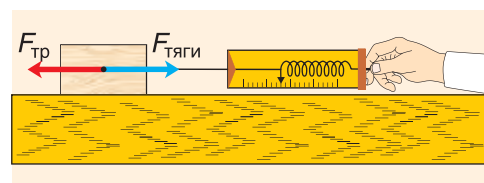


Рис. 159

Итак, **сила трения скольжения возникает при движении одного тела по поверхности другого и направлена в сторону, противоположную движению.**

Почему возникает сила трения? Продолжим опыт. Будем равномерно перемещать брусок сначала по шероховатой, затем по обработанной поверхности. Сила тяги будет больше при движении по шероховатой поверхности (рис. 160, а). Значит, и модуль равной ей силы трения будет тем больше, чем более шероховатой, неровной окажется поверхность. При движении неровности

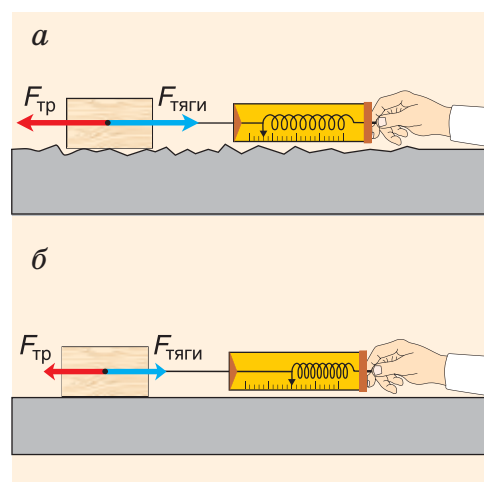


Рис. 160

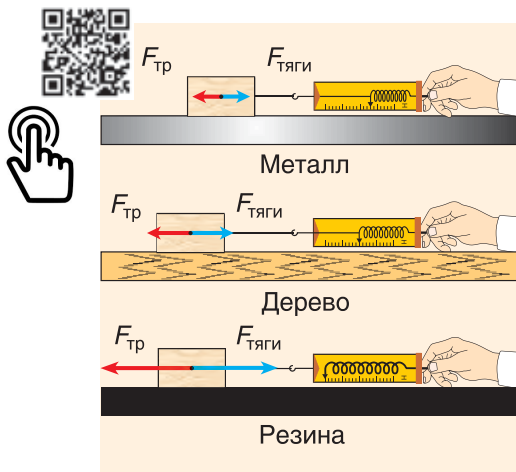


Рис. 161

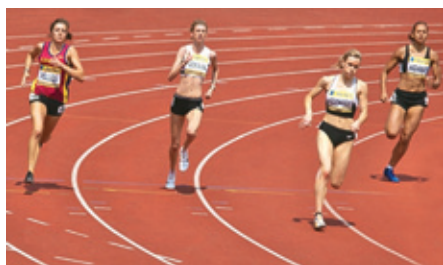


Рис. 162

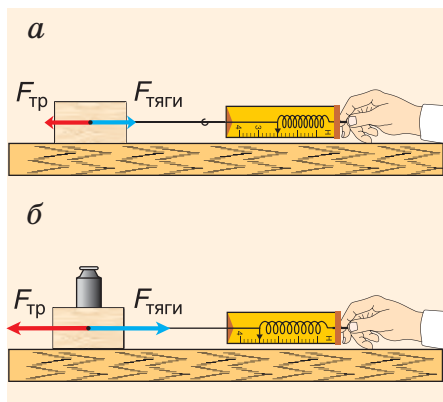


Рис. 163

цепляются друг за друга, деформируются, разрушаются. Это создает препятствия движению.

А если бы поверхности были идеально гладкими, то возникла ли бы сила трения при движении одного тела по поверхности другого? Не спешите ответить «нет». При хорошо отполированных поверхностях расстояние между поверхностями тел или их участками очень малое. При движении тел станут существенными силы притяжения молекул поверхности одного тела к молекулам поверхности другого. Эти силы будут тормозить движение тел.

Значит, **шероховатость поверхностей и силы притяжения** между молекулами соприкасающихся поверхностей — причины возникновения сил трения.

Если при движении соприкасаются твердые поверхности тел, трение называют *сухим*.

От чего еще зависит сила сухого трения? Дадим ответ, исходя из опыта. Будем равномерно двигать деревянный брусок по различным поверхностям: по металлической, деревянной, резиновой (рис. 161) — с примерно одинаковым качеством обработки. Динамометр показывает различную силу тяги. Следовательно, силы трения дерева о металл, дерева о дерево, дерева о резину будут различными. Наибольшая сила трения возникнет при движении по поверхности резины. Не случайно подошвы в спортивной обуви (рис. 162) делают резиновыми и рельефными.

Поставим теперь на брусок гирю и сравним силы трения при равномерном движении ненагруженного бруска (рис. 163, а) и бруска с гирей (рис. 163, б). Видно, что во втором случае сила тяги, а значит, и сила трения увеличилась. Но брусок с гирей с большей силой давит на поверхность, с которой соприкасается. Следовательно, сила трения тем больше, чем больше сила, прижимающая тело (брусок) к поверхности.

Как уменьшить трение? Здесь есть два пути. Первый — **заменить трение скольжения трением качения**. Проведем такой опыт. Будем равномерно

но передвигать металлическую тележку по столу скольжением (рис. 164, а) и качением (рис. 164, б). Сила трения во втором случае значительно меньше, хотя материал поверхностей и прижимающая сила не изменяются. Значит, трение качения меньше трения скольжения. С тяжелым чемоданом справиться легко, если прикрепить к нему колеса.

Второй путь уменьшения трения скольжения — это **смазывание трущихся поверхностей**. Смазка (например, масло) заполняет все неровности трущихся поверхностей и располагается тонким слоем между ними так, что поверхности перестают касаться друг друга. При этом **сухое трение заменяется трением слоев жидкости** (масла), а оно в 8—10 раз меньше.

Опытный водитель никогда не отправится в далекий путь, не проверив, достаточно ли масла в двигателе машины. *Объясните, зачем он это делает.*

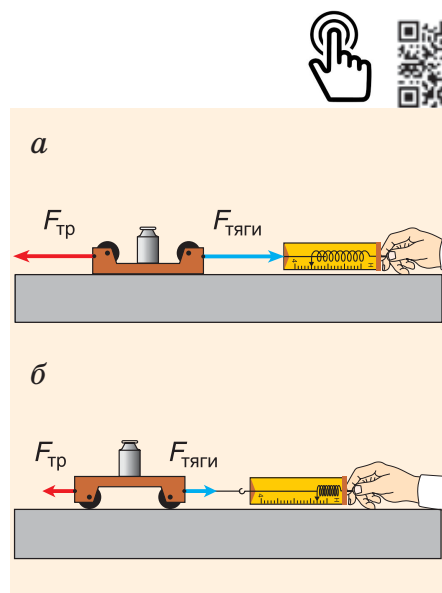


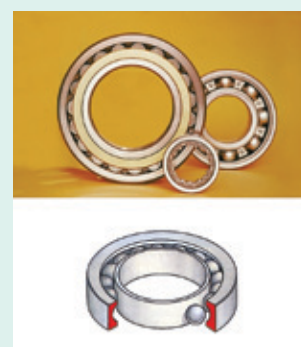
Рис. 164



▼ Для любознательных

А знаете ли вы, что с помощью катков перемещают дома? Например, в городе Москве во время реконструкции улицы Тверской некоторые дома были перемещены на другое место именно таким способом.

В машинах для замены трения скольжения трением качения используют шариковые и роликовые подшипники (см. рис.). Подшипники диаметром 1,5—2 мм применяют в точных измерительных приборах. Вращающийся вал машины или другого механизма не скользит по неподвижному вкладышу подшипника, а катится по нему на стальных шариках или роликах. Это снижает трение в 20—30 раз.



➔ Домашнее задание

Смочите мыльной водой палец, на который плотно надето кольцо. Кольцо снимется легко. Объясните результаты опыта.

■ Главные выводы

1. Сила трения скольжения возникает при движении одного тела по поверхности другого.
2. Сила трения скольжения направлена против движения.
3. Сила трения зависит от свойств соприкасающихся поверхностей и силы, прижимающей тело к поверхности.
4. Сила трения качения меньше силы трения скольжения.

? Контрольные вопросы

1. В каких случаях возникает сила трения и чем она обусловлена?
2. Как направлена сила трения?
3. Какие виды трения вам известны? Приведите примеры.
4. Как измерить силы трения скольжения и качения?
5. От чего зависит сила трения скольжения? Как ее уменьшить?
6. Какие силы вы преодолеваете, вытягивая книгу с полки (рис. 165)? Как они направлены?



Рис. 165

Упражнение 11

1. На шинах автомобилей, тракторов имеется протектор (рельефный рисунок). Зачем он нужен?
2. Для чего боксеры перед выходом на ринг несколько секунд «танцуют» в ящике с канифолью?
3. Почему после дождя дорога становится скользкой?
4. Комок ваты массой $m = 5$ г падает с постоянной скоростью. Какие силы приложены к комку и чему равна их равнодействующая?
5. Почему в производстве железнодорожных локомотивов (тепловозы, электровозы) не используют легкие сплавы алюминия, широко применяемые в самолетостроении?



Темы проектных заданий

1. Масса и вес тела. Состояние невесомости.
2. Тормозной путь человека, автомобиля, поезда.
3. Может ли тело двигаться, если равнодействующая сила $F = 0$?
4. Инерция и правила дорожного движения.
5. Трение. Полезна или вредна сила трения?