РАЗДЕЛ XIV. ФИЗИКА

Датский.В.Е., Межуев.М.А., Ермолаева.В.В.

Сила трения в жизни человека

СГТУ им.Ю.А.Гагарина

(Россия, Саратов)

doi: 10.18411/trnio-01-2022-67

Аннотация

С трением мы сталкиваемся на каждом шагу. Вернее было бы сказать, что без трения мы и шагу ступить не можем. Но, несмотря на ту большую роль, которую играет трение в нашей жизни, до сих пор не создана достаточно полная картина возникновения трения. Это связано даже не с тем, что трение имеет сложную природу, а скорее с тем, что опыты с трением очень чувствительны к обработке поверхности и поэтому трудно воспроизводимы.

Ключевые слова: трение, сопротивление, явление, скольжение, торможение.

Abstract

We face friction at every step. It would be more accurate to say that without friction we can't even take a step. But, despite the great role that friction plays in our lives, a sufficiently complete picture of the occurrence of friction has not yet been created. This is not even due to the fact that friction has a complex nature, but rather to the fact that experiments with friction are very sensitive to surface treatment and therefore difficult to reproduce.

Keywords: friction, resistance, phenomenon, sliding, braking.

1. История открытия силы трения

Первые работы по открытию силы трения проводил Леонардо да Винчи. Леонардо (1519) утверждал, что сила трения, возникающая при контакте тела с поверхностью другого тела, пропорциональна нагрузке (силе прижатия), направлена против направления движения и не зависит от площади контакта. Модель Леонардо была переоткрыта через 180 лет Гийомом Амонтоном и получила окончательную формулировку в работах Шарля Огюстена де Кулона (1781). Амонтон и Кулон ввели понятие коэффициента трения как отношения силы трения к нагрузке, придав ему значение физической константы, полностью определяющей силу трения для любой пары контактирующих материалов. До сих пор именно эта формула

$$F_{\text{тр}} = F_{\text{тр}P},$$

где P – вес тела, а $F_{\text{тр}}$ – сила трения, является единственной формулой, фигурирующей в учебниках по физике, а значения коэффициента трения $f_{\text{тр}}$ для различных материалов которые входят в стандартные инженерные справочники и служат базой для традиционных технических расчетов. Однако уже в XIX веке стало ясно, что закон Амонтона – Кулона не дает правильного описания силы трения, а коэффициенты трения отнюдь не являются универсальными характеристиками. Прежде всего, было отмечено, что коэффициенты трения зависят не только от того, какие материалы контактируют, но и от того, насколько гладко обработаны контактирующие поверхности. Выяснилось также, что сила статического трения отличается от силы трения при движении.

Быстро развивавшаяся техника XX века требовала все большего внимания к исследованию трения. В 30-е годы исследования в области трения стали настолько интенсивными, что потребовалось выделить их как специальную науку – трибологию, лежащую на стыке механики, физики поверхностных явлений и химии (создание новых смазочных материалов – дело химиков).

2. Виды силы трения

В зависимости от вида трущихся поверхностей, различают сухое и вязкое трение. В свою очередь, оба подразделяются на другие виды силы трения.

2.1 Сухое трение возникает в области контакта поверхностей твёрдых тел в отсутствие жидкой или газообразной прослойки. Этот вид трения может возникать даже в состоянии покоя или в результате перекатывания одного тела по другому, поэтому здесь выделяют три вида силы трения:

- трение скольжения,
- трение покоя,
- трение качения.

2.1.1 Рассмотрим силу трения покоя подробнее.

Обычная ситуация: на кухне имеется холодильник, его нужно переставить на другое место.

Когда никто не пытается двигать холодильник, стоящий на горизонтальном полу, трения между ним и полом нет. Но как только его начинают толкать, коварная сила трения покоя тут же возникает и полностью компенсирует усилие. Причина её возникновения — те самые неровности соприкасающихся поверхностей, которые деформируясь, препятствуют движению холодильника. Поднатужились, увеличили силу, приложенную к холодильнику, но он не поддался и остался на месте. Это означает, что сила трения покоя возрастает вместе с увеличением внешнего воздействия, оставаясь равной по модулю приложенной силе, ведь увеличиваются деформации неровностей. Пока силы равны, холодильник остаётся на месте.

Сила трения, которая действует между поверхностями покоящихся тел и препятствует возникновению движения, называется силой трения покоя.

2.1.2 Что же делать с холодильником и можно ли победить силу трения покоя? Не будет же она расти до бесконечности?

Зовём на помощь друга, и вдвоём уже удаётся передвинуть холодильник. Получается, чтобы тело двигалось, нужно приложить силу, большую, чем самая большая сила трения покоя:

Теперь на движущийся холодильник действует сила трения скольжения. Она возникает при относительном движении контактирующих твёрдых тел.

Итак, сила трения покоя может меняться от нуля до некоторого максимального значения — $F_{\text{тр. пок. макс}}$. И если приложенная сила больше, чем $F_{\text{тр. пок. макс}}$, то у холодильника появляется шанс сдвинуться с места.

Теперь, после начала движения, можно прекратить наращивать усилие и ещё одного друга можно не звать. Чтобы холодильник продолжал двигаться равномерно, достаточно прикладывать силу, равную силе трения скольжения.

2.1.3 Сила трения качения

Ещё древние строители заметили, что если тяжёлый предмет водрузить на колёсики, то сдвинуть с места и затем катить его будет гораздо легче, чем тянуть волоком. Вот бы пригодилась эта древняя мудрость, когда мы тянули холодильник! Однако всё равно нужно толкать или тянуть тело, чтобы оно не остановилось. Значит, на него действует сила трения качения. Это сила сопротивления движению при перекатывании одного тела по поверхности другого.

Причина трения качения — деформация катка и опорной поверхности. Сила трения качения может быть в сотни раз меньше силы трения скольжения при той же силе давления на поверхность. Примерами уменьшения силы трения за счёт подмены трения скольжения на трение качения служат такие приспособления, как подшипники, колёсики у чемоданов и сумок, ролики на прокатных станах.

2.2 Вязкое трение возникает при движении твёрдого тела в жидкости или газе. Оно препятствует движению лодки, которая скользит по реке, или воздействует на летящий самолёт со стороны воздуха. Интересная

особенность вязкого трения в том, что отсутствует трение покоя. Попробуйте сдвинуть пальцем лежащий на земле деревянный брус и сделайте тот же эксперимент, опустив брус на воду. Чтобы сдвинуть брус с места в воде, будет достаточно сколь угодно малой силы. Однако по мере роста скорости силы вязкого трения сильно увеличиваются.

3. Плюсы и минусы силы трения.

У этого природного явления есть много плюсов, которые делают нашу жизнь такой, какая она есть. Причем список этих плюсов достаточно внушительный.

- Мы можем ходить. Если бы силы трения не существовало, то сложно представить, как бы мы перемещались. Наша стопа бы просто не могла бы сцепиться с землей, чтобы оттолкнуть тело в нужном направлении.
- Мы можем стоять. Да-да, без силы трения мы не смогли бы ходить, но и стоять на месте тоже, любое дуновение ветерка могло бы «сдуть» нас куда угодно.
- Мы можем носить в руках предметы. Все, что мы берем в руки не выскальзывает не только потому, что мы крепко держим предмет, а в основном благодаря силе трения.
- Движение с помощью транспорта. Шины автомобилей могут отталкиваться от асфальта и двигать машину только благодаря силе трения. Поезд едет за счет сцепления с рельсами. Самокат, велосипед, ролики и другой транспорт с колесами был бы немыслим без силы трения.
- Борьба с гололедом. По льду ходить затруднительно, а вот по льду, присыпанному песком – другое дело. Благодаря увеличению силы трения, мы можем перемещаться в пространстве даже зимой, когда дороги покрыты льдом.
- Существование предметов. Все предметы соединены не только благодаря силе трения, но она играет очень важную роль. Даже нитки держат нашу одежду благодаря тому, что в физике есть такое явление.
- Предметы могут тормозить. Яркий пример пользы этого явления — аварийные съезды. Во многих горных местностях есть специальные съезды на дорогах на случай, если у машины откажут тормоза. Достаточно поехать в гору некоторое время, тогда в дело вступит сила трения, и машина затормозит самостоятельно.
- Предметы могут стоять. Представьте себе мир, где предметы могут только скользить и кататься. Наверно, это было бы чем-то похоже на космос и состояние невесомости. И попытка просто поставить на стол предмет оканчивалась бы провалом, мало того, что он выскальзывает из рук, так даже если бы это и удалось победить, то все равно, при попытке поставить стакан на стол, он бы просто скользил и падал.
- Фрикционные механизмы. Их действие основывается как раз таки на силе трения. В отличие от зубчатых механизмов, фрикционные сцепляются за счет силы трения. И хотя они не так надежны, их применяют в областях, где важна бесшумность работы, например при изготовлении магнитофонов, проигрывателей, спидометров. Хотя нередко их можно встретить в различных станках, где важность имеют, прежде всего, точность регулирования.
- Защита Земли от комет и метеоритов. За счет силы трения они сгорают еще до того, как успевают приблизиться к земле.

Но даже у такой масштабной и важной природной силы есть свои минусы, которые немножко осложняют нам жизнь. Но их не так уж и много.

- Движение тяжелых предметов. Чем меньше сила трения, тем легче сдвинуть предмет. Только вот в обычной жизни сила трения стандартная, что

усложняет нам жизнь, когда нужно передвинуть какой-нибудь тяжелый предмет.

- Предметы электризуются из-за силы трения. Конечно, в электризации предметов есть плюсы, но согласитесь, когда одежда бьется током и прилипает к телу, приятного в этом мало. Да и волосы, прилипающие к лицу и трещащие, когда пытаешься их пригладить.
- Затрудняет работу различных механизмов за счет снижения коэффициента полезности действия. Для того чтобы увеличить КПД, приходится использовать различные вещества, которые помогают снизить силу трения.
- Механизмы изнашиваются. Да и не только механизмы: подошва ваших любимых кед стирается, каменные ступеньки становятся скользкими, веревки перетираются, на носках появляются дырки – все это результат работы силы трения.
- Невозможность создания вечного двигателя. Вечный двигатель – безумная мечта миллионов ученых за все время существования науки. Но недостижимая, потому что сила трения рано или поздно заставляет механизм остановиться.
- Механизмы перегреваются. За счет силы трения возникает лишняя энергия, которая становится теплом, а затем нагревает элементы механизма. В некоторых случаях это может даже привести к возгоранию.
- Спортивная скорость. Чтобы достигать высоких результатов, спортсмену необходимо напрячься, чтобы преодолеть силу трения. Многим спортсменам даже приходится брить свое тело, чтобы сделать кожу максимально гладкой. Как они утверждают, это помогает им снизить сопротивление воздуху, уменьшить силу трения и двигаться максимально быстро.

Как можно увидеть, эта физическая сила – одна из важнейших вещей, которые существуют на нашей планете. Без этой физической величины наш мир был бы совершенно непохожим на тот, который мы знаем. Да, несомненно, были бы какие-то мелкие плюсы, но минусов было бы намного больше, ведь в природе ничего не бывает просто так. Все продуманно и подчиняется определенным законам, которые создают для нас тот мир, который мы привыкли видеть.

4. Способы увеличения и уменьшения силы трения

От силы трения есть и польза и вред. Когда сила трения полезна, её увеличивают, а когда вредна уменьшают. Рассмотрим несколько способов увеличения и уменьшения силы трения.

Способы увеличения:

- увеличение нагрузки;
- увеличить шероховатость поверхности;
- использование специальных материалов.

Способы уменьшения:

- шлифование;
- смазка;
- уменьшение нагрузки;
- заменить трение скольжения, на трение качения.

Сила трения безусловно полезна т.к. с её помощью мы спокойно ходим по земле, наша одежда мгновенно не приходит в негодность, потому что нити ткани удерживаются при помощи трения. Но есть и отрицательные стороны трения проблема перемещения тяжелых грузов, износ всех вещей, невозможность создания вечного двигателя, поскольку любое движение рано или поздно прекращается, требуя стороннего вмешательства.

5. Практика

Таблица 1

Скорость движения, км/ч	Тормозной путь, м, при ϕ , равном						
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
70	115,75	77,16	57,87	46,30	38,58	33,07	28,94
71	119,07	79,38	59,54	47,63	39,69	34,02	29,77
72	112,46	81,64	61,23	48,98	40,81	34,99	30,61
73	125,88	83,92	62,94	50,35	41,96	35,97	31,47
74	129,35	86,24	64,68	51,74	43,12	36,96	32,34
75	132,90	88,58	66,44	53,15	44,29	37,96	33,22
76	136,44	90,96	68,22	54,58	45,48	38,98	34,11
77	140,05	93,37	70,02	56,02	46,68	40,01	35,01
78	143,71	95,81	71,86	57,49	47,90	41,06	35,93
79	147,42	98,28	73,71	58,97	49,14	42,12	36,86
80	151,18	100,78	75,59	60,47	50,39	43,19	37,79

6. Шероховатость дорожного покрытия

В дорожной практике показателем прочности контакта автомобильной шины с дорожным покрытием служит величина сопротивления скольжению автомобильной шины по поверхности проезжей части дороги, оцениваемая значением коэффициента сцепления. Коэффициентом сцепления называют отношение величины реактивной силы, действующей на колесо автомобиля в плоскости его контакта с покрытием, к величине вертикальной нагрузки, передаваемой колесом на покрытие. По физической сущности коэффициент сцепления представляет собой коэффициент трения пары «резина протектора автомобильной шины — покрытие проезжей части дороги». Сила трения (реактивная сила) в контакте пары трения формируется двумя составляющими: молекулярной (адгезионной) и деформационной. Первая составляющая является результатом молекулярного взаимодействия контактирующих материалов. Ее величина зависит от материала дорожного покрытия (например, асфальтобетон или цементобетон) и продолжительности контакта (т.е. скорости движения взаимодействующей пары относительно одна другой). Вторая составляющая формируется в результате затрат энергии на взаимную деформацию контактирующих тел выступами неровностей, находящимися на их поверхности. На сухих дорожных покрытиях сила трения в контакте шины формируется в основном за счёт молекулярной составляющей. На покрытиях, имеющих на своей поверхности пленку воды, автомобильного масла или топлива, пыли, сила трения в основном формируется её деформационной составляющей. Молекулярная составляющая появляется только после разрыва пленки смазки неровностями на поверхности контактирующих тел и вступления их в непосредственное соприкосновение.

7. Актуальность проблемы

В современном мире много разнообразных изобретений. Возьмем, например, ДВС. Ведь в этом устройстве множество различных деталей, и все они изнашиваются. При работе двигателя все детали передвигаются внутри него, касаясь друг друга. Поэтому со временем детали приходят в негодность. Для того, чтобы уменьшить повреждения, используют различные смазочные масла. Но они лишь замедляют изнашивание деталей. Но все еще остаются попытки создать то масло, которое в совершенстве защитит двигатель от изнашивания или гораздо больше уменьшит.

В состав машинного масла входят компоненты:

1. растворимые маловязкие масла с содержанием насыщенных углеводородов;
2. масла гидрокрекинга с содержанием насыщенных углеводородов;
3. сложные эфиры и прочие;
4. также добавляются различные присадки.

На нашей планете есть множество ресурсов. Возможно есть и те, которые нам не известны.

Надо лишь найти вещество, которое уменьшит силу трения.

После того, как такой ингредиент будет найден, нужно провести его тщательное исследование. После исследования проверить на совместимость с моторными маслами. Ведь не к любому маслу можно будет добавить это вещество. После этого смешать его с маслами, которые подходят по составу. Провести испытания этого масла на двигателе и учесть все малейшие нюансы, чтобы исправить ошибки в следующем испытании.

1. Сила трения. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Трение> (дата обращения: 11.11.2021)
2. Исследовательская работа «Сила трения и её полезные свойства» [Электронный ресурс] <https://pandia.ru/text/79/305/37083.php> (дата обращения: 11.11.2021)
3. Шероховатость дорожных покрытий [Электронный ресурс] URL: <https://unidorstroy.kiev.ua/articles-asphalting/sherohovatost-dorozhnogo-pokrytiya.html> (дата обращения 11.11.2021)
4. Плюсы и минусы силы трения [Электронный ресурс] URL: <https://plusiminusi.ru/plyusy-i-minusy-sily-treniya/> (дата обращения: 11.11.2021)
5. Виды силы трения [Электронный ресурс] URL: <https://nauka.club/fizika/sila-treniya.html> (дата обращения 11.11.2021)

Кошман В.С.

Закон всемирного тяготения и фрагменты эволюции Вселенной в реалиях XXI века

*Пермский государственный аграрно – технологический университет
(Россия, Пермь)*

doi: 10.18411/trnio-01-2022-68

Аннотация

В работе показано, что гравитационная масса Вселенной прямо пропорциональна среднему радиусу расширяющейся в космический вакуум Вселенной. Высказано предположение, что рост гравитационной массы мира обусловлен поступлением энергии в сферу Вселенной извне.

Ключевые слова: теория гравитации Ньютона, теория гравитации Эйнштейна, элементарные частицы, расширение Вселенной, хаос, гармония.

Abstract

The paper shows that the gravitational mass of the Universe is directly proportional to the average radius of the Universe expanding into the cosmic vacuum. It has been suggested that the growth of the gravitational mass of the world is due to the influx of energy into the sphere of the Universe from outside.

Keywords: Newton's theory of gravity, Einstein's theory of gravity, elementary particles, expansion of the universe, chaos, harmony.

*«Книга природы написана на языке математики»
Галилео Галилей*

Статика и динамика – это две неразрывные стороны одной и той же медали. К примеру, еще в те времена, когда в согласие с трудами М.В. Ломоносова, Д. Бернулли и Л. Эйлера закладывались основы гидравлики как науки, законы равновесия жидкости рассматривались как частный случай физических законов ее движения. Для перехода от устойчивых и повторяющихся закономерностей статики к уяснению законов динамики ньютоновских жидкостей в гидравлике потребовались сотни лет. В теоретических построениях состояния реальных физических систем изучаются и на фиксированные времена, причем для отдельных систем не более как на то или иное мгновение. В начале XX века А. Эйнштейн создает математическую модель стационарной Вселенной, но уже к концу прошлого столетия движение Вселенной рассматривается как самое грандиозное гидродинамическое течение в природе.