

# УГОЛ И КОНУС ТРЕНИЯ

**Тилавалдиев Бахтияр Тилавалдивиевич**

старший преподаватель, Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

## ANGLE AND CONE FRICTION

**Baxtiyar Tilavaldievich Tilavaldiev**

Senior Lecturer, Fergana Polytechnic Institute,

Fergana, Uzbekistan

### АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены вопросы угол и конус трения. Трение является одним из самых распространенных явлений природы и играет очень большую роль в технике. Однако из-за чрезвычайной сложности этого физико-механического явления и сложности оценки многих факторов, влияющих на него, точные общие законы трения до сих пор не установлены. При необходимости его можно определить примерными расчетами.

**Ключевые слова:** Наибольший угол, трения скольжения, образующие конус, вес тела, шероховатой поверхность, поверхность скольжения.

### ABSTRACT

This article deals with the angle and cone of friction. Friction is one of the most common natural phenomena and plays a very important role in technology. However, due to the extreme complexity of this physical and mechanical phenomenon and the difficulty of assessing the numerous factors that affect it, the exact general laws of friction have not yet been established. If necessary, it can be determined by approximate calculations.

**Keywords:** The largest angle, sliding friction, forming a cone, body weight, rough surface, sliding surface.

На практике в тех случаях, когда не требуется большой точности, пока еще продолжают пользоваться эмпирическими законами, установленными в конце XVIII века (1781 г.) Французским ученым Ш. Кулоном (1736 - 1806), хотя они и представляют собой лишь грубое приближение к действительности. Если требуется большая точность, то приходится определять величину силы трения из опыта для каждой данной пары трущихся поверхностей и конкретных условий трения [1-3].

Трением называется сопротивление, возникающее при перемещении одного тела на поверхности другого. В зависимости от характера этого перемещения (от того, скользить ли тело или катиться) различают два рода трения: трение скольжения, или трение первого рода, и трение качения, или трение второго рода (иногда приходится учитывать еще один вид трения, так называемое трение верчения) [4-7].

Примерами трения скольжения могут служить: трение полозьев саней о снег, пилы о дерево, подошвы обуви о землю, втулки колеса об ось и т.д. Примерами трения качения служат: трение при перекатывании колес автомобиля по земле или вагона по рельсам, трение при перекатывании круглых бревен, трение в шариковых и роликовых подшипниках и т. д.

Угол трения. Представим себе тело, опирающееся на шероховатую поверхность (рис.1).

Если бы поверхность была абсолютно гладкой, то она представляла бы собой идеальную связь, действие которой на тело сводилось бы, как мы знаем, к одной лишь нормальной реакции  $R_n$ . Если же опорная поверхность шероховатая, то появится еще сила трения, лежащая в касательной плоскости и направленная в сторону, противоположную той, в которую мы движем или пытаемся сдвинуть тело [8-12]. Если мы будем рассматривать

критический момент (когда тело будет находиться, так сказать, на грани между покоем и движением), то для этого случая сила трения будет иметь максимальное значение  $F=fR_n$ , (1) где  $f$  – коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом трения скольжения при покое [13-17].

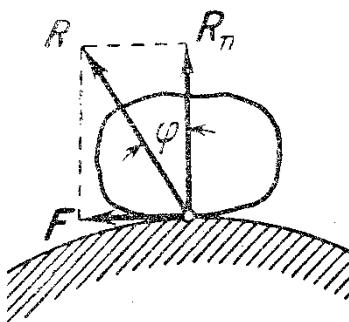


Рисунок 1. Угол трения.

Две реакции: нормальная  $R_n$  и касательная (сила трения)  $F$ , складываясь по правилу параллелограмма, дадут полную реакцию  $R$  опорной поверхности, которая теперь будет уже составлять некоторый угол  $\varphi$  с нормалью к этой поверхности. Наибольший угол  $\varphi$ , на который вследствие трения отклоняется от нормали реакция  $R$  шероховатой поверхности, называется углом трения. Из рисунка (1) имеем

$$\operatorname{tg} \varphi = F/R_n.$$

Максимальная величина силы трения зависит как от материала и состояния трущихся поверхностей, так и от наличия и рода смазки между ними [18-21]. Так, трение металла по металлу меньше трения дерева по дереву, трение между сталью и бронзой меньше трения стали по стали т.д. Трение тел тем меньше, чем гладже трущиеся поверхности, почему поверхности соприкосновения трущихся частей машин обычно шлифуются. Смазывание трущихся поверхностей весьма сильно уменьшает трение. Смазка заполняет собой все неровности трущихся поверхностей и располагается тонким слоем между ними, так что непосредственное трение

поверхностей заменяется скольжением их по смазывающей жидкости и скольжением друг относительно друга отдельных слоев этой жидкости [22-25]. Если обозначить через  $F$  максимальное значение трения покоя, а через  $R_n$  нормальную реакцию опорной поверхности (равную по модулю силе нормального давления тела на опорную поверхность), то на основании данного закона будем иметь

$$F = fR_n \quad (1)$$

Где  $f$  – коэффициент пропорциональности, называемый коэффициентом трения скольжения при покое.

Но, как это видно из формулы (1);

$$F/R_n = f \quad (2)$$

Следовательно  $\tan \varphi = f$  (2)

Тангенс угла трения равен коэффициенту трения скольжения.

Конус трения.

Если мы рассматриваем тело, имеющее возможность перемещаться по шероховатой опорной поверхности в любом направлении, то линии действия возможных реакций  $R$  этой поверхности образуют (рис.2) коническую поверхность.

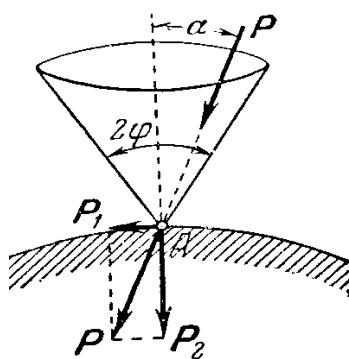


Рисунок 2. Конус трения.

Конус, образующие которого наклонены под углом трения  $\varphi$  к нормали к поверхности скольжения в данной точке, называется конусом трения.

Если коэффициент трения при движении тела в различных направлениях по данной поверхности одинаков, то полная реакция  $R$  этой поверхности отклоняется от нормали во всех направлениях на одинаковый угол трения и конус трения будет круглым с углом при вершине, равным  $2\varphi$ . Если же, как иногда бывает (например, при трении по дереву вдоль и поперек волокон), коэффициент трения при движении тела в разных направлениях имеет различные значения, то конус трения будет некруглым.

Пусть действующие на тело силы (включая на его вес) приводятся к одной равнодействующей силе  $P$ , проходящей через точку А касания тела с поверхностью и образующей с нормалью к поверхности в этой точке угол  $\alpha$  (рис 2).

Перенесем эту силу по линии её действия в точку  $A$  и разложим её на две составляющие:  $P_1$ , лежащую в касательной плоскости, и  $P_2$ , направленную по нормали к поверхности.

$$F = fP_2 = P_2 \operatorname{tg} \varphi$$

где  $\varphi$  – угол трения, а  $P_2$  – модуль силы нормального давления тела на поверхность (равный, очевидно, модулю  $R_n$  её нормальной реакции).

Модуль же силы  $P_1$ , стремящейся заставить скользить тело по поверхности, будет

$$P_1 = P_2 \operatorname{tg} \alpha$$

Для того чтобы тело оставалось на поверхности в равновесии, необходимо соблюдение условия  $P_1 \leq F$  или, если подставить значения  $P_1$  и  $F$  в это неравенство,  $P_2 \operatorname{tg} \alpha \leq P_2 \operatorname{tg} \varphi$ . Отсюда получаем, что условием равновесия тела на поверхности будет  $\alpha \leq \varphi$ . Если увеличивать модуль силы  $P$ , оставляя неизменным её направление, то пропорционально будет увеличиваться не только модуль  $P_1$  движущей силы, но и модуль  $P_2$  силы нормального давления, а это неизбежно влечет за собой и соответствующее увеличение силы трения, и тело по прежнему будут

оставаться в равновесии. Тело придет в движение лишь тогда, когда модуль силы  $P_1$  сделается больше модуля силы  $F$ , а для этого нужно изменить направление силы  $P$  так, чтобы угол  $\alpha$  сделался больше угла трения  $\varphi$ , т.е. чтобы сила  $P$  проходила вне конуса трения. Следовательно, если равнодействующая  $P$  всех сил, приложенных к телу, каков бы ни был ее модуль, проходит внутри конуса трения, то тело остается в покое; возникновение движения возможно лишь в том случае, когда эта равнодействующая проходит вне конуса трения. Этим замечательным свойством области, заключенной внутри конуса трения, и объясняется его название – конус трения.

### **Литература.**

1. Бухгольц, Н. Н. (2013). *Основной курс теоретической механики*. Рипол Классик.
2. Е.И. Березкин. Лекции по теоретической механике. М - 1978.
3. Е.М. Никитин. Теоретическая механика. М - 1972.
4. Халилов Ш. З. и др. Влияние скорости и угла вбрасывания частицы на характер движения компонентов зерно соломистого вороха //Журнал Технических исследований. – 2019. – №. 2.
5. Tojiboyev B. T. et al. Euphemism and gender: Linguocultural euphemisms among males and females in uzbek and english language //International journal of discourse on innovation, integration and education. – 2020. – Т. 1. – №. 5. – С. 8-11.
6. Qo'chqarov B. U., Tojiboyev B. T., Axtambayev S. S. Experimental determination of the gas consumption sent to the device for wet dusting in the humid mode //Экономика и социум. – 2021. – №. 6-1. – С. 226-229.
7. Khudainazarov S., Sabirjanov T., Ishmatov A. Assessment of dynamic characteristics of high-rise structures taking into account dissipative properties of the material //Journal of Physics: Conference Series. – IOP Publishing, 2019. – Т. 1425. – №. 1. – С. 012009.
8. Khudainazarov S. et al. Dynamics of high-rise structures taking into account the viscoelastic properties of the material //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – Т. 304. – С. 02004.

9. Эргашев Н. А. и др. Опытное определение расхода газа, подаваемое на пылеочищающую установку с контактным элементом, работающим в режиме спутникового вихря //Universum: технические науки. – 2019. – №. 12-1 (69).
10. Обичаев И. В. Ў., Абдуқодиров Н. Ш. Ў., Оқйўлов К. Р. Ў. Котель ва бошқа оловли технологиялар учун нефт шламларни тоза ёқилғи сифатида қўллаш //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 918-925.
11. Abduqodirov N. S. O. G. L., Oqyo’lov K. R. O. G., Jalilova G. X. Q. Paxta xomashyosini quritish va tozalash //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 1. – С. 857-861.
12. А.Дўсматов, Е.Х.Каримов, Т.М. Сабиржанов. Исследование влияния напряженно-деформированного состояния двухслойных осесимметричных симметрических оболочек на их физико-механические характеристики. Научно-технический журнал “Вестник. – №2-3, – 2016 г, – 79-83 стр.
13. Ф А Бахадиров, Б. Т. Умаров. Т.М. Сабиржанов. Мева ва сабзавотлар, илдизмеваларни саралашда ишлатиладиган машина ва механизмларни тадқиқ қилиш. Научно-технический журнал Ферганского политехнического института, – 2017, – №1 (No.1), – 179-183 стр.
14. Dusmatov A. D. Investigation of strength and stability of three-layer combined plates used in underground structures //Scientific-technical journal. – 2019. – Т. 22. – №. 2. – С. 63-67.
15. Касимов И. И. и др. Исследование состояния двухслойных осесимметричных цилиндрических оболочек на физико-механические характеристики //Техник тадқиқотлар журнали. – 2019. – №. 2.
16. Маткаримов Ш. А., Ахмедов А. У. Расчет асфальтобетонных дорожных покрытий на упругом основании //Universum: технические науки. – 2020. – №. 12-1 (81). – С. 96-101.
17. Халилов Ш. З. и др. Прием и хранение зерновой смеси, поступающей после комбайнов //Журнал Технических исследований. – 2019. – №. 2.
18. Oqyo K. R. O. G. L. et al. Mashina va mexanizmlarning ish jarayonida vujutga kelgan vibratsiya sabablari va so’ndirish qurilmalari //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 576-579.

- 19.Рахимов Н. Р., Тураев Б. Э., Рахимова М. Н. Оптоэлектронные методы определения содержания одного вещества в другом в жидких и газообразных средах. – 2021.
- 20.Abduraxmonov S. M., Nishonov I. U. Modernization of the technological cycle of cement grinding on the basis of microprocessor technology //Scientific-technical journal. – 2018. – Т. 22. – №. 2. – С. 174-177.
- 21.Абдуллаев Ш. А., Абдуллаева Д. Т. Нефт шламини экологик тоза қайта ишлаш ва қайта
- 22.Тилавалдиев Б. Т., Рахмонов А. Т. У. Оценки сейсмического риска территории городов республики узбекистан //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – Т. 1. – №. 10. – С. 143-152.
- 23.Абдуллаев Ш. А., Абдуллаева Д. Т. Нефт шламини экологик тоза қайта ишлаш ва қайта фойдаланиш технологияси //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 6. – С. 910-917.
- 24.Дусматов А. Д., Ахмедов А. Ў., Абдуллаев З. Ж. Температурная задача двухслойных цилиндрических оболочек с композиционными защитными слоями //Scientific progress. – 2021. – Т. 2. – №. 7. – С. 343-348.
- 25.Абдуллаев Ш. А. Расчет каркаса минилопастей ветротурбины с учетом действующих сил //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – Т. 1. – №. 11. – С. 427-434.