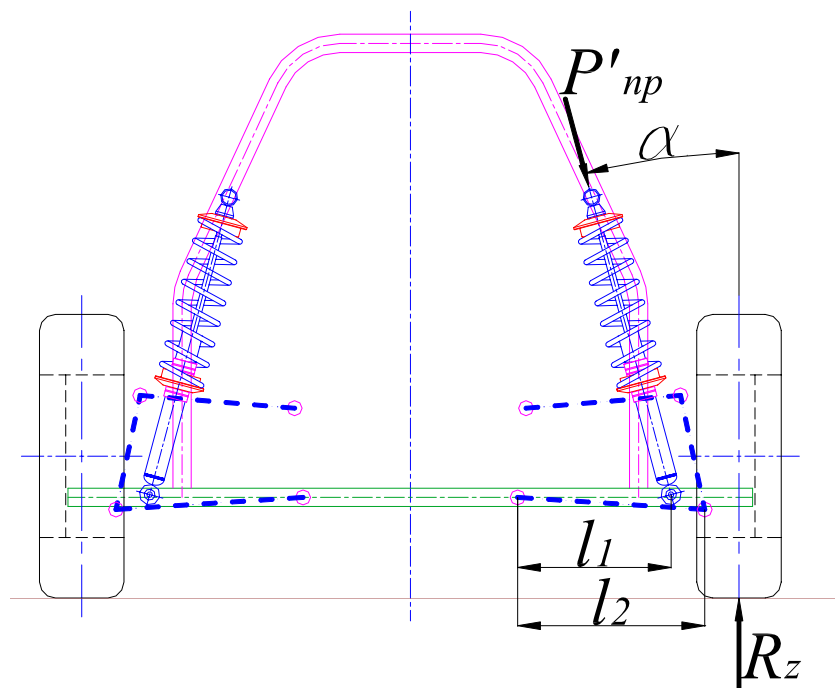


Расчёт витых пружин

Пружина применяется в качестве упругого элемента, воспринимающего все нагрузки, которые колесо стремится передать на кузов транспортного средства. С учётом различного дорожного покрытия различаются и нагрузки, действующие на пружину. Проще и дешевле всего изготавливать витые пружины из проволоки круглого сечения. Это единственный упругий элемент с малыми габаритными размерами и при этом с большой энергоёмкостью.

Витая пружина представляет собой пространственный брус, в поперечных сечениях которого возникают все внутренние силовые факторы. С учётом наработанных методик расчёта балок с различными нагружениями известен порядок величин действующих сил. С большой точностью можно сказать, что пружины амортизаторов чаще всего бывают с малым шагом и вследствие малого угла подъёма витка можно пренебречь влиянием изгибающего момента и нормальной силы. Поэтому для таких пружин растяжения или сжатия основными внутренними силовыми факторами являются крутящий момент M_k и сила Q_k , работающая на срез и определяемые в поперечных сечениях касательных напряжений τ . Нагрузка на упругое устройство зависит от компоновки узла. Рассмотрим независимую подвеску.

Расчётная схема



Нагрузка на пружину определяется по следующей формуле:

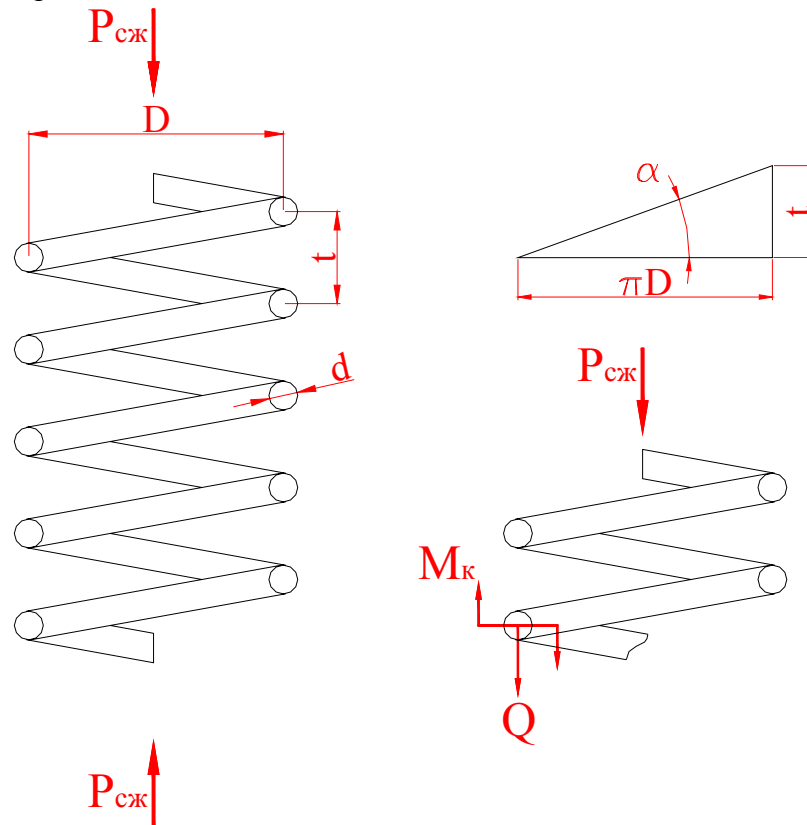
$$P'_{np} = \frac{(R_z - g_k) l_2}{l_1} \cdot \cos \alpha$$

где g_k - вес колеса, l_1 и l_2 - расчётные размеры, R_z - реакция опоры

Геометрические параметры пружин

В подвесках колес мотоциклов и автомобилей применяют, как правило, пружины с витками круглого сечения. Основные параметры, характеризующие работу пружины:

- D** – средний диаметр витка пружины;
- d** – диаметр прутка;
- t** – шаг витка;
- n** – количество рабочих витков;



Для отдельного витка можно определить угол подъема витка α , который определяется из стандартных соотношений прямоугольного треугольника

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{\pi D}$$

Для пружины с малым шагом $\alpha < 5^\circ$. Применяя метод сечений и рассматривая равновесие отсечённой части пружины можно определить силу и момент, возникающий в сечении.

$$Q \approx P; \quad M_{\kappa} = \frac{1}{2} \cdot P \cdot D$$

Для упрощения расчётов считаем, что деформации среза равномерно распределены по сечению. Рассматриваем касательные напряжения, действующие от кручения балки и среза:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\kappa}}{W_p} + \frac{Q}{F}, \quad W_p = \frac{\pi d^3}{16}, \quad F = \frac{\pi d^2}{4}$$

Так как сечение имеет некоторый момент сопротивления изгибу и кручению, то формула принимает следующий вид:

$$\tau_{\max} = \frac{8PD}{\pi d^3} \left(1 + \frac{d}{2D}\right)$$

Для пружины из тонкой проволоки (при соотношении $d/D < 0,1$) можно пренебречь напряжениями от среза. С достаточной точностью можно применить формулу расчёта в следующем виде

$$\tau_{\max} = \frac{8PD}{\pi d^3}$$

При полном расчёте необходимо помнить, что для пружины, навитой из толстой проволоки, действуют наибольшие касательные напряжения и они всегда возникают на внутренней стороне витка.

При деформировании пружины происходит изменение её длины при различных ходах колёс – происходит сжатие пружины на величину ΔL . При этом внутренняя энергия деформации рассчитывается по следующей формуле:

$$dU_{кр} = \frac{1}{2} M_{кр} \cdot d\varphi = \frac{M_{кр}^2 dz}{2GJ_p}$$

Мы используем пружины от стандартных автомобилей, поэтому при серийном производстве самые дешёвые – с постоянным шагом витка и с одинаковым диаметром пружины. В этом случае $M_{кр} = const$, $GJ_p = const$ и формула принимает следующий вид:

$$U_{кр} = \int_l dU_{кр} = \frac{M_{кр}^2 l}{2GJ_p}$$

Жёсткость пружины определяется из всех этих формул (без детального вывода) следующим образом:

$$c = \frac{P}{\lambda} = \frac{Gd^4}{8D^3 n}$$

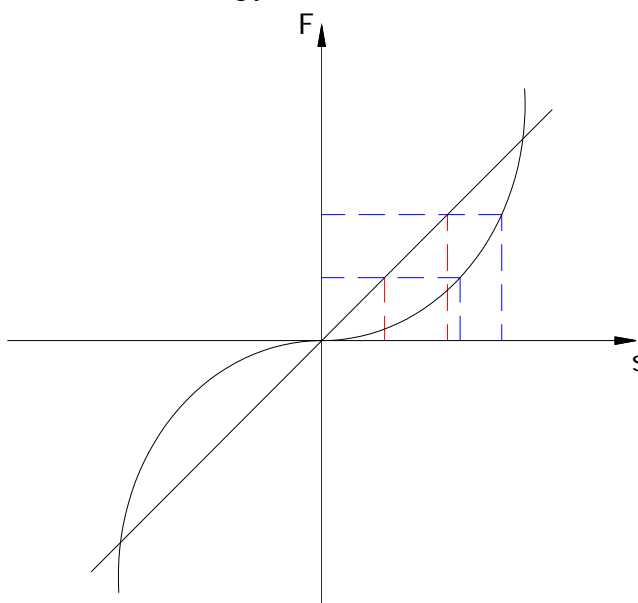
Таким образом сразу видны некоторые зависимости, влияющие на жёсткость пружины:

- при увеличении толщины прутка возрастает жёсткость пружины;
- при уменьшении диаметра пружины жёсткость уменьшается;
- при увеличении количества витков жёсткость уменьшается;

При снижении жесткости увеличивается плавность и комфорт передвижения и уменьшаются нагрузки на кузов. При увеличении жёсткости пружины уменьшаются крены кузова.

Пружины могут иметь прогрессивную характеристику. Это достигается при следующих условиях – должен меняться средний диаметр пружины и диаметр проволоки должен быть переменным. В последнее время можно увидеть в магазине пружины с переменным шагом, но следует учесть, что эти пружины работают как обычные и никаких преимуществ у них нет. Для пружины с переменными диаметрами необходимо рассчитывать интегральную зависимость параметров.

Прогрессивная характеристика пружины отличается от линейной тем, что сила упругости не пропорциональна осадке пружины.



Достигается это применением следующих пружин:



Экспериментальное определение жёсткости пружин

Жёсткость пружины можно вычислить самому, если сделать подобное приспособление:



При сжатии пружины на некоторую величину взвешивающее устройство (например, напольные весы) нагружается силой сжатия и измеряется в килограммах. Деформация пружины измеряется в миллиметрах. У этого метода есть серьёзный недостаток – при испытании пружин с малой жёсткостью обычные напольные весы могут давать самую низкую погрешность в третьей трети шкалы (т.е. при максимальной величине в 120 кг самая высокая погрешность при измерении до 40 кг, средняя погрешность при значениях 40...80 кг и минимальная погрешность при измерении пружин в диапазоне 80...120 кг).

При измерении пружины с переменным диаметром витков или с переменным средним диаметром необходимо нагружать пружину таким образом, чтоб деформация менялась от минимальной до максимальной. Это позволит построить графически характеристику пружины.

Измерить жёсткость пружины можно и таким образом:



Нагружаем тарированный груз и смотрим на какую длину пружина уменьшается. Потом всё пересчитываем по правилам системы единиц.

1. Классификация багги
 - 1.1. Определение багги как транспортного средства
 - 1.2. Багги в США
 - 1.2.1. Спортивные багги, грузовики, прераннеры – классификация, примерные бюджеты
 - 1.2.2. Песчаные багги Sandrail
 - 1.2.3. Пляжные багги Dune buggy
 - 1.2.4. Канадские багги
 - 1.2.5. Багги – краулеры
 - 1.3. Багги в России
 - 1.3.1. Спортивные багги
 - 1.3.2. Обзор халявных чертежей
 - 1.3.3. Архив
 - 1.4. Багги в Европе
 - 1.4.1. Обзор машин
 - 1.5. Багги в Латинской Америке
 - 1.6. Багги в Австралии
 - 1.7. Военные багги
 - 1.8. Прототипы Хаммера
2. Подвеска транспортного средства
 - 2.1. Основные положения, термины и определения
 - 2.2. Определение основных параметров подвески на поперечных А-образных рычагах
 - 2.3. Определение основных параметров подвески на диагональных рычагах
 - 2.4. Определение основных параметров подвески с неразрезной балкой
 - 2.5. Определение основных параметров подвески для триального автомобиля.
 - 2.6. Изготовление поворотных кулаков по американской технологии
 - 2.7. Процесс изготовления подвески для багги на примерах
 - 2.8. Отличие настроек подвески под конкретные трассы
 - 2.9. Негативный эффект при понижении стандартной подвески
3. Повышение мощности поршневого двигателя внутреннего сгорания
 - 3.1. Что такое мощность
 - 3.2. Что такое крутящий момент
 - 3.3. Способы повышения эффективной мощности двигателя
 - 3.4. Отличие европейской и американской школ двигателестроения
 - 3.5. Системы изменения фаз газораспределения. Отличие немецкой и японской школ.
 - 3.6. Роторно-поршневые двигатели внутреннего сгорания
 - 3.7. Система выпуска отработавших газов двухтактного и четырёхтактного двигателей. Расчёт основных параметров
 - 3.8. Десмодромный привод МГР
4. Трансмиссия транспортного средства
 - 4.1. Расчёт передаточных чисел трансмиссии