

Слайды к лекциям по курсу

**ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ
ВОЕННЫХ КОЛЕСНЫХ МАШИН**

Лекция 1

Структура дисциплины

Виды учебной работы	Объем в часах по семестрам	
	1 семестр (17 недель)	2 семестр (17 недель)
1. Аудиторная работа		
• Лекции (Л)	34	34
• Семинары (С)	0	17
• Лабораторные работы (ЛР)	17	17
2. Самостоятельная работа обучающихся		
• Проработка учебного материала лекций	8	8
• Подготовка к семинарам	0	4
• Подготовка к лабораторным работам	4	4
• Подготовка к рубежному контролю	6	6
• Выполнение домашнего задания	6	9
Оценка знаний	Экзамен	Рас. экзамен

Контрольные мероприятия

Неделя	Форма контроля	Оценка в баллах	
		минимальная	максимальная
Модуль 1 «Прямолинейное качение колесного движителя по твердой опорной поверхности»			
6	Рубежный контроль	15	25
Модуль 2 «Прямолинейное движение ВКМ по твердой плоской опорной поверхности»			
10	Рубежный контроль	15	25
Модуль 3 «Топливная экономичность. Выбор конструктивных параметров ВКМ, обеспечивающих заданные тягово-скоростные свойства. Торможение ВКМ»			
16	Домашнее задание	12	20
	Экзамен	18	30

Основная литература

В.В. Ларин

Теория движения полноприводных колесных машин



Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана

В

ДЛЯ ВУЗОВ

Г.А. Смирнов

ТЕОРИЯ ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНЫХ МАШИН

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Колесные машины (КМ) – часть безрельсовых транспортных средств (ТС), которые:

1) обеспечивают транспортировку пассажиров, грузов и оборудования – **автомобили**;

2) используют при строительных и дорожных работах – **строительно-дорожные машины**;

3) применяют в агропромышленном секторе – **сельскохозяйственные машины**;

4) состоят на вооружении сухопутных войск для выполнения специальных задач – **боевые колесные машины (БКМ)**.

Любое ТС характеризуется надежностью, экономичностью, экологичностью, эксплуатационными и другими свойствами.

В курсе «Теория движения» рассматриваются только эксплуатационные свойства, определяющие степень приспособленности КМ к эксплуатации.

Главной целью изучения данного курса является установление основных принципов рациональной разработки, конструирования, оценки и выбора КМ для обеспечения их соответствия различным эксплуатационным требованиям.

Принято рассматривать следующие групповые эксплуатационные свойства КМ:

- тягово-скоростные;
- тормозные;
- топливную экономичность;
- поворотливость;
- устойчивость;
- управляемость;
- плавность хода;
- проходимость.

Задачей курса является изучение законов движения КМ в различных условиях и определение значений показателей перечисленных эксплуатационных свойств.

Прямолинейное качение колесного движителя по твердой опорной поверхности

Одним из основных узлов КМ является колесный движитель (КД), основными функциями которого являются:

- передача нагрузок от массы КМ на опорную поверхность;
- сглаживание воздействия неровностей опорной поверхности на КМ;
- обеспечение необходимых тяговых сил для движения и торможения;
- обеспечение соответствующей управляемости и устойчивости.

В общем случае колесный движитель состоит из жесткого обода (колеса) и эластичной оболочки (шины). Число колесных движителей в КМ зависит от числа осей и ошиновки (одинарная или двойная).



Колесо (колесный диск)



Пневматическая шина

Ошиновка

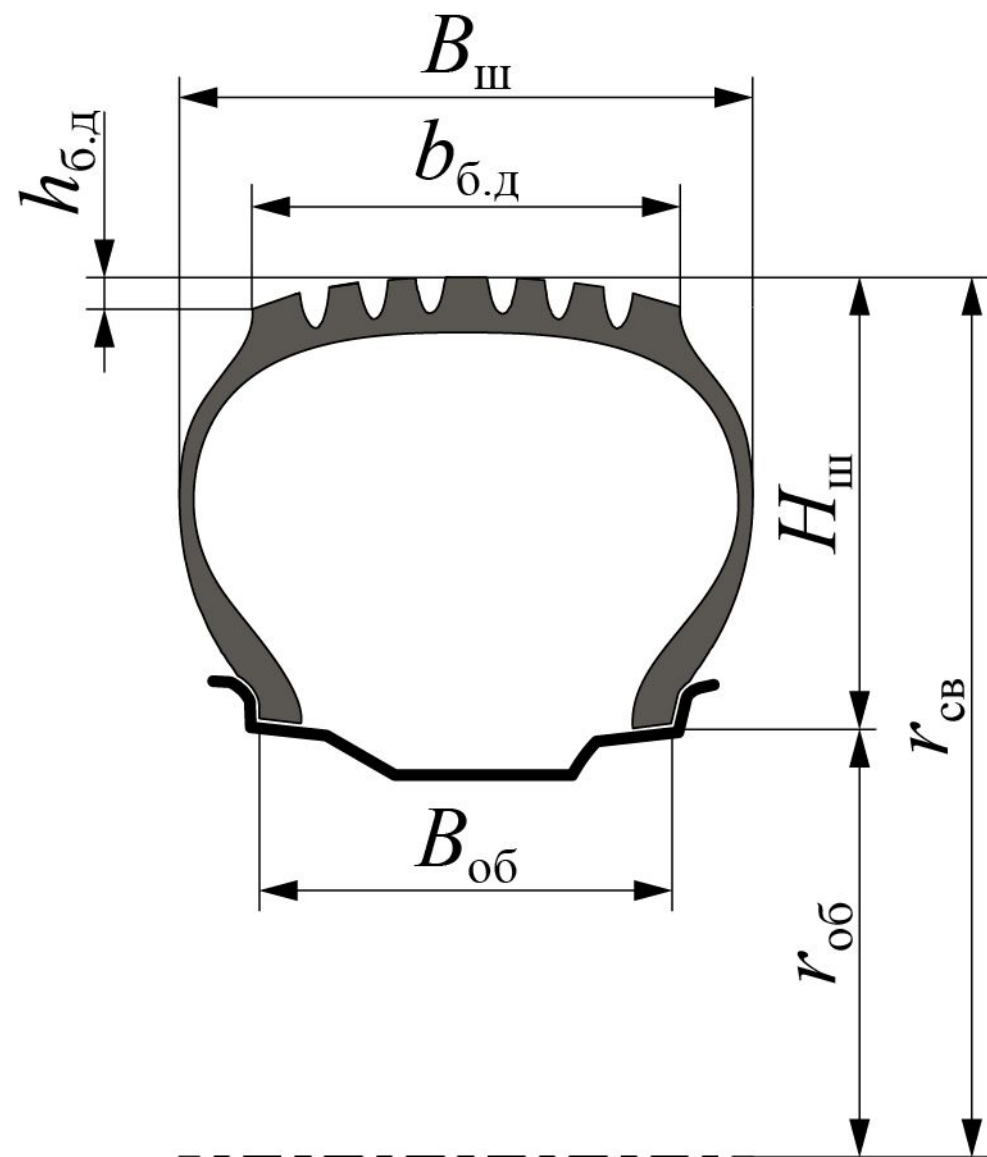


Одинарная



Двойная

Геометрические параметры колеса



$r_{\text{св}}$ – радиус свободный;

$r_{\text{об}}$ – радиус обода;

$H_{\text{ш}}$ – высота профиля;

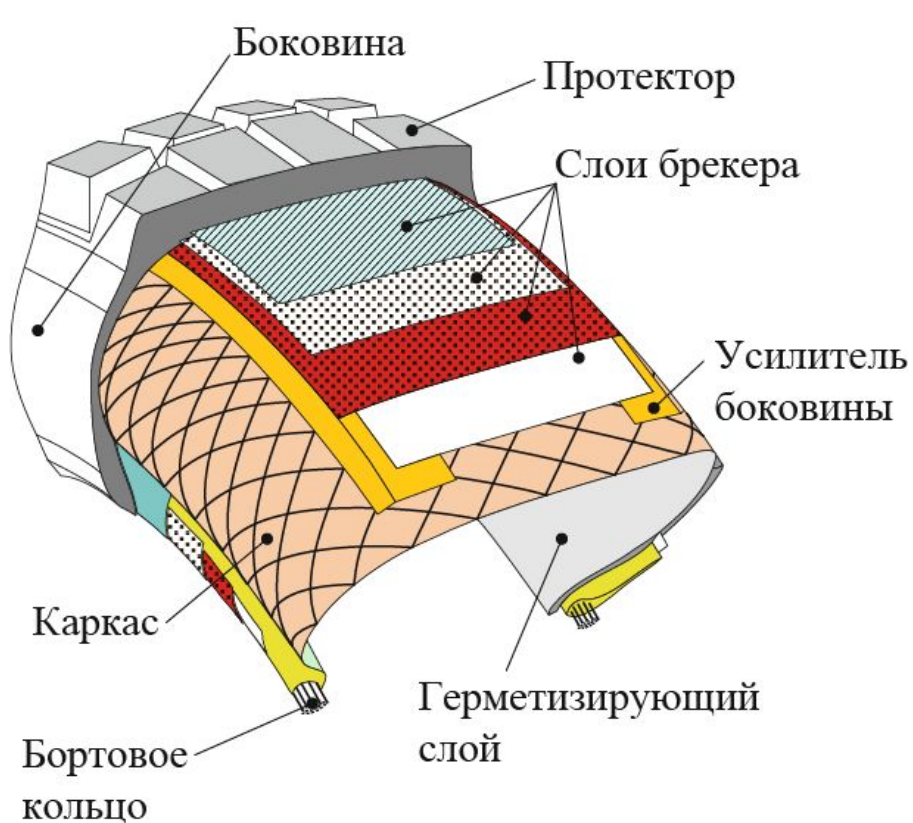
$B_{\text{ш}}$ – ширина профиля;

$b_{\text{б.д}}$ – ширина беговой дорожки (протектора);

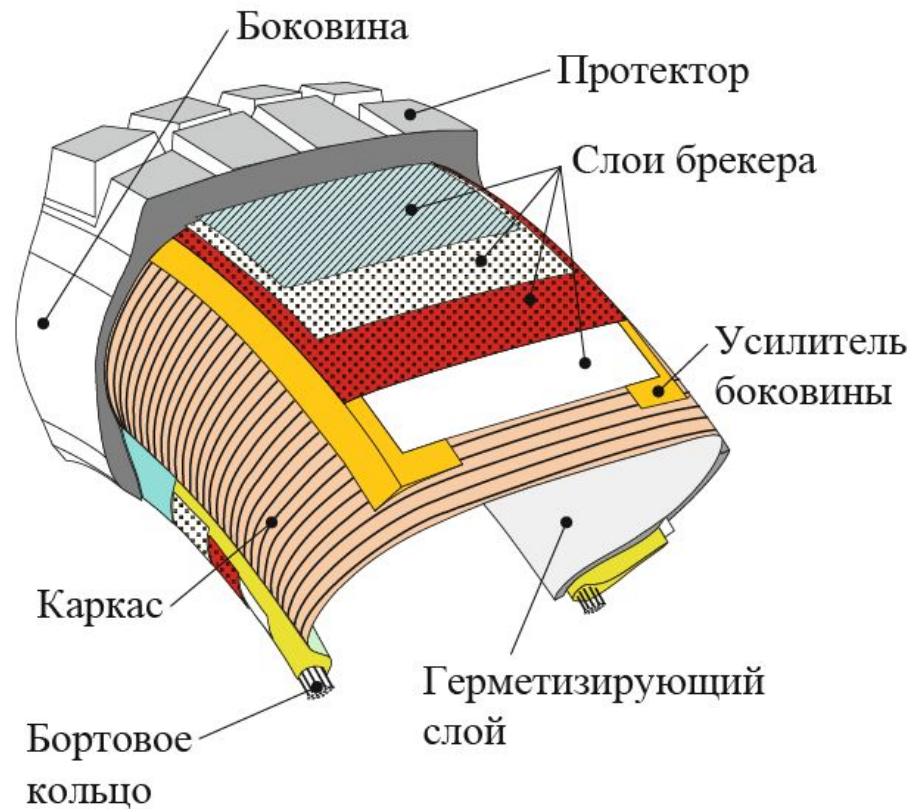
$h_{\text{б.д}}$ – высота стрелы прогиба беговой дорожки;

$B_{\text{об}}$ – ширина обода.

Конструкция шин

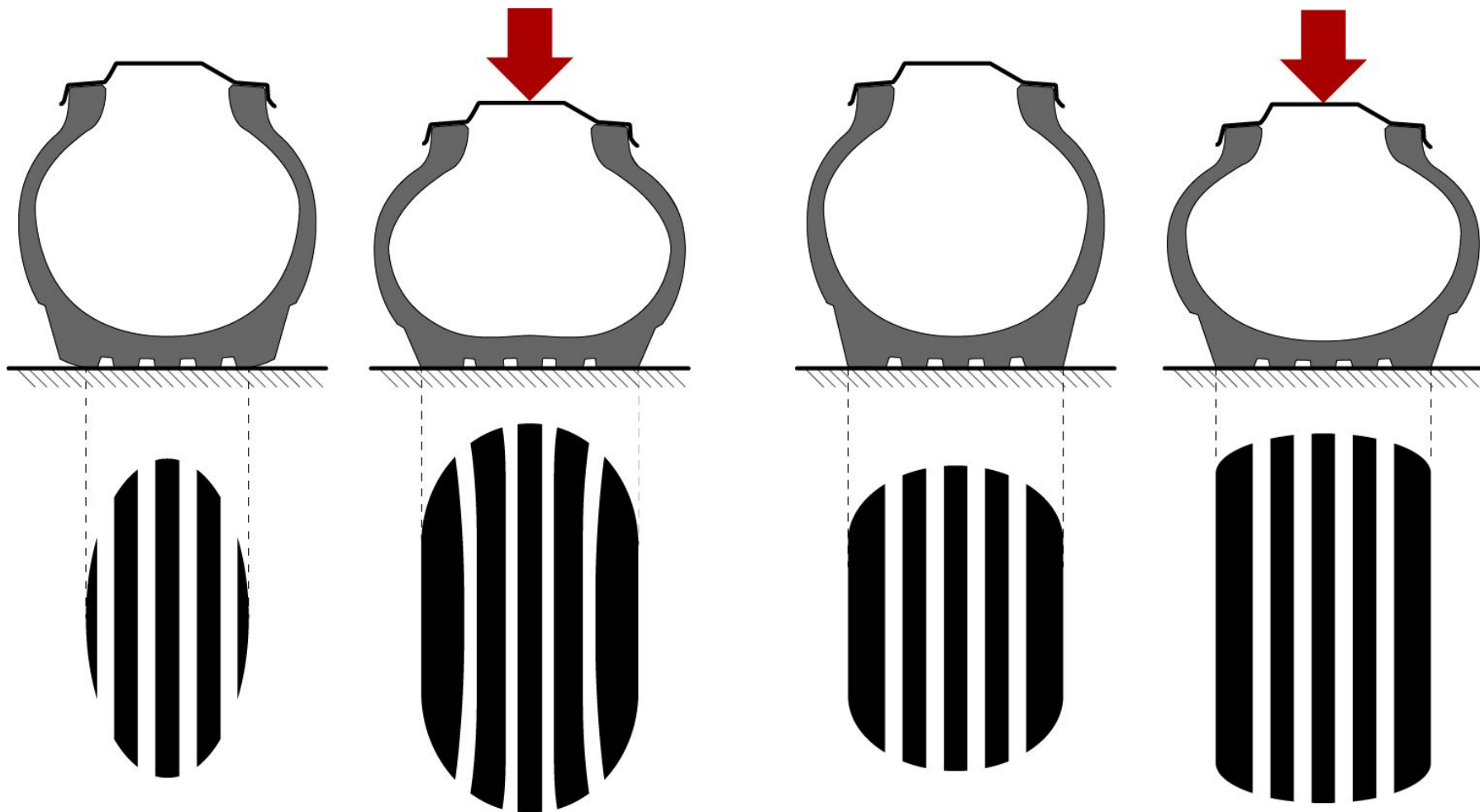


Диагональная
шина



Радиальная
шина

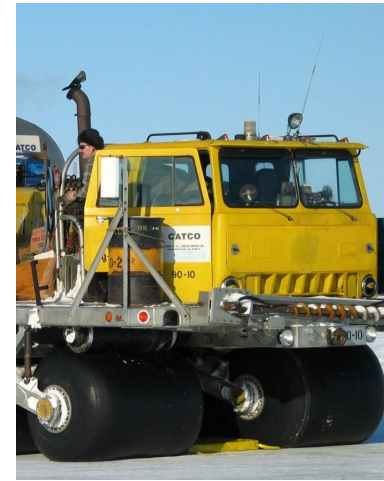
Пятно контакта шины с опорной поверхностью без нагрузки и под нагрузкой



Диагональная
шина

Радиальная
шина

Различные типы шин



Арочные шины

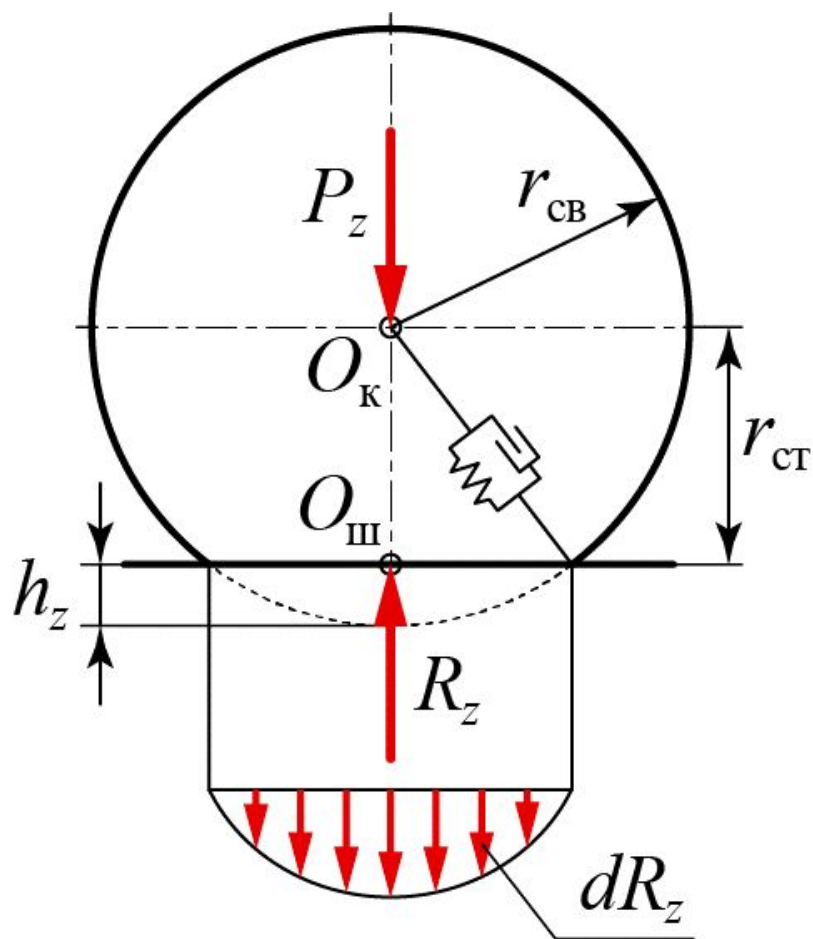
Пневмокотки



Шины Runflat

Непневматические
ШИНЫ

Рассмотрим упрощенную модель качения колесного движителя (КД) при прямолинейном движении на примере поперечного сечения в плоскости его симметрии xO_z



$$v_x = 0$$

$$\omega_K = 0$$

$$M_K = 0$$

$$P_z > 0$$

Каждая элементарная реакция dR_z характеризуется двумя составляющими:

- упругой dR_{zy}
- неупругой dR_{zHy}

Упругая обусловлена трением в материале и при разгрузке ее энергия возвращается в систему.

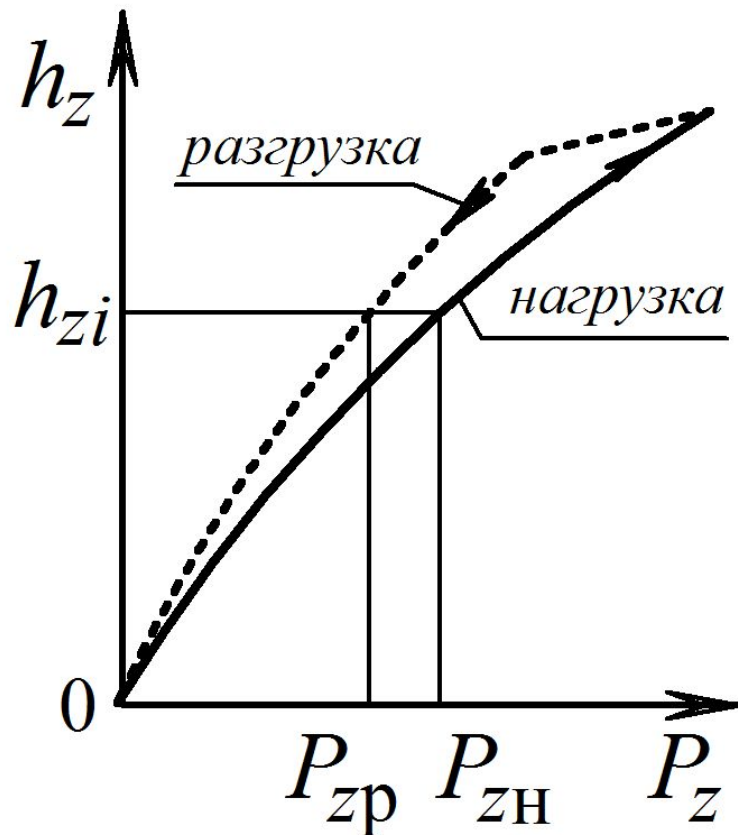
Неупругая переходит в теплоту и рассеивается, поэтому при **нагружении** они складываются:

$$dR_{zH} = dR_{zy} + dR_{zHy},$$

а при **разгрузке** остается только упругая составляющая

$$dR_{zp} = dR_{zy}$$

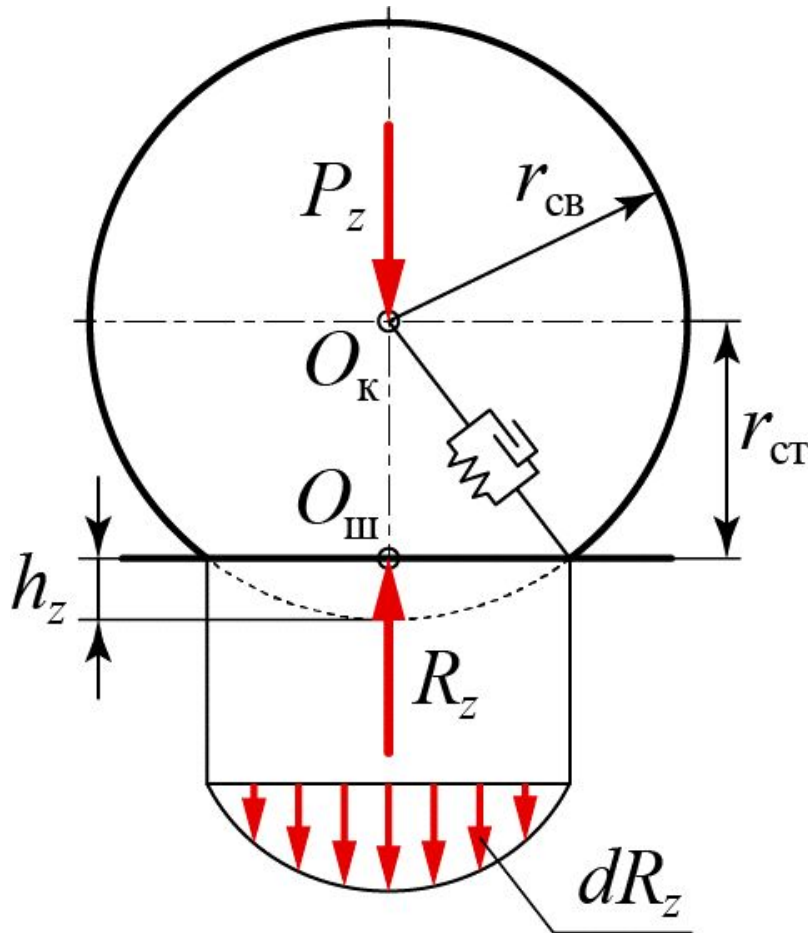
Приложение вертикальной нагрузки к оси неподвижного колеса приводит к перемещению оси, характеризуемое вертикальной (нормальной) деформацией h_z .



Площадь между кривыми нагрузки и разгрузки характеризует потерю энергии в процессе нагрузка-разгрузка.

Образуется петля упругого гистерезиса

При неподвижном колесе эпюра элементарных нормальных нагрузок dR_z симметрична относительно центра пятна контакта, и нормальная реакция R_z действует в точке O_{III} , т.е в центре контакта.

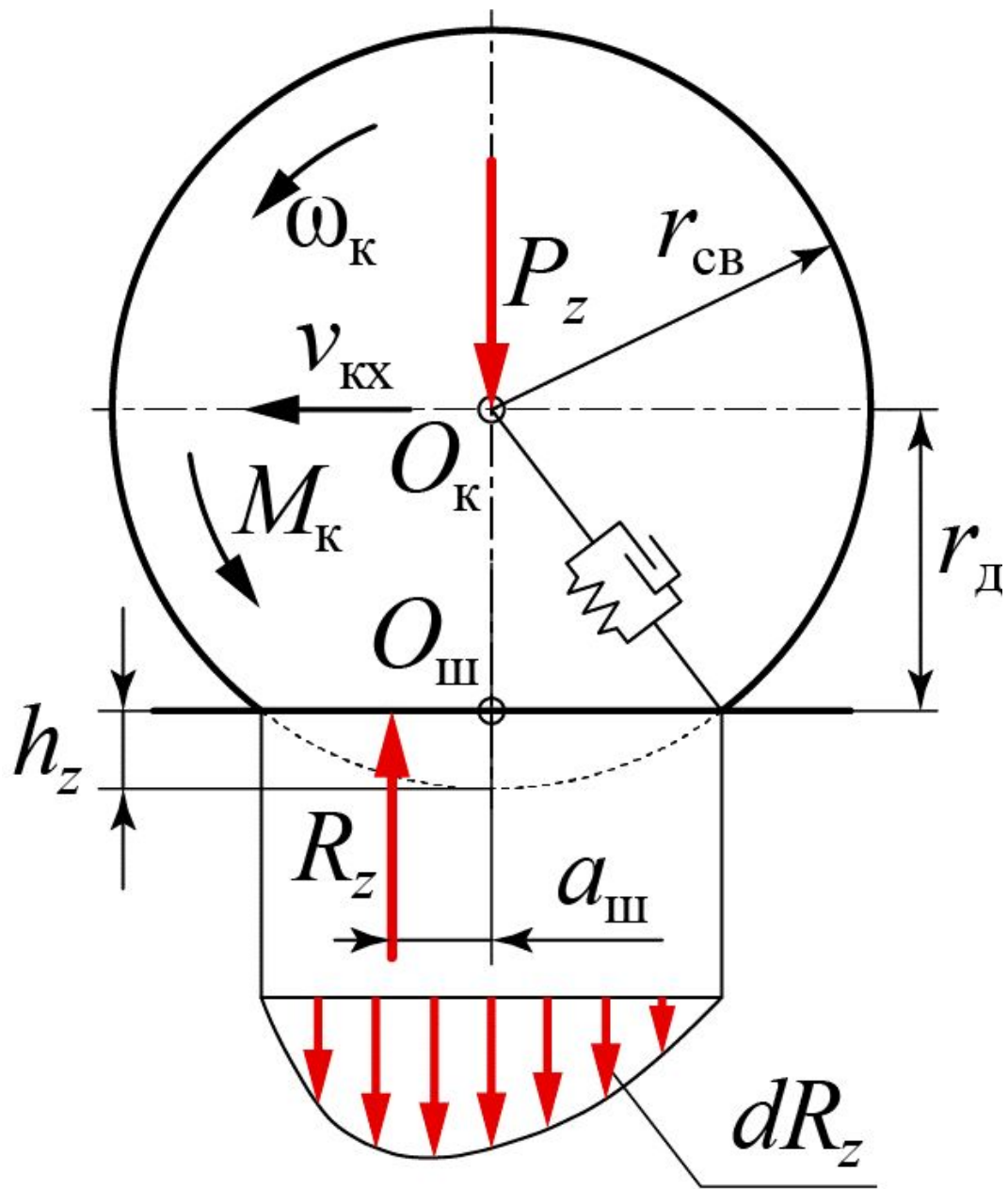


$$v_x = 0$$

$$\omega_K = 0$$

$$M_K = 0$$

$$P_z > 0$$



При качении
колеса в передней
части контакта

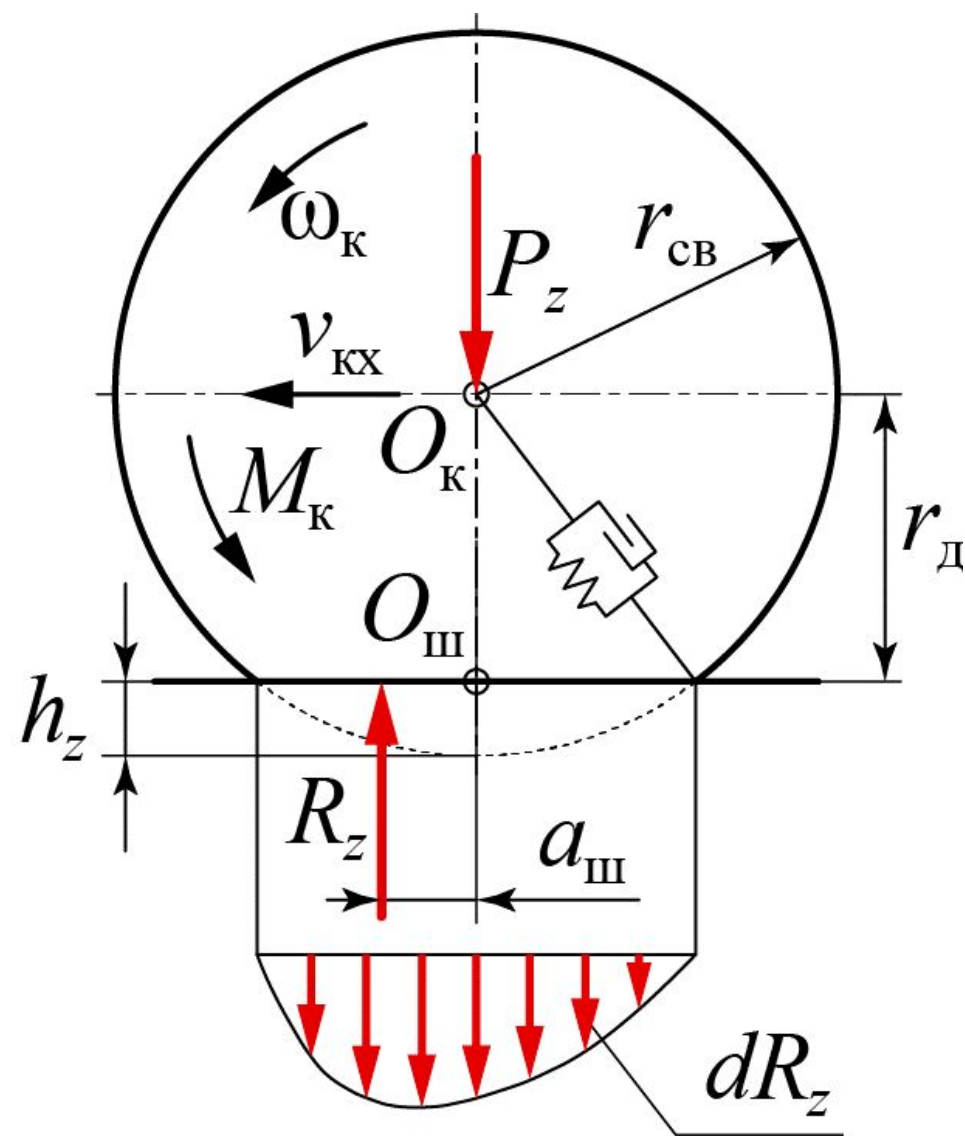
суммарные
элементарные
реакции больше, чем

в задней. $K_x > 0$

$$\omega_K > 0$$

$$M_K > 0$$

$$P_z > 0$$



В результате получается несимметричная эпюра, и нормальная реакция R_z смещается в переднюю часть контакта на некоторую величину a_{III} — плечо сноса нормальной реакции.

$$v_x > 0; \omega_K > 0;$$

$$M_K > 0; P_z > 0.$$

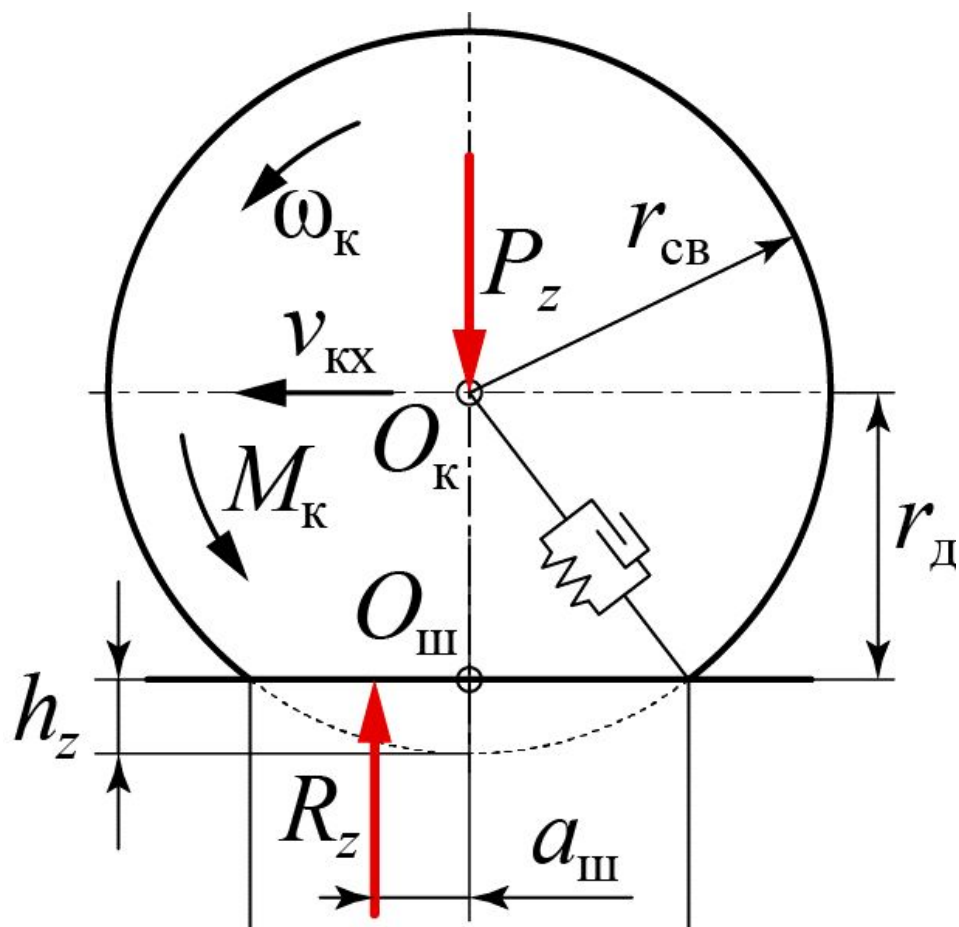
Смещение $a_{\text{ш}}$ характеризуется двумя составляющими:

$$a_{\text{ш}} = a_{\text{ш1}} + a_{\text{ш2}}.$$

$a_{\text{ш1}}$ – составляющая потерь, которая обусловлена внутренними гистерезисными потерями в шине на качение.

$a_{\text{ш2}}$ – составляющая потерь обусловленная проскальзыванием элементов шины относительно опорной поверхности в зоне контакта.

Реакция R_z на плече a_{III} создает момент сопротивления качению $M_{f_{III}}$.

$$M_{f_{III}} = R_z \cdot a_{III}$$


При любом качении колеса существует $M_{f_{III}}$.

В случае, когда $P_x \neq 0$ дополнительно происходит тангенциальная деформация шины и увеличение проскальзывания в зоне контакта в направлении действия силы P_x .

В результате искривления радиальных сечений шины и несимметричности упругих деформаций шины ось обода (точка O_K) смещается относительно центра контакта на величину c_{III} .

