

# *Сила тяги локомотива*

*Дуйсенов Бейісхан*

*Абу Арыстан*

# ***Сила тяги локомотива***

- Сила тяги локомотива — сила, реализуемая локомотивом и служащая для передвижения поезда.

- Собственно различают две силы тяги локомотива — касательную и на сцепном устройстве (автосцепка Собственно различают две силы тяги локомотива — касательную и на сцепном устройстве (автосцепка или винтовая упряжь Собственно различают две силы тяги локомотива — касательную и на сцепном устройстве (автосцепка или винтовая упряжь). Касательная сила тяги образуется в месте контакта движущих колёс Собственно различают две силы тяги локомотива — касательную и на сцепном устройстве (автосцепка или винтовая упряжь). Касательная сила тяги образуется в месте контакта движущих колёс и рельсов, а сумма всех этих сил есть касательная сила тяги локомотива<sup>[1]</sup>. Сила тяги на сцепке меньше касательной, так как в этом случае учитывается и сопротивление движению от самого локомотива как повозки.
- Сила тяги играет важную роль в тяговых расчётах Сила тяги играет важную роль в тяговых расчётах, так как во многом определяет максимально допустимый вес поезда Сила тяги играет важную роль в тяговых расчётах, так как во многом определяет максимально допустимый вес поезда. Наибольшая её величина требуется при трогании поезда с места, ускорения, а также при следовании по подъёму. В то же время у этой силы ряд ограничений. В зоне малых скоростей



- Ограничения по максимальной силе тяги определяются рядом специальных практических испытаний, реже — расчётами. На их основании для каждой серии локомотивов устанавливается *расчётная сила тяги*. Помимо этого, для локомотивов с тяговыми электродвигателями устанавливаются часовая и продолжительные силы тяги.

- Тяговые расчеты являются основной частью науки о тяге поездов. Они включают в себя методики для определения массы, скорости и времени хода поезда по перегону, расхода топлива и электроэнергии, длины тормозного пути.

По отношению к неподвижным предметам, в том числе к рельсам, движение поезда рассматривается как поступательное. Считается, что все точки поезда имеют одинаковые скорости по величине и направлению, то есть поезд рассматривается как материальная точка. В то же время эта точка имеет конечный объем и конечную массу.



*В реальной жизни поезд представляет собой систему материальных тел, имеющих между собой упругие и жесткие связи. К этим телам относятся вагоны и локомотивы. Упругими связями являются ударно-тяговые приборы, осуществляющие сцепление вагонов между собой. Жесткими связями являются рельсы, если пренебречь их упругостью.*

*На поезд действует большое количество сил, которые делятся на внешние и внутренние. Внешние силы исходят от тел, не входящих в рассматриваемую систему. Это притяжение земли, реакции рельсов, сопротивление воздуха.*

*Внутренние силы — это силы взаимодействия между отдельными элементами материальной системы. Эти силы всегда парные, то есть равны по величине, действуют по одной линии и противоположно направлены. В материальной системе равнодействующая внутренних сил и их результирующий момент относительно любой оси равны нулю. Следовательно, центр тяжести тела не может изменить своего положения под действием внутренних сил. Для этого необходимо иметь внешние силы. Значит и движение поезда возможно только под действием внешних сил.*

- В тяговых расчетах рассматриваются только те внешние силы, которые действуют на поезд по направлению движения. Их можно объединить в три группы. К первой группе относится сила, передающаяся от локомотива. Это сила тяги  $F$ . Ко второй группе относятся естественные силы, препятствующие движению  $W$ . К третьей группе относятся искусственные силы, препятствующие движению. Это тормозные силы  $B$ .

Рассмотренные силы никогда не действуют в поезде одновременно, а только в различных комбинациях, например, сила тяги и сила естественного сопротивления, тормозная сила и сила естественного сопротивления. Сила естественного сопротивления может также действовать только одна.

Сила тяги создается тяговым двигателем локомотива, который в свою очередь создает вращающий момент  $M$

- . Точка  $A$  является опорой колеса на рельс. Если к колесу приложен момент  $M$ , направленный по часовой стрелке, то его можно заменить парой сил  $F$  и  $F_1$ . Сила  $F$  приложена в точке  $O$  через буксы к раме тележки и направлена по движению. Сила  $F_1$  приложена в точке  $A$  к рельсу и направлена против движения. Она стремится создать проскальзывание опорной точки колеса в сторону, противоположную движению.



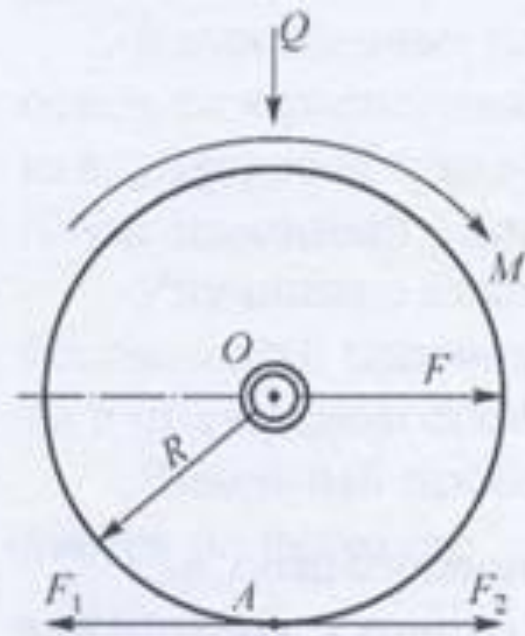


Рис. 6.21. Схема образования силы тяги



- Под действием давления колеса в опорной точке возникает реакция на силу  $F_1$ . Эта реакция  $F_2$  равна по величине  $F_1$  и направлена в противоположную сторону, но по той же линии действия. Сила  $F_2$  является внешней по отношению к колесу. Она как бы непрерывно отталкивает колесо от рельса, то есть, создает упор колеса о рельс, без которого невозможно поступательное движение локомотива.
- В результате равенства сил  $F_1$  и  $F_2$  освобождается сила  $F$  для осуществления движения локомотива. В тяговых расчетах силой тяги локомотива считают горизонтальную реакцию  $F_2$ . Так как сила  $F_2$  направлена по касательной к ободу колеса, ее называют касательной силой тяги. Для локомотива в целом касательная сила тяги определяется как сумма касательных сил каждого колеса и обозначается  $F_K$ .
- При эксплуатации локомотива желательно реализовать как можно большие значения силы тяги, но это возможно только до определенной ее величины. Так как сила  $F_2$  является как бы упором, препятствующим силе  $F_1$  сдвинуть колесо по рельсу, то ее можно назвать силой сцепления между колесом и рельсом.
- Сила сцепления имеет природу сил трения и в первом приближении она равна произведению нормального давления колеса  $Q$  на коэффициент сцепления  $\Psi_k$  колеса с рельсом:
- $F_{сц} = Q * \Psi_k$

- **Сила тяги может возрастать лишь до тех пор, пока она не достигнет предельной силы сцепления колес с рельсами. Если вращающий момент тягового двигателя будет продолжать увеличиваться, то сцепление между колесами и рельсом нарушается, и колеса начинают проскальзывать (буксовать). В теории тяги принято измерять давление  $Q$  в тоннах, а силу тяги в килограммах.**

**Тогда максимальное значение силы тяги будет для одного колеса**

**$F_2 = 1000Q * \Psi_K$       Величина коэффициента сцепления зависит от множества факторов, из которых основными являются: наличие на рельсах загрязнений и влаги (рис. 6.22), род двигателя локомотива, температура колес и рельсов, нагрузка от колеса на рельс (чем больше нагрузка, тем выше коэффициент сцепления), скорость движения, тип тормоза (колодочный или дисковый).**

**Определить величину коэффициента сцепления расчетным путем невозможно, поэтому применяются экспериментальные методы.**



**Опытные поездки дают большой разброс значений коэффициентов сцепления в результате действия множества различных факторов, случайно изменяющихся в процессе движения. Соответственно и сам коэффициент сцепления можно рассматривать как случайную величину, изменяющуюся однако в определенных пределах от 0,4 при благоприятных условиях до 0,1 при неблагоприятных. Расчетные значения коэффициентов сцепления устанавливаются правилами тяговых расчетов (ПТР) в зависимости от типа локомотива и скорости движения.**



Рис. 6.22. Зависимость коэффициента сцепления от скорости движения при различном состоянии поверхности рельсов [1]

- Одним из основных требований, предъявляемых к локомотиву, является реализация большой силы сцепления, так как именно величиной  $\Psi_k$  определяется вес состава, который может везти данный локомотив. Для повышения коэффициента сцепления применяются различные меры конструктивного характера, однако, наиболее эффективным и распространенным методом является подача песка под колеса локомотива. Можно применять также различные способы очистки рельсов и поверхности бандажей (например подтормаживанием).