

## Лекция № 9

# МАНЕВРЕННОСТЬ И ПРОХОДИМОСТЬ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

1. Показатели маневренности
2. Показатели устойчивости
3. Проходимость
4. Тяговые, опорно-цепные параметры и комплексный фактор проходимости

### Показатели маневренности

Основными показателями маневренности автомобиля являются минимальный радиус поворота  $R_{min}$ , м, внутренний  $R_в$ , м, и наружный  $R_н$ , м, габаритные радиусы поворота, минимальный радиус поворота внутреннего заднего колеса  $R_{кв}$ , м, поворотная ширина  $b_n$ , м, по колее колес и поворотная ширина  $b_k$ , м, автомобиля (коридора).

Минимальный радиус поворота автомобиля представляет собой расстояние от центра поворота до оси колеи переднего наружного управляемого колеса при максимальном угле его поворота.

Минимальный радиус поворота, м, указывается в технической характеристике автомобиля. Его можно вычислить по формуле

$$R_{min} = \frac{L}{\sin \theta_{max}},$$

где  $L$  — база автомобиля;  $\theta_{max}$  — максимальный угол поворота наружного колеса (рис. 13.2, а).

Внутренним и наружным габаритными радиусами поворота ( $R_в$  и  $R_н$ ) называются расстояния от центра поворота до ближайшей и наиболее удаленной точек автомобиля при максимальном повороте управляемых колес.

Поворотная ширина по колее колес — это разность между минимальными радиусами поворота переднего наружного и заднего внутреннего колеса:

$$b_n = R_{min} - R_{в.к}.$$

Поворотная ширина по колее колес автомобиля определяет минимально необходимую ширину проезжей части твердого покрытия дороги.

Поворотной шириной автомобиля (коридора) называется разность между наружным и внутренним габаритными радиусами поворота автомобиля:

$$b_k = R_n - R_в.$$

Поворотная ширина коридора определяет минимальную ширину проезда или ширину полосы движения, необходимую при крутых поворотах, а также возможность движения в проездах заданных размеров и формы.

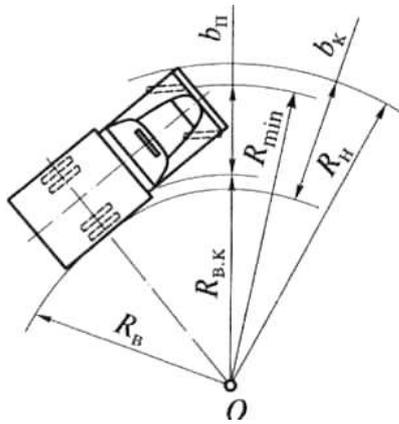


Рисунок - Показатели маневренности автомобиля:  $O$  — центр поворота

Маневренность существенно зависит от конструкции автомобиля: углов поворота управляемых колес, базы, размеров свесов, конструкции сцепных устройств автопоездов, габаритных размеров прицепов и полуприцепов, а также от усилия, прилагаемого водителем к рулевому колесу, при маневрировании автомобиля.

Показатели маневренности существенно зависят от числа управляемых колес у автомобиля. У двухосного автомобиля со всеми управляемыми колесами минимальный радиус поворота  $R_{min}$  в 2 раза меньше, чем у такого же автомобиля, но с передними управляемыми колесами. При этом у автомобиля со всеми управляемыми колесами улучшаются и остальные показатели маневренности.

Однако при всех управляемых колесах усложняется конструкция автомобиля и затрудняется отъезд автомобиля от края тротуара, к которому он стоял вплотную. Кроме того, у такого автомобиля нарушается устойчивость при входе в поворот. Устранить указанные недостатки можно блокированием системы управления задних колес в нейтральном положении как при отъезде от тротуара, так и при движении автомобиля с высокой скоростью.

У трехосного автомобиля с передними управляемыми колесами значительное влияние на показатели маневренности оказывает соотношение между базой  $l$  тележки среднего и заднего мостов и базой  $L$  автомобиля. Так, например, для трехосного автомобиля общего назначения оптимальное соотношение этих баз  $l/L \leq 0,3$ .

У прицепного автопоезда существенное влияние на его маневренность оказывают длина дышла и база прицепа. При уменьшении этих параметров маневренность прицепного автопоезда повышается.

У седельного автопоезда значительное влияние на маневренность оказывает соотношение длины автомобиля-тягача и полуприцепа.

Прицепные автопоезда имеют лучшую маневренность, чем седельные. Это подтверждают показатели маневренности аналогичных по грузоподъемности седельных и прицепных автопоездов. Так, например, при повороте на  $90^\circ$  ширина полосы движения седельного автопоезда может быть больше на 60 %, чем у трехзвенного автопоезда (с двумя прицепами), а при повороте на  $180^\circ$  она может возрасти на 100 %.

Одиночные автомобили более маневренны, чем прицепные и седельные автопоезда.

Ухудшение маневренности автомобиля влечет за собой ухудшение его проходимости. Так, ширина полосы движения (поворотная ширина

автомобиля), характеризующая его маневренность на малых площадках (карьеры, стройки, товарные дворы железнодорожных станций и т.д.), определяет также проходимость автомобиля в горизонтальной плоскости.

### Показатели устойчивости

Показателями поперечной устойчивости автомобиля являются критическая скорость по боковому скольжению (заносу)  $v_z$ , км/ч, критическая скорость по опрокидыванию  $v_o$ , км/ч, критический угол поперечного уклона дороги (косогора) по боковому скольжению  $\beta_z, \dots^\circ$ , критический угол поперечного уклона дороги (косогора) по опрокидыванию  $\beta_o, \dots^\circ$ , коэффициент поперечной устойчивости  $\eta_n$ .

**Критическая скорость по боковому скольжению (заносу).** При равномерном движении автомобиля на поворотах на горизонтальной дороге боковое скольжение его колес может возникнуть в результате действия поперечной силы  $P_y$  (центробежной, силы ветра или боковых ударов о неровности дороги) в тот момент, когда поперечная сила становится равной силе сцепления колес с дорогой. Т.е.

$$P_y = P_{cy}.$$

Критическая скорость автомобиля по боковому скольжению, или заносу, км/ч:

$$v_z = 3,6 \sqrt{gR\phi_y}.$$

где  $\phi_y$  — коэффициент поперечного сцепления.

Критической скоростью по боковому скольжению называется предельная скорость, по достижении которой возможен занос автомобиля.

Таким образом, при прохождении поворота на критической скорости по боковому скольжению занос у автомобиля может и не возникнуть. В этом случае занос может произойти только при минимальном боковом возмущении (порыв ветра, боковой удар колеса о дорожную неровность, поперечный уклон дороги), а также при увеличении скорости движения или уменьшении радиуса поворота, что приводит к увеличению поперечной силы  $P_y$ .

**Критическая скорость по опрокидыванию.** При повороте на горизонтальной дороге поперечная сила  $P_y$ , действующая на автомобиль, может вызвать не только боковое скольжение, но и опрокидывание. Опрокидывание автомобиля происходит относительно его наружных колес. В момент отрыва внутренних колес от дороги нормальные реакции  $R_{zв} = 0$ , и весь вес автомобиля воспринимается наружными колесами ( $R_{zн} = G$ ). В этом случае опрокидывающий момент, создаваемый поперечной силой, уравновешивается восстанавливающим моментом, обусловленным весом автомобиля:

$$M_o = M_в.$$

Критическая скорость автомобиля по опрокидыванию, км/ч:

$$v_o = 3,6 \sqrt{\frac{gRB}{2h_{ц}}}$$

$h_{ц1}, h_{ц2}$  - значения высоты центра тяжести двух автомобилей.

**Критической скоростью по опрокидыванию** называется предельная скорость, по достижении которой возможно опрокидывание автомобиля.

Следовательно, при движении автомобиля на повороте с критической скоростью по опрокидыванию его опрокидывания может и не произойти. Опрокидывание автомобиля в этом случае возможно только при минимальном боковом возмущении и увеличении скорости или уменьшении радиуса поворота.

**Критический угол поперечного уклона дороги по боковому скольжению.** При прямолинейном движении автомобиля по дороге с поперечным уклоном (по косогору) потерю его поперечной устойчивости вызывает составляющая силы тяжести автомобиля, параллельная плоскости косогора:

$$P_y = G \sin \beta,$$

где  $\beta$  — угол поперечного уклона дороги.

Боковое скольжение автомобиля на косогоре может начаться в момент, когда

$$P_y = P_{сц}.$$

Критический угол поперечного уклона дороги по боковому скольжению:

$$\operatorname{tg} \beta_3 = \varphi_y; \quad \beta_3 = \operatorname{arctg} \varphi_y.$$

**Критическим углом поперечного уклона** дороги по боковому скольжению называется предельный угол, при котором еще возможно прямолинейное движение автомобиля по косогору без бокового скольжения колес. Боковое скольжение автомобиля в этих условиях начинается при действии любого минимального поперечного возмущения.

**Критический угол поперечного уклона дороги по опрокидыванию.** При прямолинейном движении по дороге с поперечным уклоном опрокидывание автомобиля может начаться в том случае, когда опрокидывающий момент, создаваемый поперечной силой, уравновешен восстанавливающим моментом, обусловленным нормальной составляющей силы тяжести автомобиля:

$$M_o = M_g.$$

Критический угол поперечного уклона дороги по опрокидыванию:

$$\operatorname{tg} \beta_3 = \frac{B}{2h_{ц}}; \quad \beta_3 = \operatorname{arctg} \frac{B}{2h_{ц}}.$$

Критическим углом поперечного уклона дороги по опрокидыванию называется предельный угол, при котором еще возможно прямолинейное движение автомобиля по косогору без опрокидывания.

Опрокидывание автомобиля в этом случае может произойти только при любом минимальном боковом возмущении.

Значение критического угла поперечного уклона дороги по опрокидыванию зависит от типа автомобиля. Так, для легковых автомобилей этот угол составляет  $40...50^\circ$ , для грузовых автомобилей —  $30...40^\circ$  и для автобусов —  $25...35^\circ$ .

**Коэффициент поперечной устойчивости.** Коэффициентом поперечной устойчивости автомобиля называется отношение колеи колес автомобиля к его удвоенной высоте центра тяжести:

$$\eta_n = \frac{B}{2h_c}$$

Коэффициент поперечной устойчивости позволяет определить, какой из двух видов потерь поперечной устойчивости (занос или опрокидывание) более вероятен при эксплуатации.

### Занос автомобиля

В процессе эксплуатации автомобилей при нарушении поперечной устойчивости чаще происходит их занос, чем опрокидывание. При этом начинают скользить колеса одного из мостов — переднего или заднего.

Определим, что более вероятно и опасно: занос переднего управляемого или заднего ведущего моста.

Для качения колеса без скольжения необходимо, чтобы

$$P_{cy} \geq \sqrt{R_x^2 + R_y^2},$$

где  $R_x$  — касательная реакция дороги;  $R_y$  — поперечная реакция дороги.

Следовательно, должно выполняться соотношение

$$R_y \leq \sqrt{R_z^2 \phi_x^2 - R_x^2},$$

согласно которому поперечная сила, прилагаемая к колесу и не вызывающая его скольжения, тем больше, чем значительнее сила сцепления колеса с дорогой и меньше касательная реакция дороги.

Определим, какое из колес (ведомое, ведущее или тормозящее) наиболее устойчиво против бокового скольжения (заноса).

Ведомое колесо наиболее устойчиво против заноса, так как касательная реакция дороги  $R_x$ , представляющая собой силу сопротивления качению, мала по сравнению с силой сцепления  $P_{cy}$ .

Ведущее и тормозящее колеса менее устойчивы против заноса, поскольку через них передаются соответственно тяговая и тормозная силы. В тот момент, когда сила сцепления будет равна касательной реакции дороги ( $P_{cy} = R_x$ ), сцепление колеса с дорогой полностью использовано касательной реакцией. В этом случае достаточно действия небольшой боковой силы, чтобы начался занос колеса. Для ликвидации начавшегося заноса следует

уменьшить касательную реакцию на колесе (уменьшить тяговую силу, прекратить торможение).

При прямолинейном движении автомобиля наиболее вероятен занос заднего ведущего моста, так как на его колеса при разгоне и преодолении повышенного сопротивления дороги действуют касательные реакции дороги во много раз более значительные, чем на колеса переднего ведомого моста. При торможении автомобиля вследствие перераспределения нагрузки (увеличивается нагрузка на передний мост) уменьшается сила сцепления задних колес, что также способствует заносу заднего ведущего моста.

Занос заднего ведущего моста автомобиля при эксплуатации не только вероятнее, чем переднего, но и опаснее. Допустим, что у двигавшегося прямолинейно автомобиля со скоростью  $v_a$  начался занос или переднего (рис. 14.9, а), или заднего (рис. 14.9, б) моста со скоростью  $v'_z$ . В обоих случаях мост, у которого начался занос, перемещается в направлении результирующей скорости  $v'$ , а нескользкий мост по-прежнему движется прямолинейно со скоростью  $v_a$ . Происходит поворот автомобиля вокруг центра  $O$ , и на автомобиль действует центробежная сила  $P_c$ . Радиус поворота автомобиля в этом случае равен  $R$ .

При заносе переднего моста (см. рис. 14.9, а) поперечная составляющая  $P_y$  центробежной силы, являющаяся основной силой, которая действует на автомобиль при повороте, направлена противоположно скольжению передних колес. В результате занос переднего моста автоматически прекращается.

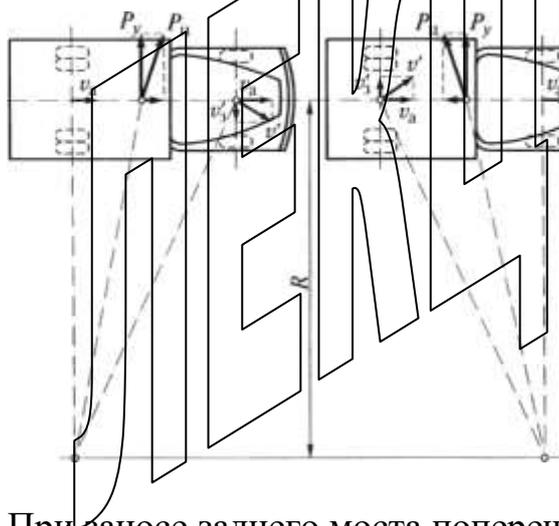


Рисунок - Занос переднего (а) и заднего (б) мостов автомобиля:  $O$  — центр поворота

При заносе заднего моста поперечная составляющая  $P_y$  центробежной силы действует в направлении скольжения задних колес и усиливает начавшийся занос заднего моста. Для ликвидации начавшегося заноса необходимо повернуть передние управляемые колеса в сторону заноса. При этом центр поворота автомобиля  $O$  переместится в точку  $O_1$ , радиус поворота увеличится и станет равным  $R_1$ . В результате поперечная составляющая  $P_y$  центробежной силы, способствующая заносу, уменьшится.

При повороте передних колес на больший угол центр поворота переместится на противоположную сторону автомобиля, и поперечная

составляющая  $P_y$  центробежной силы будет направлена в сторону, противоположную заносу. Занос задних колес в этом случае прекратится.

При еще большем угле поворота передних колес скольжение задних колес начнется в противоположную сторону. Поэтому после прекращения заноса задних колес автомобиль нужно вывести на прямолинейное движение.

В процессе эксплуатации занос автомобиля происходит чаще всего при торможении, когда в месте контакта колес с дорогой действуют большие тормозные силы. В результате колеса теряют способность воспринимать боковые силы. При торможении занос часто возникает также из-за неодинаковых тормозных моментов на колесах одного моста. Это происходит вследствие неправильной регулировки тормозных механизмов или их замазливания и загрязнения.

Для ликвидации начавшегося заноса при торможении следует уменьшить касательные реакции дороги на колесах (прекратить торможение).

Для устранения потери устойчивости автомобиля необходимо перед началом поворота уменьшить скорость движения, так как поперечная составляющая  $P_y$  центробежной силы пропорциональна квадрату скорости.

### **Продольная устойчивость автомобиля и автопоезда**

При нарушении продольной устойчивости автомобиль может опрокинуться относительно оси передних или задних колес, а также скользить в продольном направлении.

Опрокидывание вокруг осей колес возможно только у автомобиля с очень короткой базой и высоким расположением центра тяжести. Однако для большинства современных автомобилей, имеющих низкое расположение центра тяжести, опрокидывание в продольной плоскости маловероятно. Возможно лишь продольное скольжение, вызванное буксованием ведущих колес, что более вероятно для автопоездов.

В связи с этим показателем продольной устойчивости автомобиля является критический угол подъема по буксованию  $\alpha_b$ .

Определим критический угол подъема по буксованию для автомобиля. С этой целью рассмотрим равномерное движение автомобиля на максимальном подъеме, так как разгон на нем невозможен. При преодолении максимального подъема скорость движения автомобиля небольшая, поэтому силой сопротивления воздуха  $P_e$  пренебрегаем. При этом сцепление ведущих колес с дорогой полностью используется касательной реакцией дороги ( $R_{x2} = P_{cy} = R_{z2} \varphi_x$ ), а касательной реакцией дороги на передних колесах пренебрегаем, так как она мала по сравнению с касательной реакцией  $R_{x2}$ .

Из условий равновесия автомобиля следует, что

$$R_{z2} L = Gh_u \sin \alpha + Gl_1 \cos \alpha; \quad R_{x2} = G \sin \alpha.$$

Максимальное значение касательной реакции дороги на ведущих колесах автомобиля ограничена сцеплением колес с дорогой:

$$R_{x2} = R_{z2} \varphi_x.$$

Подставим в это выражение значения реакций дороги  $R_{z2}$  и  $R_{x2}$  и разделим обе части уравнения на  $\cos\alpha$ . Учитывая в данном случае, что  $\alpha = \alpha_0$  определим критический угол подъема по буксованию:

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{\varphi_x l_1}{L - h_y \varphi_x}.$$

Критическим углом подъема по буксованию называется предельный угол, при котором еще возможно движение автомобиля на подъеме без буксования ведущих колес.

Критический угол подъема по буксованию во многом зависит от коэффициента сцепления  $\varphi_x$ . Так, например, при  $\varphi_x = 0,3$  (асфальт влажный и грязный или покрытый снегом) для автомобилей с колесной формулой 4x2 угол  $\alpha_0 = 10... 15^\circ$ .

Для автомобиля со всеми ведущими колесами критический угол подъема по буксованию

$$\operatorname{tg}\alpha_0 = \varphi_x.$$

Следовательно, автомобили такого типа могут преодолевать крутые подъемы без потери продольной устойчивости.

Угол  $\alpha_0$  линейно зависит от коэффициента  $\varphi_x$ .

## ПРОХОДИМОСТЬ

Габаритные параметры характеризуют проходимость автомобиля по неровностям дороги и его способность вписываться в дорожные габариты.

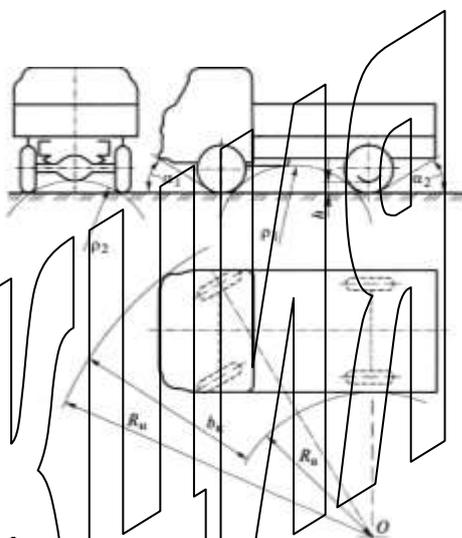
Основными габаритными параметрами проходимости автомобиля являются дорожный просвет  $h$ , м, углы переднего  $\alpha_1, \dots^\circ$  и заднего  $\alpha_2, \dots^\circ$  свеса, продольный  $\rho_1$  м, и поперечный,  $\rho_2$  м, радиусы проходимости, наружный  $R_n$ , м, и внутренний  $R_v$ , м, габаритные радиусы поворота, поворотная ширина  $b_k$ , м, углы гибкости в вертикальной  $\beta_0, \dots^\circ$ , и горизонтальной  $\alpha_0, \dots^\circ$ , плоскостях.

*Дорожный просвет* — расстояние между нижней точкой автомобиля и дорогой, характеризует возможность такого движения, при котором автомобиль не задевает сосредоточенные препятствия (камни, пни, кочки и др.). Обычно дорожный просвет определяется под картером главной передачи ведущего моста. Его величина зависит от типа автомобиля и условий его эксплуатации. Так, для грузовых автомобилей ограниченной проходимости дорожный просвет составляет 245... 290 мм, а для автомобилей повышенной проходимости — 315 ...400 мм. Увеличение дорожного просвета приводит к повышению проходимости, что может быть достигнуто увеличением диаметра колес и уменьшением габаритов главной передачи (например, разнесенная главная передача). Однако увеличение дорожного просвета приводит к повышению центра тяжести автомобиля, что может ухудшить его устойчивость.

*Углами переднего и заднего свеса* называются углы, образованные плоскостью дороги и плоскостями, касательными к передним и задним колесам и к выступающим нижним точкам передней и задней частей автомобиля. Углы свеса характеризуют проходимость автомобиля по неровным дорогам во время въезда на препятствие или съезда с него (наезд на бугор, переезд через канаву, яму, кювет и т.д.). Чем больше углы свеса, тем более крутые дорожные неровности может преодолеть автомобиль.

Для грузовых автомобилей ограниченной проходимости  $\alpha_1 = 25...42^\circ$  и  $\alpha_2 = 18...38^\circ$ , для автомобилей повышенной проходимости  $\alpha_1 = 35...55^\circ$  и  $\alpha_2 = 32...42^\circ$ .

*Продольный и поперечный радиусы проходимости* представляют собой радиусы окружностей, касательных к колесам и нижним точкам автомобиля в продольной и поперечной плоскостях. Эти радиусы определяют контуры препятствий, преодолевая которые автомобиль не задевает их. Чем меньше указанные радиусы, тем выше проходимость автомобиля. Так, например, продольный радиус проходимости для обычных грузовых автомобилей составляет 2,7...5,5 м, а для автомобилей повышенной проходимости — 2...3,5 м.



**Рисунок - Габаритные параметры проходимости автомобиля:** O – центр поворота.

*Внутренний и наружный габаритные радиусы поворота* — это расстояния от центра поворота соответственно до ближайшей и наиболее удаленной точек автомобиля при максимальном повороте управляемых колес.

*Поворотная ширина автомобиля* характеризует разность между его наружным и внутренним радиусами поворота.

Радиусы поворота и поворотная ширина автомобиля характеризуют также и маневренность автомобиля — способность поворачиваться на минимальной площади. Одиночные автомобили более маневренны, чем автопоезда. Маневренность автопоездов ухудшается при увеличении числа единиц и базы прицепного состава.

Углами гибкости в вертикальной и горизонтальной плоскостях называются углы возможного отклонения оси сцепной петли прицепа от оси тягового крюка. Угол гибкости в вертикальной плоскости автопоезда характеризует его проходимость по неровностям дороги, а угол гибкости в горизонтальной плоскости — способность к поворотам, т.е. его маневренность. Для автопоездов с двухосными прицепами углы гибкости  $\beta_e \geq \pm 62^\circ$  и  $\alpha_e \geq \pm 55^\circ$ , для седельных автопоездов  $\beta_e \geq \pm 8^\circ$  и  $\alpha_e \geq \pm 90^\circ$ ,

### Тяговые, опорно-сцепные параметры и комплексный фактор проходимости

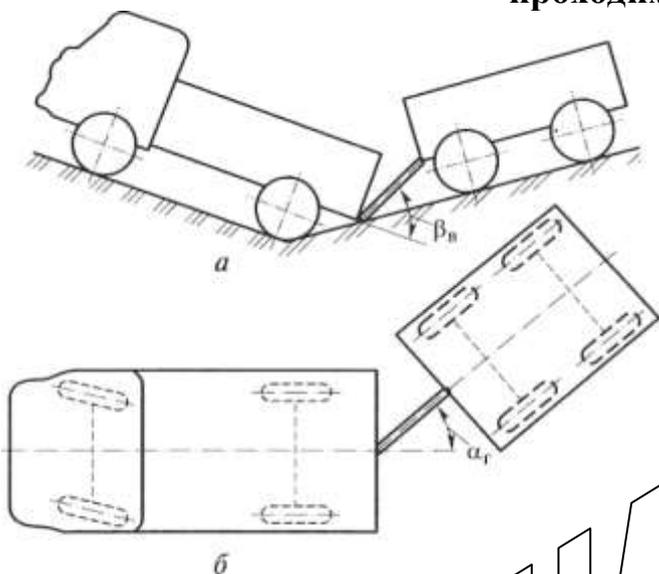


Рисунок - Углы гибкости автопоезда в вертикальной (а) и горизонтальной (б) плоскостях

Эти параметры характеризуют проходимость автомобиля на мягких и твердых скользких дорогах, а также на подъемах.

Основными тяговыми и опорно-сцепными параметрами проходимости являются удельная мощность  $N_{уд}$  кВт/т, динамический фактор по тяге  $D$ , удельное давление колес на дорогу  $p_{уд}$  МПа, и коэффициент сцепления колес с дорогой  $\phi_x$ . Указанные параметры проходимости зависят от типа автомобиля и условий его эксплуатации.

Удельная мощность автомобиля, кВт/т, представляет собой отношение максимальной мощности двигателя к полной массе автомобиля:

$$N_{уд} = \frac{N_{max}}{m_a}$$

Чем больше удельная мощность, тем выше проходимость автомобиля. Так, например, для грузовых автомобилей ограниченной проходимости удельная мощность составляет 5... 12 кВт/т, для автопоездов должна быть не менее 5,15 кВт/т.

Динамический фактор по тяге характеризует тяговые свойства автомобиля при преодолении тяжелых участков дороги с большим сопротивлением движению. Поэтому автомобиль, работающий в тяжелых дорожных условиях, должен обладать большим динамическим фактором. Чем больше динамический фактор, тем меньше вероятность потери проходимости вследствие недостаточных тяговых свойств автомобиля.

Однако значение динамического фактора по тяге ограничивается сцеплением колес с дорогой.

Для реализации максимального динамического фактора без буксования ведущих колес необходимо увеличивать сцепление колес с дорогой и повышать сцепной вес автомобиля (нагрузку на ведущие колеса).

Увеличение сцепления колес с дорогой достигается выбором типа шин и рисунка протектора, а повышение сцепного веса — увеличением числа ведущих колес и смещением центра тяжести автомобиля к ведущему мосту.

Максимальные значения динамического фактора по тяге составляют 0,25... 0,35 для грузовых автомобилей ограниченной проходимости и 0,6...0,8 — для автомобилей повышенной проходимости.

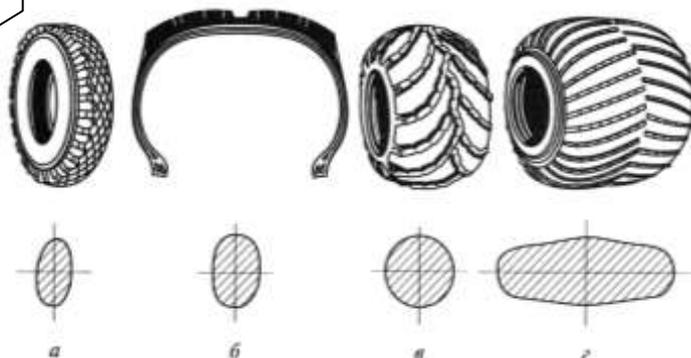
Для повышения проходимости автомобиля необходимо увеличивать максимальный динамический фактор по тяге. Это может быть достигнуто применением двигателей большей мощности, установкой гидropередачи, подбором передаточных чисел трансмиссии (за счет понижающей передачи в раздаточной коробке), увеличением числа ведущих колес.

Удельное давление на опорную поверхность, МПа, характеризует проходимость автомобиля по мягким дорогам и может быть представлено в следующем виде:

$$p_{уд} = \frac{G_k}{F_k},$$

где  $G_k$  — нагрузка на колесо, Н;  $F_k$  — площадь контакта колеса с дорогой, мм<sup>2</sup>.

Для повышения проходимости по мягким дорогам необходимо уменьшать давление колес на дорогу. Это достигается понижением давления воздуха в шинах, увеличением размеров шин, числа мостов и колес, а также применением специальных шин. Использование специальных шин уменьшает удельное давление колес на дорогу за счет увеличения площади их контакта (рис. 23.3) с опорной поверхностью. Так, по сравнению с обычными шинами площадь контакта широкопрофильных шин больше на 20...40 %, арочных — в 1,5 — 2 раза, пневмокатков — в 2,5 — 3 раза, причем проходимость автомобиля, оборудованного пневмокатками, приближается к проходимости гусеничных машин.



**Рисунок - Шины и площади контакта шин с дорогой:**

а — торoidalная, б — широкопрофильная, в — арочная, г — пневмокаток.

Удельное давление колес на дорогу зависит от типа автомобиля и условий его эксплуатации. Например, на дороге с асфальтобетонным покрытием удельное давление составляет 0,18... 0,55 МПа для грузовых автомобилей ограниченной проходимости и 0,2... 0,4 МПа — для автомобилей повышенной проходимости.

*Коэффициент сцепления* характеризует проходимость автомобиля по влажным грунтам и скользкой (обледенелой) дороге. Увеличение коэффициента сцепления приводит к повышению проходимости автомобиля по таким дорогам.

На коэффициент сцепления значительное влияние оказывают рисунок протектора шин и его насыщенность. Коэффициент насыщенности рисунка протектора шины определяется как доля нагрузки, приходящейся на грунтозацепы, и выражается в процентах.

В условиях бездорожья обычно используются шины с крупными и широко расставленными грунтозацепами, у которых коэффициент насыщенности рисунка протектора составляет 15...25 %. Протектор таких шин не забивается грязью.

На песочном грунте используются шины с невысокими грунтозацепами и небольшими расстояниями между ними. Коэффициент насыщенности рисунка протектора таких шин составляет 80...90%.

Для движения по скользким обледенелым дорогам применяют шины с зимним рисунком протектора или металлическими шипами, которые препятствуют буксованию и боковому скольжению (заносу) колес. В качестве временной меры, повышающей сцепление колес с дорогой, применяют различного типа цепи противоскольжения: витые, браслетные, гусеничные и др.

*Комплексный фактор проходимости* характеризует эффективность использования автомобиля при его эксплуатации на тяжелых дорогах и по бездорожью, учитывает снижение производительности автомобиля (вследствие уменьшения средней скорости движения и массы перевозимого груза) и ухудшение топливной экономичности (из-за увеличения расхода топлива) в этих условиях эксплуатации по сравнению с шоссейными дорогами.

Комплексный фактор проходимости автомобиля

$$P_k = \frac{G_{2.m} v_m q_{ш}}{G_{2.ш} v_{ш} q_m},$$

где  $G_{2.m}$ ,  $G_{2.ш}$  — полезные нагрузки соответственно на тяжелых дорогах (по бездорожью) и шоссейных дорогах;  $v_m$ ,  $v_{ш}$  — средние скорости движения на таких дорогах;  $q_m$ ,  $q_{ш}$  — путевой расход топлива.

### Контрольные вопросы

1. Что означает понятие маневренности автомобиля и какими показателями она оценивается?

2. Какие конструктивные факторы автомобиля влияют на его маневренность?
3. Назовите радиусы поворота, определяющие маневренность автомобиля.
4. Как влияет проходимость на среднюю скорость движения, производительность и топливную экономичность автомобиля?
5. Какие габаритные параметры характеризуют проходимость автомобиля по неровностям дороги?
6. С помощью каких тяговых и опорно-сцепных параметров оценивают проходимость автомобиля на мягких и твердых скользких дорогах, а также на подъемах?
7. Что такое дорожный просвет автомобиля и как его определяют?
8. Как можно увеличить сцепление колес с дорогой?
9. Какими способами увеличивают сцепной вес автомобиля?
10. Как достигается уменьшение давления колес автомобиля на дорогу?

ЛЕКЦИЯ № 9