

Л и т е р а т у р а

1. Агейкин Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители. М., 1972. 2. Герасимович А.И., Матвеева Я.И. Тексты лекций по курсу "Теория вероятностей и математическая статистика", ч. 1. Минск, 1973.

УДК 629.114.2

А.Х. Лефаров, докт.техн.наук,
В.В. Ванцевич, А.В. Гури
(Белорусский политехнический
институт)

БЛОКИРУЮЩИЕСЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЫ – МЕХАНИЗМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

Идеальный дифференциал должен удовлетворять требованиям кинематики поворота колесной машины, а также перераспределять тяговые усилия между мостами и колесами в строгом соответствии со сцепными условиями колес с дорогой. Однако механизмов, которые полностью удовлетворяли бы этим требованиям, в настоящее время еще нет. Механизмы, получившие название блокирующихся дифференциалов, выполняют эти функции не совсем полно.

Перераспределение тяговых усилий блокирующимися дифференциалами может возникать при неодинаковых сцепных условиях колес с дорогой, а также при разных путях, проходимых колесами на повороте.

Тяговые усилия между колесами перераспределяются автоматически до определенного их соотношения, которое равно коэффициенту блокировки K и при достижении которого наступает относительное вращение полуосей.

Условия по сцеплению колес с дорогой и разность путей, проходимых ими на повороте, как задающие воздействия на соотношение сил тяги колес (последнее является регулируемой величиной), произвольно определяются во времени. По этой причине блокирующиеся дифференциалы можно отнести к системам автоматического регулирования следящего действия.

Основную группу блокирующих дифференциалов составляют механизмы, работающие по принципу повышенного внутреннего трения. В литературе, как правило, считают, что все эти механизмы идентичны. На самом деле это не совсем так. Подробное изучение свойств этих механизмов показывает, что по

своим характеристикам и влиянию на эксплуатационные свойства машин их можно объединить в следующие три группы:

1. Дифференциалы с повышенным внутренним трением за счет искусственно созданного низкого КПД механизма в относительном вращении двух выходных валов. Расчетный коэффициент блокировки, представляющий собой отношение моментов на выходных валах при срабатывании дифференциала, — величина постоянная, не зависящая от тягового момента на корпусе механизма M_0 (здесь и далее полагаем, что коэффициент трения μ постоянен).

2. Дифференциалы с муфтами трения, сжатыми специальными пружинными устройствами для получения большого момента трения в механизме при отсутствии тяговой нагрузки M_0 . С появлением и возрастанием тяговой нагрузки возникающие осевые силы полуосевых шестерен противодействуют усилиям пружин и тем самым снижают моменты трения в муфтах. Таким образом, с ростом тяговой нагрузки момент трения в дифференциале уменьшается и соответственно уменьшается коэффициент блокировки K_D .

3. Дифференциалы с муфтами постоянного момента трения. В этих механизмах, хотя момент трения и неизменен, доля его в балансе моментов уменьшается с ростом тяговой нагрузки, и, следовательно, уменьшается коэффициент блокировки.

Встречаются механизмы смешанного типа, сочетающие в своей конструкции элементы указанных трех групп блокирующихся дифференциалов.

Рассмотрим особенности характеристик трех групп блокирующихся дифференциалов с повышенным внутренним трением.

В работе [1] получено выражение для K_D , универсальное для всех дифференциалов первой группы,

$$K_D = \frac{1 + \mu \Pi}{1 - \mu \Pi} \quad (1)$$

Геометрический показатель Π , постоянный для каждой данной конструкции дифференциала первой группы, отражает особенности конструктивной схемы механизма. Графически зависимость (1) представляет собой равностороннюю гиперболу с асимптотами, параллельными осям координат с центром O' (рис. 1).

К этой группе механизмов относится большинство блокирующихся дифференциалов, применяемых в машинах. Это дисковый дифференциал МТЗ-52, кулачковый дифференциал ГАС-66, чер-

вянный дифференциал НАМИ и др. В этих механизмах в большинстве случаев $K_d = 2,5 - 4$ и соответственно $\Pi = 4 - 6$ при $\mu = 0,1$.

Примером дифференциала второй группы может служить механизм, разработанный американской фирмой Борг-Варнер [2]. Этот дифференциал имеет так называемые "разгрузочные конусы", которые поджаты тарельчатыми пружинами. Причем усилия пружин направлены противоположно действующим на полуосевые шестерни осевым составляющим усилий в зацеплении зубьев, которые стремятся развести шестерни. Поэтому дифференциал обладает высоким коэффициентом блокировки при передаче малого крутящего момента. При увеличении тяговой нагрузки внутреннее трение в конусных муфтах дифференциала уменьшается за счет того, что возрастающее осевое усилие полуосевых шестерен уменьшает результирующую силу, сжимающую конусные муфты. В результате уменьшается коэффициент блокировки.

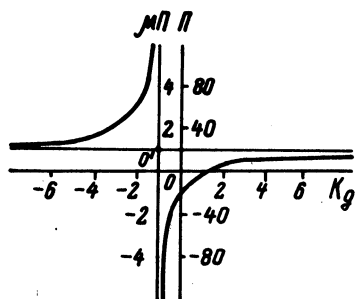


Рис. 1. Зависимость K_d от величины Π для дифференциалов с повышенным внутренним трением.

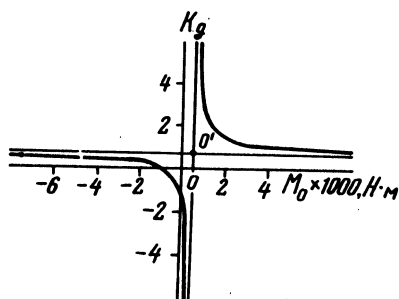


Рис. 2. Зависимость K_d от тягового момента M_0 для дифференциалов типа Борг-Варнер.

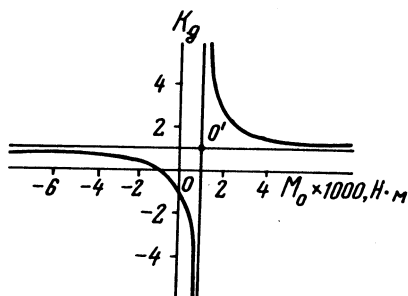


Рис. 3. Зависимость K_d от тягового момента M_0 для дифференциалов с муфтами постоянного момента трения.

Зависимость между K_d и M_0 для указанного механизма на основании общеизвестных методов выражена нами следующей формулой:

$$K_d = \frac{(1 - \mu A) M_0 + \mu B}{(1 + \mu A) M_0 - \mu B}, \quad (2)$$

где А и В – некоторые характеристики, как и П в формуле (1), постоянные для данной конструкции дифференциала.

На рис. 2 дано графическое изображение зависимости (2).

Для блокирующихся дифференциалов, образующих третью группу, коэффициент блокировки, как показано в работе [1], может быть определен по выражению

$$K_{\text{д}} = \frac{M_0 + C}{M_0 - C}, \quad (3)$$

где С – постоянная величина, характерная для данного механизма.

Из выражения (3) видно, что $K_{\text{д}}$ – величина переменная и зависит от режима тяги. Чем больше тяговая нагрузка, тем меньше $K_{\text{д}}$ и, наоборот, чем меньше тяговая нагрузка, тем больше $K_{\text{д}}$.

Графическая интерпретация зависимости (3) дана на рис. 3. Сопоставляя характеристики дифференциалов второй и третьей групп, необходимо отметить, что протекание кривых $K_{\text{д}}$ отличается тем, что во второй группе с возрастанием тяговой нагрузки величина $K_{\text{д}}$ раньше достигает значения единицы, т.е. раньше наступает переход на режим работы обычного дифференциала.

Резюме. 1. Самоблокирующиеся дифференциалы, работающие по принципу повышенного внутреннего трения, по своей внешней характеристике можно подразделить на три группы.

Если в первой группе коэффициент блокировки $K_{\text{д}}$ постоянен (при неизменном μ), то во второй и третьей группах величина $K_{\text{д}}$ с ростом тяговой нагрузки уменьшается, причем это уменьшение происходит быстрее в механизмах второй группы.

Перераспределение тяговых усилий между колесами, зависящее от $K_{\text{д}}$, происходит автоматически.

2. Закон перераспределения тяговых нагрузок между колесами, определяемый дифференциалом, влияет на проходимость, управляемость и экономичность машины в эксплуатации.

Для более полного изучения этого влияния необходимы дальнейшие теоретические исследования и обстоятельная экспериментальная проверка.

Л и т е р а т у р а

1. Лефаров А.Х. Дифференциалы автомобилей и тягачей. М., 1972.
2. Самоблокирующийся межосевой дифференциал. – "Автомобильная промышленность США", 1973, №9.