

# Разработка дифференциала для улучшенного управления тягой.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Управление тягой... способность применить доступную мощность в фактических дорожных условиях - проблема, волнующая как водителей так и автомобильных инженеров. Дифференциал Torsen, разработанный Глизоном (Gleason), предназначен для улучшения управления тягой в транспортных средствах переднего и заднего привода, полноприводных транспортных средствах, и в различных применениях всевозможных приводов, используемых в автомобилях, грузовиках, военных транспортных средствах, в строительной и сервисной технике, и гоночных автомобилях.

Эта статья объясняет основные принципы работы, различные альтернативы разработки, и возможности улучшения управления тягой, обеспеченные дифференциалом Torsen.

## 2 ХАРАКТЕРНЫЕ ФУНКЦИИ

Дифференциал Torsen предоставляет оптимальный компромисс между двумя первичными функциями любого дифференциала, а именно, передачей мощности от единственного источника к двум приводам колес (или валам) и обеспечение независимости вращения этих двух приводов (то есть, дифференцирование). Этот компромисс позволяет увеличить общую сумму крутящего момента, который может быть передан ведущим колесам, в любых условиях, не ограничивая требуемое дифференцирование. Дифференцирование необходимо для обеспечения различных угловых скоростей приводов в ситуациях, когда автомобиль поворачивает, или при различных радиусах качения колес. Эти цели достигаются, связыванием функции дифференцирования с распределением момента между приводами. Значение этой важной особенности будет очевидно в последующем изложении, начиная с объяснения передачи крутящего момента в дифференциале.

### 2.1 Общие положения о передаче крутящего момента в дифференциале

Одна из двух вышеупомянутых первичных функций дифференциала, передача мощности от единственного ведущего вала к двум ведомым осям, наиболее близко связана с целью управления тягой (см. иллюстрацию 1). Мощность, конечно, является произведением крутящего момента и угловой скорости. Однако так как возможно выразить тягу как силу реакции, действующую на данном радиусе колеса, то, рассматривая функцию передачи мощности к ведущим осям, можно выражать тягу в терминах одного крутящего момента. Фактически, в дифференциале можно идентифицировать два типа передачи крутящего момента. Первый, являющейся одной первичной функцией, связан с передачей момента от единственного источника мощности (двигателя) к двум приводам колес. Второй тип - передача момента между приводами. Два типа передачи момента взаимосвязаны, и это - важная особенность дифференциала Torsen, позволяющая управлять передачей крутящего момента между приводами и таким образом увеличивать способность дифференциала передавать большее количество момента к двум приводам в совокупности.



Fig. 1 Power flow

### 2.2 Сравнение со свободным дифференциалом

Только что упомянутая особенность дифференциала Torsen может быть лучше всего оценена по сравнению с особенностями передачи крутящего момента "свободным" или обычным дифференциалом. Приводы, связанные открытым дифференциалом соединены коническими зубчатыми соединениями, разработанными так, чтобы разделить момент поровну. Эта конструкция не создает никакого существенного различия момента между приводами и, как следствие, дает очень небольшое сопротивление дифференцированию. Фактически любая попытка приложить увеличенный момент к одному из приводов закончится вращением зубчатого механизма, называемым дифференциальным вращением между приводами. Например, если одно из ведущих колес теряет сцепление с дорогой, любая попытка приложить дополнительный момент к другому ведущему колесу (имеющему лучшее сцепление с дорогой) закончится нежелательной 'пробуксовкой' колеса, передаваемый обоим приводам, ограничен приблизительно удвоенным моментом, поддерживаемым ведущим колесом, имеющим наименьшее сцепление с дорогой. Именно эта проблема

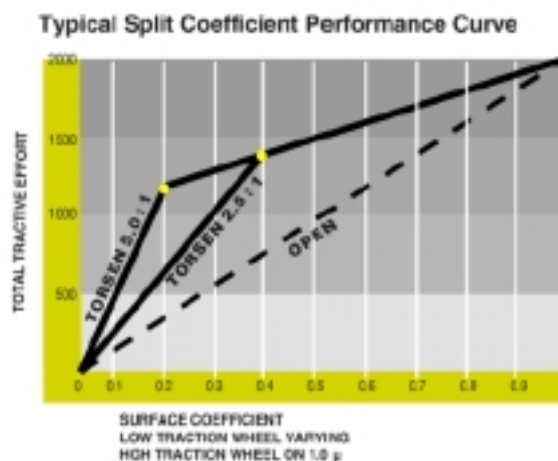


Fig 2 - Comparison with open differential

чаще всего вызывает потребность в улучшенном управлении тягой (см. иллюстрацию 2). Дифференциал Torsen удовлетворяет эту потребность, предоставляя пропорциональную характеристику распределения момента, с помощью соединения приводов передачей Invex\*. Эта передача разработана так, чтобы поддержать определенное соотношение моментов между приводами.

### 2.3 Передача Invex

Передача Invex в дифференциале Torsen включает набор шестерен, состоящий из двух или более пар сателлитов (называемыми "элементными шестернями"), соединенными с центральными винтовыми червяками (называемыми "боковыми шестернями"). Пары элементных шестерен связаны друг с другом зубчатым соединением. На иллюстрации 3 показан типичный блок шестерен Invex для дифференциала Torsen. Данная передача состоит из шести элементных шестерен и двух боковых шестерен. Число пар элементных шестерен, используемых в определенном проекте – зависит от рабочего момента и пространственных требований к передаче. Модифицированное винтовое соединение, элементной шестерни с боковой, разработано и выполнено так, чтобы обеспечить эллиптическое эвольвентное соединение для уменьшения напряжения зуба и увеличения перекрытия зубов. Кроме того, угол спирали зубчатого колеса, угол давления и глубина зуба подобраны так, чтобы еще более минимизировать напряжение и износ без снижения функциональности.



Fig. 3 Invex gear train

### 2.4 Отношение смещения момента

Максимальное отношение моментов, которое поддерживается конкретной моделью дифференциала, называют 'отношением смещения'. Эта величина выражается отношением моментов на оси с более высоким моментом и оси с более низким моментом. Величина отношения смещения значительно влияет на действующую связь между ведущими осями и позволяет управлять передачей крутящего момента между приводами так, чтобы достигнуть оптимальной тяги. Отношение смещения 4:1' означает, что дифференциал Torsen способен приложить к ведущему колесу, имеющему лучшее сцепление с дорогой, в четыре раза больший момент, чем тот, который может быть приложен к колесу с худшим сцеплением. По сравнению со свободным дифференциалом, это означает, что, при тех же самых условиях, дифференциал с отношением смещения '4:1' способен передать приблизительно в два с половиной раза больший момент к ведущим колесам (суммарно), чем свободный дифференциал.

### 2.5 Сравнение с другими типами дифференциалов

Известны и другие средства для изменения действующей связи между приводами, чтобы передать им больший суммарный момент. Например, много дифференциалов с повышенным внутренним трением имеют фрикционное сцепление, чтобы компенсировать передачу момента между осями. Такое фрикционное сцепление задает минимальную величину сопротивления, которое должно быть преодолено, чтобы позолить относительно вращение приводов, что может мешать работе антиблокировочных тормозных систем. Кроме того, так как силы трения действуют непрерывно, фрикционные сцепления имеют тенденцию изнашиваться, что приводит к ухудшению характеристик дифференциала со временем.

В отличие от непрерывно действующего дифференциала повышенного трения, характеристика смещения момента дифференциала Torsen задает максимальное отношение распределения крутящего момента между приводами. Например, если момент, передаваемый дифференциалом Torsen, уменьшается, то и сопротивление дифференцированию также уменьшается. Таким образом, даже притом, что отношение смещения остается относительно постоянным, пропорциональное уменьшение момента, передаваемого дифференциалом, ведет к уменьшению разности моментов между осями. При торможении, когда дифференциал практически не передает, или передает очень малый момент, распределение крутящего момента между осями 4:1 дает маленькое или практически нулевое различие этих моментов. Таким образом, дифференциал Torsen не будет создавать никакого заметного "раскручивающего" момента между осями в процессе торможения, и поэтому не повлияет на работу антиблокировочных тормозных систем.

Другой известный подход к модификации действующей связи между приводами состоит в том, чтобы предусмотреть сопротивление дифференцированию как функцию разности скоростей приводов. Уже давно выяснено, что нежелательная пробуксовка колес связана с высокой степенью дифференцирования. Были разработаны дифференциалы, использующие трение сдвига в жидкостях, которые отвечают на увеличенную скорость дифференцирования, увеличением фрикционного сопротивления сдвига жидкости. Очевидная проблема с такими 'чувствительными к скорости' дифференциалами - то, что нежелательная пробуксовка колес уже произошла существенно раньше момента ее обнаружения. Кроме того, конструкции, использующие трение сдвига жидкости обычно используют изменение температуры жидкости из-за высоких скоростей сдвига, чтобы увеличить сопротивление дифференцированию. Однако подобные температурные изменения могут быть связаны с длительными периодами желательного дифференцирования, или могут возникать под

влиянием изменений в окружающей среде, поэтому сопротивление дифференцированию может измениться в условиях обычного использования транспортного средства.

Свойство сдвига момента дифференциала Torsen немедленно реагирует на неравные условия тяги, передавая увеличенный момент к ведущему колесу, имеющему лучшую тягу прежде, чем другое ведущее колесо превысит предел тяги, доступной ему. Величина отношения сдвига остается практически постоянной в широком диапазоне моментов, передаваемых дифференциалом, и не чувствительна к изменениям в окружающей температуре и условиям использования транспортного средства.

### 3 СТРУКТУРА ОБЕСПЕЧЕНИЯ СДВИГА МОМЕНТА

Как уже сказано, способность дифференциала Torsen смещать крутящий момент, достигнута путем связывания приводов передачей Invex, которая управляет возникновением фрикционных моментов в дифференциале. Важно отметить, что нет никаких внутренних сил или предварительных нагрузок в дифференциале, которые затрагивают передачу момента между осями. Все силы, которые производят фрикционное сопротивление между приводами, возникают при передаче момента между источником мощности и приводами. Свойство смещения момента достигается очень простым способом. Хорошо известно, что сила трения равно произведению коэффициента трения для данной поверхности и нормальной составляющей силы, приложенной к этой поверхности. Момент трения является, естественно, произведением силы трения на эффективный радиус трения. Все действующие в дифференциале силы могут быть рассчитаны исходя из величины передаваемого дифференциалом момента и коэффициентов трения поверхностей деталей дифференциала. Следовательно, все силы трения, возникающие в дифференциале, и, соответственно, все производимые ими моменты сопротивления, препятствующие передаче момента между осями, пропорциональны передаваемому дифференциалом моменту. Так как максимальная разность моментов между осями, которая может быть создана силами трения, пропорциональна суммарному моменту на этих осях, то максимальное отношение сдвига момента остается постоянным при изменении суммарного момента приводов.

Кроме обеспечения подвижного соединения приводов, которая разрешает их обычное вращение, передача также распределяет силы, которые возникают для противодействия дифференцированию по большому количеству различных поверхностей в дифференциале. Поверхности, по которым передача Invex распределяет силы, разработаны с различными коэффициентами трения, и передача Invex распределяет нагрузки между поверхностями. Поверхности и передача проектируются так, чтобы износ поверхностей был равномерным, а силы трения в дифференциале были такими, чтобы достигалось требуемое отношение сдвига.

#### 3.1 Основные компоненты дифференциала Torsen

Двадцать один компонент, из которых состоит дифференциал, показан на иллюстрации 4. Все компоненты передачи Invex находятся внутри корпуса. Входная мощность обычно передается к кожуху посредством зубчатого венца (коронная шестерня), прикрепленного болтами непосредственно к корпусу. Цапфы через подшипники удерживают корпус дифференциала, позволяя ему свободно вращаться. Эти цапфы также содержат соответствующие концы осей, которые соединены с боковыми шестернями в корпусе дифференциала шлицевым соединением. Каждая боковая шестерня связана с элементными шестернями, расположенными вокруг нее. Каждая элементная шестерня состоит из винтовой средней части прямозубых цилиндрических зубчатых колес на концах. Боковые шестерни находятся в зацеплении со средней частью этих элементных шестерен. В то же самое время, прямозубая цилиндрическая часть каждой элементной шестерни находится в зацеплении с такой же частью смежной элементной шестерни. Элементные шестерни устанавливаются в корпусе дифференциала на осях. Число элементных шестерен может быть разным. Однако обычно бывает три пары элементных шестерен, расположенных через 120 градусов, как показано на иллюстрации 3. Именно такое расположение передачи Invex обеспечивает (а) соединение приводов, позволяющее вращение приводов в противоположных направлениях относительно корпуса дифференциала и (б) управление передачей момента между приводами. Последний элемент передачи - упорные шайбы, устанавливаемые между торцевыми поверхностями боковых шестерен, а также между ними и корпусом дифференциала. Выбор упорных шайб важен для определения эксплуатационных показателей дифференциала. В собственных моделях Глизона компоненты подобраны с высокой степенью точности, чтобы обеспечить необходимые свойства транспортному средству.

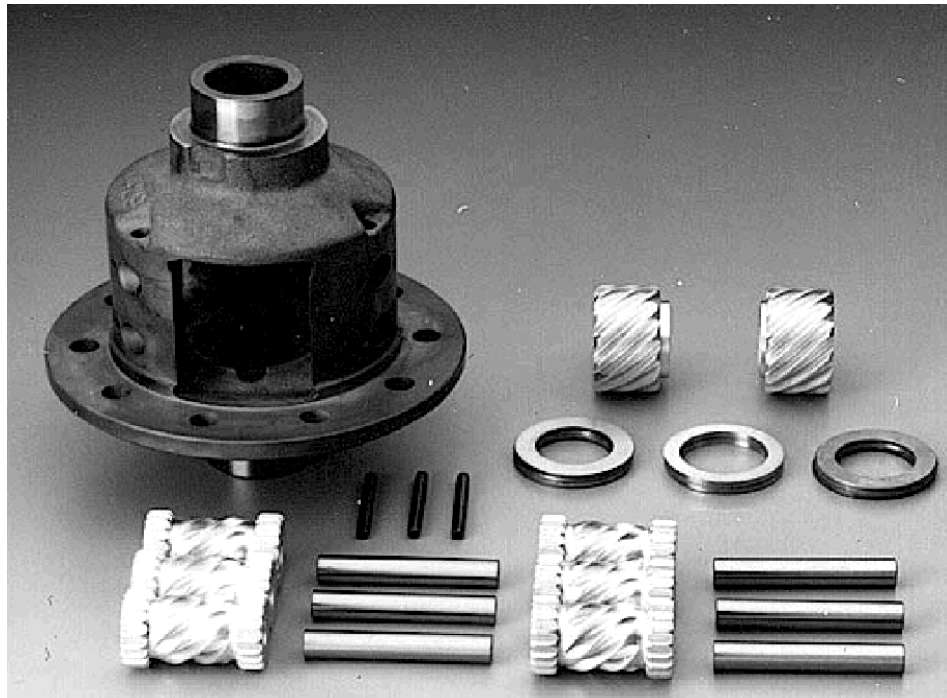


Fig. 4 Components of the Torsen differential

### 3.2 Математическое представление дифференциала Torsen

Эта часть статьи дает математическое описание основных фрикционных взаимодействий в дифференциале Torsen, которые отвечают за обеспечение свойства сдвига момента между приводами. Математическое представление предполагает, что направление передачи крутящего момента через дифференциал - от двигателя транспортного средства до приводов. Иллюстрация 4 может быть снова упомянута для того, чтобы идентифицировать компоненты дифференциала, упомянутые в этой части. Однако, определенные силы и моменты, которые здесь описаны, показаны на иллюстрации 5 вместе со схематическим описанием ключевых компонентов дифференциала.

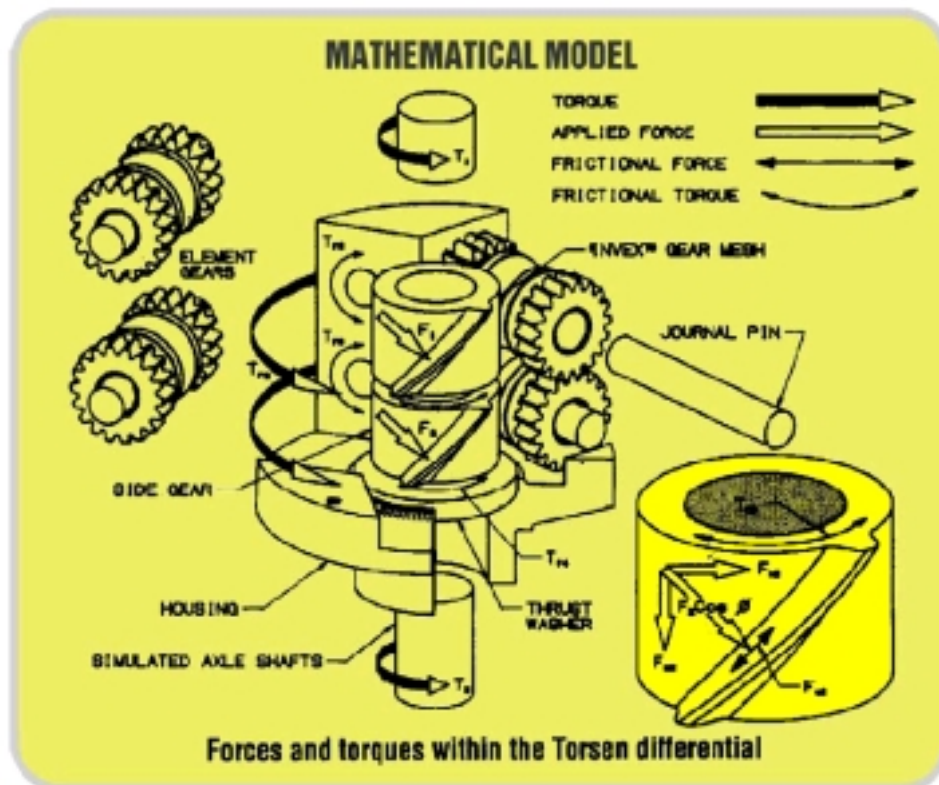


Fig. 5 Forces and torques within the Torsen differential



Крутящий момент двигателя, приложенный к зубчатому венцу ( $T_{rg}$ ), практически равен по величине сумме реактивных моментов, которые возникают в приводах ( $T_1, T_2$ ). Момент двигателя передается приводам через (а) корпус дифференциала, к которому присоединен зубчатый венец и (б) передачу Invex, которая расположена в корпусе и связывает приводы, сообщая им равное вращение.

Таким образом, помимо передачи момента от корпуса дифференциала к приводам, передача Invex также обеспечивает соединение между приводами, функционирование которого можно представить как работу блока шестерен, передающего момент между приводами. В блоках шестерен, естественно, возникают различные реакции в зубчатых соединениях и боковых поверхностях, которые вызывают трение, противодействующее вращению набора пропорционально передаваемому моменту. Так как весь момент от двигателя к приводам передается через передачу Invex, то реактивный момент, который противодействует вращению передачи Invex, пропорционален моменту, который передается ведущим колесам. Таким образом, передаче момента между приводами также препятствует момент, пропорциональный моменту, передаваемому от двигателя к осям. Эта особенность позволяет дифференциалу Torsen обеспечить разность момента между приводами, которая вносит свой вклад в общий передаваемый от двигателя к приводам момент, в том случае, когда момент, который может быть приложен к одному из приводов, ограничен доступным сцеплением с дорогой. Главные поверхности трения, которые отвечают за поддержание разности моментов между приводами, приведены ниже. Рядом в скобках указаны символы, обозначающие коэффициенты трения соответствующих поверхностей.

Зубчатое зацепление боковой и элементной шестерен механизма Invex ( $\mu_1$ )

Торцевая поверхность элементной шестерни и корпус дифференциала ( $\mu_2$ )

Торцевые поверхности боковых шестерен между собой ( $\mu_3$ )

Торцевая поверхность боковой шестерни и корпус дифференциала ( $\mu_4$ )

Как правило, наибольшие силы реакции в дифференциале - силы осевого давления боковых шестерен ( $F_{a1}, F_{a2}$ ) возникающие от нормальной нагрузки на зуб ( $F_1, F_2$ ) действующей в соединении боковой шестерни и элементной шестерни механизма Invex. Силы реакции связаны с нормальной нагрузкой на зуб следующим уравнением:

$$F_{a1}, F_{a2} = (F_1, F_2) \times \cos \phi \times \sin \beta$$

где ' $\phi$ ' – угол нормального давления на зуб, а ' $\beta$ ' – угол винта боковой шестерни.

Эти силы реакции приложены к соответствующим поверхностям трения на торцах боковых шестерен, и вызывают фрикционные моменты ( $T_{f3}, T_{f4}$ ), которые противодействуют вращению боковых шестерен. Эти фрикционные моменты связаны с силами реакции уравнением:

$$T_{f3}, T_{f4} = (F_{a1}, F_{a2}) \times (R_3, R_4) \times (\mu_1, \mu_2)$$

Где ' $R_3$ ' и ' $R_4$ ' – эффективные радиусы трения соответствующих сторон боковых шестерен.

Фрикционные моменты ( $T_{f5}, T_{f6}$ ) действуют на поверхностях трения между элементными шестернями и корпусом дифференциала. Эти фрикционные моменты также возникают в результате сил реакции в зацеплении боковых и элементных шестерен, но теперь нас интересует та их составляющая, которая направлена вдоль оси элементной шестерни. Эти силы реакции ( $F_{b1}, F_{b2}$ ) связаны с нормальной нагрузкой на зуб уравнением:

$$F_{b1}, F_{b2} = (F_1, F_2) \times \cos \phi \times \cos \beta$$

Вышеупомянутые моменты трения ( $T_{f5}, T_{f6}$ ) связаны с силами реакции ( $F_{b1}, F_{b2}$ ) уравнением:

$$T_{f5}, T_{f6} = (F_{b1}, F_{b2}) \times (R_5, R_6) \times (\mu_5, \mu_6)$$

Где ' $R_5$ ' и ' $R_6$ ' – эффективные радиусы трения между соответствующими торцевыми поверхностями элементной шестерни и корпусом дифференциала.

В дополнение к фрикционным моментам, возникающим на торцевых поверхностях шестерен передачи Invex, скользящий контакт между боковыми и элементными шестернями в соответствующих зацеплениях механизма Invex также создает фрикционные моменты, которые вносят свой вклад в разделение момента между приводами. Соответствующие силы трения в зацеплениях передачи Invex могут быть представлены как:

$$F_c, F_d = (F_1, F_2) \times \mu_1$$

Результирующие фрикционные моменты ( $T_{f1}, T_{f2}$ ) противодействующие вращению боковой шестерни связаны с трением в зацеплении следующим образом:

$$T_{f1}, T_{f2} = (F_c, F_d) \times R \times \sin \phi \times \sin \beta$$

Где ' $R$ ' – радиус зацепления соответствующей боковой шестерни.

Следовательно, максимальная разность моментов, которая может возникнуть между приводами, связана с каждым из вышеупомянутых фрикционных моментов следующим образом:

$$T_1 - T_2 = T_{f1} + T_{f2} + T_{f3} + T_{f4} + (R / R_c) \times (T_{f5} + T_{f6})$$

Где ' $R_c$ ' – радиус зацепления элементных шестерен.

Обозначив разность моментов между приводами  $T_d = (T_1 - T_2)$ , получим

$$T_1 = (T_{rg} + T_d) / 2,$$

$$T_2 = (T_{rg} - T_d) / 2$$

Следовательно, максимальное отношение моментов, которое может возникнуть между приводами (т.е. отношение сдвига), выражается пропорцией

$$\text{Сдвиг момента} = T_1 / T_2 : 1$$

Альтернативный способ описания распределения момента по приводным валам – 'процент блокировки'. Математически это можно выразить так:

$\text{Процент блокировки} = (T_d / T_{rg}) \times 100$

Иллюстрация 6 показывает соотношение между отношением сдвига момента и процентом блокировки.

#### 4 ГИБКОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Конструкция дифференциала Torsen обеспечивает несколько вариантов для того, чтобы регулировать отношение сдвига момента для различных эксплуатационных режимов. Во-первых, можно увеличить или уменьшать отношение сдвига. Во вторых, можно получить различные отношения сдвига при различных направлениях относительного вращения приводов. В-третьих, можно получить различные отношения сдвига между режимами тяги и движения накатом. Каждый из этих вариантов обсуждается под отдельным заголовком ниже.

##### 4.1 Общее управление сдвигом

Дифференциал Torsen может быть разработан с различными отношениями сдвига в пределах от приблизительно '2.5:1' до '6:1' или даже выше. Этого можно достичь, изменяя угол винта боковой шестерни, или изменяя фрикционные свойства основных компонентов. Увеличение угла винта увеличивает осевую компоненту усилия в зацеплении боковой шестерни, поэтому часть нагрузки в зацеплении, связанной с вращением боковой шестерни становится меньше. Кроме того, более высокое значение осевой компоненты давления боковых шестерен увеличивает фрикционное сопротивление на их торцевых поверхностях, которое противодействует вращению боковых шестерен и таким образом вносит свой вклад в увеличение отношения сдвига.

##### 4.2 Отношение сдвига при различном направлении относительного вращения осей

Дифференциал Torsen может также быть спроектирован так, что различные отношения сдвига были связаны с различными направлениями "дифференцирования" между приводами. Такой дифференциал разрешает одному приводу получить большую часть полного крутящего момента, чем другому. Взаимодействие сил в дифференциале, которые дают дифференциалу такую особенность, очень сложно. Однако в общем можно пояснить, что такие различные отношения сдвига получаются путем относительного увеличения коэффициента трения между торцевой поверхностью одной боковой шестерни и корпусом дифференциала. Это приводит к увеличению сопротивления вращению привода, связанного с этой боковой шестерней относительно другого привода.

Это свойство может быть особенно выгодно в межосевых дифференциалах, где дифференциал Torsen используется, чтобы связать ведущие валы передних и задних осей автомобиля с единственным источником мощности. В этом случае, можно установить различные пределы максимальным пропорциям, в которых момент может быть не поровну разделен между передними и задними ведущими мостами. Так как разделение вращающего момента производится дифференциалом Torsen автоматически пропорционально общей тяге, отдельный 'делитель момента' не требуется. Более того, такое predeterminedное разделение момента может свести на нет преимущества смещения момента.

##### 4.3 Отношения сдвига в режимах тяги и движения накатом

Важной особенностью конструкции дифференциала является возможность предусмотреть различные отношения сдвига в режимах тяги и движения автомобиля накатом. Так как дифференциал Torsen практически не влияет на работу транспортного средства, если момент не передается через дифференциал, то следует понимать, что рассматриваемое здесь движение накатом – это фактически замедление транспортного средства, вызванное торможением двигателем. Это происходит, например, при включении пониженных передач.

Передача Inveh позволяет реализовать это важное свойство. Боковые шестерни дифференциала имеют одинаковое направление спирали. Когда мощность двигателя передается через дифференциал, (то есть, режим тяги) обе боковые шестерни прижимаются к одной стороне корпуса дифференциала. И наоборот, когда двигатель используется для торможения ведущих колес, (то есть, движение накатом) боковые шестерни прижимаются к другой стороне корпуса дифференциала. Эта особенность обеспечивает возможность придать поверхностям трения на разных сторонах корпуса дифференциала различные свойства, чтобы изменить отношения сдвига при различных направлениях передачи мощности через дифференциал. Возможность задания различных отношений сдвига для двух направлений передачи мощности позволяющая спроектировать дифференциал с одним отношением сдвига, для компенсации нежелательных эффектов, связанных с торможением двигателем, и другим отношением сдвига, для достижения большинства других целей.

#### 5 ПРЕИМУЩЕСТВА ДИФФЕРЕНЦИАЛА TORSEN

Дифференциал Torsen вносит существенный вклад в поведение автомобиля, особенно в отношении управления тягой. Этот вклад проще всего понять, рассмотрев распространенные условия эксплуатации автомобиля, в которых возникает проблема оптимального управления тягой.

#### BIAS VS. LOCKING EFFECT

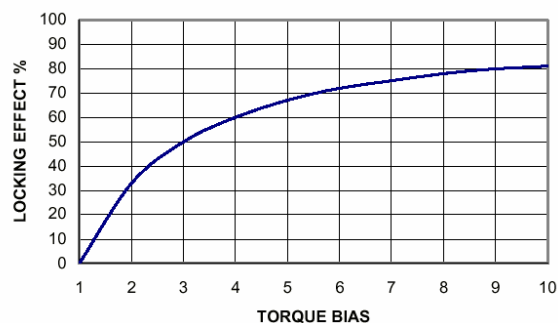


Fig. 6 Torque bias versus locking

### 5.1 Движение автомобиля по прямой

На гладкой, сухой, прямой поверхности дороги, работа дифференциала Torsen фактически неотличима от работы свободного дифференциала. Однако на скользких поверхностях, где одно из ведущих колес не имеет адекватного сцепления, чтобы принять по крайней мере половину приложенного к дифференциалу крутящего момента от двигателя, Torsen передает увеличенный момент к ведущему колесу, имеющему лучшую тягу. Дополнительный момент, который можно приложить к колесу, имеющему лучшую тягу, ограничен только отношением сдвига и сцеплением этого колеса с дорогой. Конечно, не возможно приложить больше момента к ведущим колесам, чем может обеспечить их сцепление с дорожным покрытием. Однако дифференциал Torsen с правильно подобранным отношением сдвига может передать весь вращающий момент, который может обеспечить сцепление ведущих колес с дорогой, в большинстве эксплуатационных режимов транспортного средства.

### 5.2 Движение автомобиля в поворотах

В поворотах внешние колеса транспортного средства проезжают большее расстояние, чем внутренние колеса. Соответственно, внутренние и внешние ведущие колеса должны вращаться с немного различными скоростями, поддерживая сцепление с дорогой. Разделение вращающего момента между приводами в отношении сдвига - обязательное условие работы дифференциала при всех обстоятельствах. По существу, для того, чтобы одно ведущее колесо вращалось быстрее другого, колесо, имеющее большее сопротивление вращению замедляется относительно корпуса дифференциала и передает вращающий момент другому колесу, внося свой вклад в его более быстрое вращение. Дифференциал Torsen противодействует передаче момента между ведущими колесами в пропорции к моменту, приложенному к корпусу дифференциала, и это приводит к тому, что большая часть приложенного момента передается ведущему колесу с меньшей скоростью вращения. Поэтому, отношение сдвига должно быть подобрано так, чтобы обеспечить распределение тяги, которое будет все еще позволять обоим ведущим колесам получать существенные части крутящего момента от двигателя в поворотах.

Однако даже в поворотах дифференциал Torsen улучшает управление тягой. Так как вращающий момент уже распределен в увеличенной пропорции к внутреннему ведущему колесу, чрезвычайно маловероятно, что внешнее ведущее колесо будет когда-либо превышать доступную тягу, и станет пробуксовывать. При этом, если момент на внутреннем колесе превысит доступную тягу в повороте, маловероятно, что это колесо будет пробуксовывать, так как такая пробуксовка требует различия в тяге между ведущими колесами, большего, чем отношение сдвига. Обычно, когда внутреннее колесо превышает доступную тягу, дифференцирование прекращается, и вращающий момент делится в более равномерной пропорции между приводами, определяемой максимальным моментом, который может быть приложен к внутреннему ведущему колесу. Таким образом, во всех направлениях движения дифференциал Torsen будет сопротивляться пробуксовкам любого ведущего колеса, немедленно деля вращающий момент между приводами до отношения сдвига, чтобы соответствовать преобладающим условиям тяги.

## **6 ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ МЕЖОСЕВОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА**

Хотя здесь описывалась работа дифференциала между приводами колес, надо понимать, что он будет аналогично действовать и как связь между ведущими валами передних и задних осей. Например, улучшенное управление тягой в таких межосевых дифференциалах, обеспечит большую суммарную тягу передних и задних ведущих мостов.

## **7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Дифференциал Torsen показывает вращающий момент, смещающий особенность, которая соответствует доступной мощности двигателя к изменяющимся условиям тяги. В частности передача Inveh обеспечивает специальные возможности проекта соответствовать различным особенностям смещения с различными заявлениями транспортного средства и условиями использования лучше всего приспособить рассмотрение тяги в каждом случае. Прикладная разработка Глизона может обеспечить, оптимальный перепад Torsen намеревается встречать широкое разнообразие требований управления тяги.