

лиза позволяют устранить большие затраты, используемые для проведения дополнительных конструкторских мероприятий, проводимых во время постановки изделия на серийное производство, чтобы решить проблему усталостного повреждения. А это в свою очередь сэкономит предпрятииво и покупателю значительные средства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Automotive Engineering International, 1999 – 2000.

УДК 621.01

В.Г. ИВАНОВ, канд. техн. наук (БГПА)

КРИТИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ И АКТИВНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

Развитие систем активной безопасности (САБ) автомобиля ставит ряд вопросов с оценкой текущей дорожной ситуации в алгоритмах их работы. Современные САБ способны оценивать как продольную, так и поперечную динамику автомобиля. Однако правильная интерпретация информации, полученной от датчиков, сопряжена со значительным усложнением логики действий системы, что признаётся практически всеми разработчиками. Например, рост момента инерции автомобиля относительно вертикальной оси может быть признаком как торможения на миксте, так и избыточной поворачиваемости автомобиля.

В связи с этим возникает необходимость в классификации возможных критических ситуаций при движения автомобиля с целью упорядочения логики работы САБ. За критерии для классификации следует взять свойства системы "водитель - автомобиль - колесо - дорога", которые могут быть источниками опасных ситуаций, рис. 1.

Условно будем считать, что факторы возникновения критической ситуации могут находиться на микроуровне (уровень взаимодействия колеса с дорогой) и на макроуровне (уровень движения автомобиля). Естественно, что источником может быть и водитель, однако система активной безопасности должна быть максимально независима от влияния человеческого фактора.



Рис. 1. Связь критической ситуации с системой "водитель - автомобиль - колесо - дорога"

Критические ситуации на микроуровне возникают в результате такого взаимодействия колеса с дорогой, при котором колесо вынуждено работать в граничных областях движения по сцеплению и проскальзыванию. Здесь можно выделить следующие подклассы:

- 1) неблагоприятные сцепные свойства колеса;
 - 1.1) низкий коэффициент сцепления;
 - 1.2) изменение коэффициента сцепления в процессе движения автомобиля;
 - 1.3) различие коэффициента сцепления по бортам автомобиля (микст);
- 2) граничное проскальзывание колеса;
- 3) нарушенный контакт колеса с дорогой;
 - 3.1) вода, снег в контакте колеса с дорогой, аквапланирование;
 - 3.2) негативное влияние микропрофиля дороги.

Критические ситуации на макроуровне связаны с таким поведением автомобиля на дороге или воздействием на него внешних факторов, при котором автомобиль вынужден двигаться в граничных по устойчивости и управляемости областях, а колесо - работать в граничной области по боковому проскальзыванию. Подклассы критических ситуаций на макроуровне можно определить следующим образом:

- 1) нарушение траектории прямолинейного движения;
- 2) нарушение траектории криволинейного движения;
 - 2.1) криволинейное движение на влажной дороге;
 - 2.2) избыточная поворачиваемость автомобиля;
 - 2.3) движение по траектории с участками переменной кривизны;
 - 2.4) переходные ситуации;

2.5) изменение режимов движения.

К представленным подклассам относятся только те ситуации, которые не связаны напрямую с процессами в контакте колеса с дорогой, а обусловлены исключительно воздействием на автомобиль в целом внешних факторов - ветра, кривизны дороги и др.

При создании системы активной безопасности встаёт вопрос об оценке критичности той или иной дорожно-эксплуатационной ситуации, которую можно использовать в алгоритме работы.

На микроуровне для этой цели имеет смысл отталкиваться от соотношения потенциальной $F\mu^P$ и текущей (регулирующей) $F\mu^R$ силы в контакте колеса с дорогой, рис. 2.



Рис. 2. Изменение потенциальной и текущей силы в контакте колеса с дорогой в зависимости от относительного проскальзывания

Потенциальная сила в контакте колеса с дорогой $F\mu^P$ в общем случае является функцией нескольких переменных параметров:

$$F\mu^P = f(Vs, Rz, F\mu_x^{def}, F\mu_x^{adh}, F\mu_y). \quad (1)$$

При этом скорость относительного проскальзывания Vs определяет начало $F\mu^P$ -s-кривой, а реакция дороги Rz - её дрейф. Общий вид характеристики формируется деформационной $F\mu_x^{def}$, адгезионной $F\mu_x^{adh}$ и боковой $F\mu_y$ составляющими силы в контакте колеса с дорогой. В зависимости от типа дорожного покрытия (сухое, влажное, обледенелое и т.п.) и вида движения автомобиля (прямолинейное или криволинейное) превалирует та или иная составляющая, что и определяет протекание кривой - монотонное убывание, экстремальная зависимость и др.

В точке глобального экстремума $F\mu^R$ -s-кривой обе характеристики совпадают. Это означает, что колесо достигло граничных критических условий, т.е., с одной стороны, запас по сцеплению шины в боковом

направлении практически исчерпан, с другой стороны, сохранение данного режима управления колесом приведёт к его быстрому блокированию. В результате определённые внешние воздействия, например, боковая сила, могут негативно отразиться на устойчивости автомобиля, что, в свою очередь, приведёт к возникновению критической ситуации на макроуровне.

Для того чтобы определить, насколько критична такая ситуация, введём понятие коэффициента активной безопасности на микроуровне $K_{S_{mic}}$:

$$K_{S_{mic}} = 1 - \frac{F\mu^R}{F\mu^P}. \quad (2)$$

Таким образом, при отсутствии движения колеса $K_{S_{mic}}=1$, а при достижении им критической границы $K_{S_{mic}}=0$. Предложенный коэффициент в первую очередь показывает имеющийся запас по управлению колесом. С учётом обеспечения высокой тормозной или тяговой эффективности в первом приближении можно предложить $K_{S_{mic}}=0,75 \dots 0,99$.

Выбор критерия для оценки критической ситуации на макроуровне не является однозначным. Глобальным показателем здесь может стать курсовой или траекторный увод автомобиля, а также его поперечное ускорение и инерционная скорость (ускорение) относительно вертикальной оси. Данные параметры могут быть связаны друг с другом, поэтому в качестве примера рассмотрим определение коэффициента активной безопасности на макроуровне $K_{S_{mac}}$ через угол траекторного увода автомобиля β :

$$K_{S_{mac}} = \begin{cases} \frac{\Delta\beta}{\Delta\beta_p} = \frac{|\beta_v - \beta_p|}{\Delta\beta_p} \text{ при } \Delta\beta \leq \Delta\beta_p, \\ 1 \text{ при } \Delta\beta > \Delta\beta_p \end{cases}, \quad (3)$$

где β_v - траекторный угол, задаваемый водителем; β_p - фактический (реальный) траекторный угол; $\Delta\beta$ - угол траекторного увода; $\Delta\beta_p$ - рекомендуемое для данной ситуации значение максимально допустимого угла траекторного увода.

Взаимосвязь коэффициентов активной безопасности на микро- и макроуровне целесообразно осуществлять через некоторые весовые ко-

коэффициенты ν_{mic} и ν_{mac} , выводя таким образом общий коэффициент активной безопасности K_s :

$$K_s = \nu_{mac} \cdot K_{s_{mac}} + \nu_{mic} \cdot K_{s_{mic}}. \quad (4)$$

При отсутствии манёвра, обычном движении автомобиля $\nu_{mic} = \nu_{mac} = 0,5$. В противном случае веса коэффициентов перераспределяются, однако их сумма всегда равна 1. Например, при обычном торможении на прямой определяющим является поведение одиночных колёс, поэтому $\nu_{mic} > \nu_{mac}$. Наоборот, при любом виде криволинейного движения важно сохранение заданной траектории автомобиля и $\nu_{mic} < \nu_{mac}$.

Таким образом, приведенная методика для оценки критичности дорожной ситуации позволяет из большого потока информации, анализируемой блоком управления системы активной безопасности, отбирать наиболее важные, определяющие параметры и должным образом корректировать алгоритм своих действий.

УДК 621.113.012 (0.88.8)

В.П.БОЙКОВ, д-р техн. наук,
П.В.ЗЕЛЁНЫЙ, Ч.И.ЖДАНОВИЧ, кандидаты техн. наук (БГПА)

ОПЫТ СОЗДАНИЯ ТАНДЕМ-КОЛЁСНЫХ РЕЗИНО- ГУСЕНИЧНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ

Тандем-колёсные гусеничные движители на основе эластичной армированной ленты, которыми охватывают два обычных пневматических колеса, уже давно нашли применение за рубежом как относительно несложное средство повышения проходимости колёсных машин. В частности, они применяются в северных странах [1], близких нам по погодным условиям и состоянию почвы. Снабжение колёсной техники, выезжающей ранней весной и поздней осенью на наши поля, эластичными гусеницами, следует рассматривать как перспективное.

Одной из задач, которую необходимо решить при создании таких движителей для повышения их эффективности, является обеспечение высокого натяжения гусеницы, а в перспективе – саморегулирование натяжения в зависимости от условий и режима движения. В одних случаях, когда речь идёт о движении по слабонесущим грунтам, гусеничный обвод целесообразно дополнительно натягивать. Этим повышается проходимость движителя, поскольку не опертые участки гусеничного обвода в зоне контакта с грунтом меньше будут прогибаться, обуславливая более равномерное распределение опорных давлений и, сле-