

ем: Автореф. дис. ... канд.техн.наук. — М., 1965, с. 2—19. 2. Роберт Б. Устройство управления синхронизированной коробкой передач. Заявка № 1383103. — Великобритания, 1975, с. 11. 3. А.с. 1039747 (СССР). Устройство управления синхронизированной коробкой передач/А.А.Черня, Е.Н.Козлов, М.Г.Мелешко — Оpubл. в Б.И., 1983, № 33. 4. Рогинский В.Н. Основы дискретной автоматики. — М., 1975, с. 30—42.

УДК 629.113.001.1:629.113.075

А.Г.ВЫГОННЫЙ, канд.техн.наук (БПИ)

## УПРАВЛЯЕМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ С ПРИЦЕПОМ ПРИ ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ

Основным видом движения автопоезда является прямолинейное движение. Для такого движения в первую очередь должна быть обеспечена хорошая управляемость.

Особенность управления при прямолинейном движении состоит в том, что водитель поворотом рулевого колеса может устранять отклонения автопоезда относительно заданной прямолинейной траектории. Характер поворотов рулевого колеса зависит от уровня управляемости автопоезда и его устойчивости к внешним возмущениям.

В конструкторской практике для характеристики управляемости и устойчивости автомобилей и автопоездов при их прямолинейном движении используется показатель — средняя скорость вращения рулевого колеса  $\omega_a$  [1]. Условно он определяется как произведение среднего модуля угла поворота рулевого колеса на среднюю частоту экстремумов кривой этого угла за время движения.

К сожалению, в настоящее время отсутствуют расчетные методы определения показателя  $\omega_a$ . Поэтому он вычисляется экспериментальным путем на основе регистрации изменения угла поворота рулевого колеса при прямолинейном движении и последующей обработки записей по специальной методике

Рассмотрим результаты экспериментальных исследований, проведенных на Минском автомобильном заводе при проектировании и доводке автопоездов в составе автомобиля и прицепа с поворотной тележкой. Суть этих исследований — определение влияния ряда параметров автомобиля и прицепа на управляемость автопоезда. Схема автопоезда и размеры, изменявшиеся в процессе исследований, приведены на рис. 1. Уровни значений параметров автопоезда приведены в табл. 1. На автомобиле было установлено тягово-сцепное устройство типа "цилиндрический шкворень—петля".

Из приведенных параметров автопоезда следует, что отношение массы прицепа к автомобилю равно 1,25. Обычно, это отношение меньше 1. Известно, что увеличение отношения массы прицепа к автомобилю обуславливает худшую управляемость автопоезда.

Замеры производились при движении на скорости 70 км/ч по дороге с сухим асфальтобетонным покрытием. Во всех случаях автопоездом управлял один и тот же водитель.

Результаты замеров представлены на рис. 2. Средние значения показателя  $\omega_a$  обозначены точками, а диапазон рассеивания экспериментальных значений

## Параметры автопоезда

Наименование или обозначение параметра	Численное значение параметра
Осевые нагрузки от осей автопоезда (начиная с управляемой оси автомобиля), кН	58,84; 98,07; 98,07; 98,07
$L_{1A}$ , м	4,650
$L_{10A}$ , м	1,730; 1,930; 2,250
$L_7$ , м	2,745 ... 3,478
$L_{17п}$ , м	0,060
$L_{2п}$ , м	6,060; 6,720; 7,435
База прицепа ( $L_{2п} - L_{17п}$ ), м	6,000; 6,660; 7,375

Рис. 1. Схема автопоезда:

$L_{1A}$  — база автомобиля;  $L_{10A}$  — свес тягово-сцепного устройства автомобиля;  $L_7$  — свес дышла прицепа;  $L_{17п}$  — смещение поворотного круга прицепа;  $L_{2п}$  — база прицепа с учетом смещения  $L_{17п}$ .

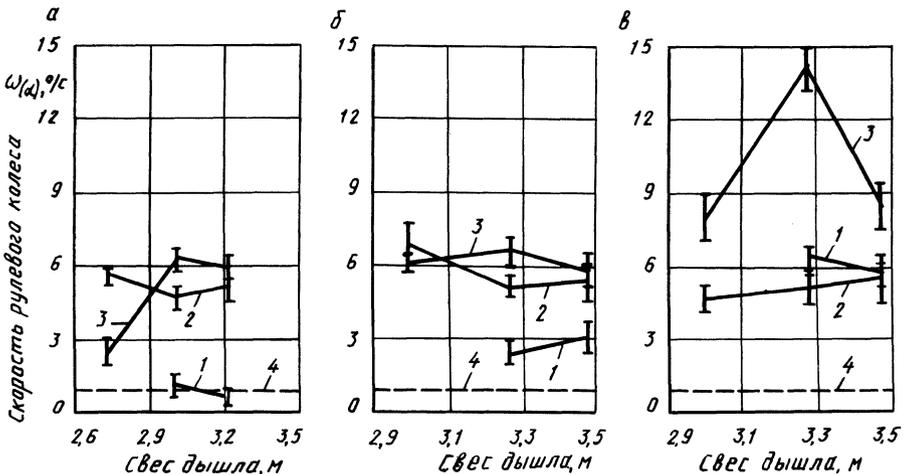
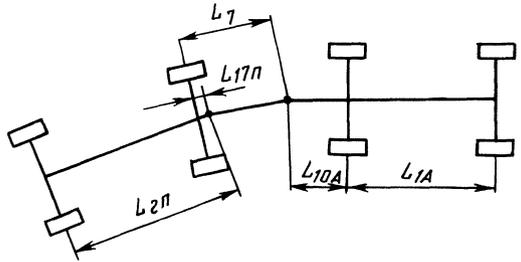


Рис. 2. Влияние параметров автопоезда на его управляемость:

а, б, в — база прицепа соответственно 6,000; 6,660 и 7,435 м; 1, 2, 3 — свес тягово-сцепного устройства соответственно 1,730; 1,930 и 2,250 м; 4 — автомобиль без прицепа.

относительно средних выделен вертикальными отрезками. Длина отрезка равна удвоенному среднеквадратичному отклонению, вычисленному по результатам восьми опытов. Средние значения, соответствующие одному и тому же смещению тягово-сцепного устройства, соединены отрезками прямых. На рис. 2 для сравнения управляемости автопоезда и одиночного автомобиля штриховой линией 4 показано значение показателя  $\omega_a$  для случая, когда прицеп отсоединен от автомобиля.

Проанализировав полученные результаты, прежде всего отметим, что в зависимости от исследуемых параметров управляемость автопоезда значительно ухудшается по сравнению с управляемостью одиночного автомобиля. Так, например, для параметров, соответствующих рис. 2, б (кривая 3), показатель  $\omega_a$  автопоезда увеличился в 15 раз.

Далее оценим влияние свеса дышла, свеса тягово-сцепного устройства и базы прицепа. Влияние свеса (длины) дышла. Изменение длины дышла в основном незначительно влияет на управляемость автопоезда (кривые 1 и 2 на рис. 2). В отдельных случаях встречается такая длина дышла (кривая 3 на рис. 2, в), когда отклонение от нее ведет к улучшению управляемости автопоезда. Например, при уменьшении свеса дышла на 0,270 м (с 3,278 м до 3,008 м) управляемость улучшается по показателю  $\omega_a$  в 1,8 раза. Таким образом, влияние дышла на управляемость автопоезда неоднозначно.

Влияние свеса тягово-сцепного устройства. В отличие от других исследованных параметров при свесе тягово-сцепного устройства 1,730 м и прицепе с базой 6,000 м достигнута управляемость автопоезда, соизмеримая с управляемостью одиночного автомобиля (кривые 1 и 4 на рис. 2, а). В большинстве случаев уменьшение свеса тягово-сцепного устройства улучшает управляемость автопоезда. Вместе с тем имеется случай, когда уменьшение этого свеса ухудшает управляемость автопоезда (кривые 2 и 3 на рис. 2, а).

Влияние базы прицепа. При оценке влияния этого параметра следует иметь в виду, что увеличение базы прицепа приводит к увеличению длины платформы и как следствие — к увеличению момента инерции прицепа (при равномерной загрузке). Лучшая управляемость автопоезда получена в случае прицепа с минимальной базой из числа исследованных. Рассмотрим влияние базы прицепа в сочетании со свесом тягово-сцепного устройства. Так, например, если свес равен 1,930 м, то для различных баз прицепа управляемость изменяется незначительно (кривая 2 на рис. 2). При меньшем свесе тягово-сцепного устройства (1,730 м вместо 1,930 м) с увеличением базы прицепа управляемость автопоезда ухудшается: при изменении базы прицепа с 6,000 м до 6,600 м  $\omega_a$  увеличивается в 2,5—4,7 раза, а с 6,000 м до 7,435 м — в 6,2—9 раз (кривая 1 на рис. 2).

Известны конструкции прицепов, в которых для повышения устойчивости автопоезда при движении на скользких дорогах применяют устройства, блокирующие дышло с рамой прицепа (исключается возможность изменения относительного углового положения оси прицепа и оси дышла). Для оценки влияния таких устройств на управляемость автопоезда был произведен специальный опыт при жестком блокировании дышла с рамой прицепа. Установлено, что такое блокирование дышла несущественно влияет на управляемость автопоезда.

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что все изученные параметры по степени их влияния на управляемость автопоезда можно расположить в следующей последовательности: база прицепа, свес тягово-сцепного устройства, свес дышла. Выбор этих параметров следует производить с учетом динамических характеристик автомобиля и прицепа.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Выгонный А.Г., Титович А.И., Ведерчик А.В. К вопросу управляемости автопоезда большой грузоподъемности при прямолинейном движении. – Автомобильная промышленность, 1977, № 10, с. 21–23.

УДК 629.113.012.83

С.С.ЖУРАВЛЕВ, канд.техн.наук (ММИ)

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ РАСЧЕТА УГЛОВ КРЕНА АВТОМОБИЛЕЙ С НЕЛИНЕЙНОЙ УПРУГОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ПОДВЕСКИ ПРИ УСТАНОВИВШЕМСЯ КРИВОЛИНЕЙНОМ ДВИЖЕНИИ**

Большегрузные автомобили-самосвалы особенно в груженом состоянии имеют высоко расположенный центр тяжести, вследствие чего возникает опасность больших углов крена подрессоренных масс и опрокидывания автомобиля во время его криволинейного движения. Кроме того, несимметричное расположение груза в кузове автомобиля относительно его продольной плоскости вызывает дополнительные силы, способствующие опрокидыванию автомобиля на повороте [1].

Устойчивость автомобиля к боковому опрокидыванию зависит от параметров системы подрессоривания, общей компоновки автомобиля, а также от скорости его движения, радиуса поворота и других эксплуатационных условий. В известной мере при проектировании подвесок уже predeterminedены их компоновочные данные и условия эксплуатации. Устойчивость автомобиля достигается за счет правильного выбора конструктивных параметров подвески, которая должна обеспечивать ему достаточную плавность хода.

В данной работе рассматривается двухосный автомобиль-самосвал типа БелАЗ с передней и задней зависимой гидропневматическими подвесками. Для восприятия боковых сил, которые передаются от подрессоренных масс к неподдресоренным, использованы поперечные штанги. Задняя подвеска выполнена в виде рычага с определенным передаточным отношением. При выводе уравнений математической модели предполагалось, что положение центров крена подрессоренных масс передней и задней подвесок известны. Центр крена подвески в процессе крена автомобиля смещается в сторону упругого элемента с большей мгновенной жесткостью. Характеристика шин линейна, и крен подрессоренных масс автомобиля происходит относительно оси крена, проходящей через мгновенные центры крена передней и задней подвесок.

На рис. 1 представлена расчетная схема зависимой подвески с поперечной штангой. Из рисунка следует, что восстанавливающий момент от упругих элементов подвески  $i$ -й оси, действующий на подрессоренные массы, равен