

КОЛЕБАНИЯ ТРАКТОРА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРИСТИКИ АМОРТИЗАТОРА ПОДВЕСКИ

В ряде работ [1–3] сделан вывод о целесообразности применения в подвеске сиденья оператора трактора двусторонних амортизаторов с симметричной характеристикой сопротивления (коэффициент сопротивления на ходе сжатия $k_{сж}$ равен коэффициенту сопротивления на ходе отбоя k_0). По аналогии с [3] рассматривается влияние степени симметричности характеристики амортизатора подвески транспортного средства на его колебания. Объект исследования — колесный трактор К-701М класса 5, передняя рессорная подвеска которого включает телескопический амортизатор двустороннего действия с асимметричной характеристикой сопротивления ($k_{сж} = 0,1k_0$).

Расчетная схема для анализа колебаний трактора — плоская трехмассовая модель с четырьмя независимыми координатами. Математическая модель и исходные данные для расчетов описаны в [4]. Моделировалось движение трактора по грунтовой дороге со скоростью 6 м/с. Жесткость подвески трактора — 300 кН/м. При расчетах варьировали средний коэффициент сопротивления амортизатора, а при каждом фиксированном среднем значении коэффициента — степень симметричности характеристики: от односторонней с $k_{сж} = 0$ до односторонней с $k_0 = 0$.

При анализе влияния характеристики амортизатора подвески трактора необходимо рассматривать колебания как подрессорных, так и неподдресорных масс, т.е. передних колес.

Анализ результатов расчетов (табл. 1, 2) показывает, что влияние симметричности характеристики амортизатора на параметры колебаний неподдресорных масс (ускорения передних колес и прогиб шин), а также на реакцию опорной поверхности в пятне контакта с ней колес незначительно. Последнее весьма важно для оценки управляемости и устойчивости движения транспортного средства. Среднеквадратические значения вертикальных ускорений остова трактора над осью передних колес и прогибов передней подвески, а следовательно, и сила сжатия рессоры меньше при симметричной характеристике амортизатора. Среднеквадратическое значение суммарной силы в подвеске при небольшом относительном демпфировании при такой характеристике амортизатора тоже меньше, а при относительном демпфировании, равном 0,91, — больше. Однако размах силы (разность максимального и минимального значений) и в этом случае несколько меньше при симметричной характеристике.

Проанализируем характер изменения средних и экстремальных значений сил сжатия рессоры и сопротивления амортизатора подвески. При $k_{сж} = 0$ с увеличением относительного демпфирования уменьшаются экстремальные значения и размах силы сжатия рессоры: ее минимальное значение стремится к нулю, а среднее значение увеличивается и положительно (подвеска находится в сжатом состоянии). При $k_0 = 0$ и увеличении относительного демпфирования также происходит уменьшение экстремальных значений и размаха

Табл. 1. Расчетные значения параметров колебаний трактора

Параметр	Тип значения параметра	Значения ускорений (м/с^2) и прогибов (см) при относительном демпфировании в передней подвеске											
		0,11			0,23			0,45			0,91		
		Вариант характеристики амортизатора											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Вертикальное ускорение передних колес	2	7,2	7,0	7,1	6,4	6,3	6,4	6,1	6,0	6,2	6,2	6,1	6,3
	3	22,2	21,8	25,5	20,6	19,9	23,2	19,6	18,5	22,6	19,4	19,1	20,4
	4	-26,1	-23,5	-23,5	-24,8	-21,4	-20,7	-21,9	-19,4	-18,5	-22,6	-18,1	-18,0
Вертикальное ускорение остова над передними колесами	2	6,8	6,3	6,6	6,3	5,9	6,3	6,2	5,8	6,3	6,3	6,0	6,4
	3	22,2	20,9	21,7	24,2	20,4	21,3	25,0	19,3	20,7	25,7	19,1	20,6
	4	-23,7	-22,1	-25,5	-21,7	-20,7	-26,1	-20,7	-20,8	-26,3	-20,9	-20,7	-26,0
Прогиб передней шины	2	1,7	1,6	1,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7	1,6
	3	6,5	5,6	5,1	5,4	5,5	5,6	5,6	5,8	6,5	5,6	6,7	6,7
	4	-4,7	-4,9	-5,1	-4,6	-4,4	-4,6	-5,2	-4,7	-4,2	-5,9	-5,4	-4,6
Прогиб передней подвески	1	1,1	0	-1,1	1,7	0	-1,7	2,5	0	-2,5	3,7	0	-3,7
	2	3,7	3,3	3,5	2,8	2,4	2,7	2,2	1,7	2,2	2,0	1,2	2,0
	3	16,6	13,5	11,3	14,3	10,2	7,2	12,5	6,9	3,4	12,0	4,0	0,2
	4	-9,9	-11,8	-14,3	-5,1	-8,4	-12,1	-2,3	-5,4	-11,5	-0,1	-3,6	-13,3

Примечания: 1. Варианты характеристик амортизатора: 1 — $k_{сж} = 0$, 2 — симметричная, 3 — $k_{\text{о}} = 0$; типы значений параметра: 1 — среднее значение, 2 — среднеквадратическое, 3 — максимальное, 4 — минимальное.

2. Положительные ускорения соответствуют перемещениям элементов трактора вверх, положительные прогибы — ходу сжатия амортизатора.

3. За нулевое принято положение статического равновесия.

Табл. 2. Расчетные значения параметров колебаний трактора

Параметр	Тип значения параметра	Значения сил (кН) при относительном демпфировании в передней подвеске											
		0,11			0,23			0,45			0,91		
		Вариант характеристики амортизатора											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Сила сжатия передней шины (вертикальная)	2	9,5	9,1	9,2	8,4	8,1	8,3	8,3	8,2	8,4	9,0	9,3	9,1
	3	36,1	31,2	28,5	30,3	30,7	31,3	32,3	36,3	36,3	31,4	31,9	37,3
	4	-26,4	-27,5	-28,5	-25,8	-24,3	-25,2	-28,5	-25,9	-23,5	-32,8	-30,0	-25,4
Сила сжатия рессоры передней подвески	1	1,7	0	-1,6	2,5	0	-2,5	3,8	0	-3,7	5,6	0	-5,5
	2	5,5	5,0	5,2	4,1	3,6	4,0	3,3	2,5	3,4	2,9	1,8	3,0
	3	24,9	20,2	16,9	21,5	15,3	10,8	18,7	10,3	5,1	18,1	6,0	0,3
	4	-14,8	-17,7	-21,4	-7,6	12,5	-18,2	-3,4	-8,1	-17,3	-0,1	-5,3	-19,9
Сила сопротивления амортизатора передней подвески	1	-1,7	0	1,6	-2,6	0	2,5	-3,8	0	3,7	-5,6	0	5,5
	2	2,2	2,0	2,2	3,1	2,9	3,1	4,2	4,0	4,2	5,4	5,5	5,4
	3	0	6,7	12,1	0	8,9	16,4	0	12,2	19,7	0	17,6	26,7
	4	-13,9	-7,6	0	-19,2	-11,0	0	-22,7	-13,7	0	-24,9	-16,8	0
Суммарная сила сжатия в передней подвеске	2	5,8	5,4	5,5	4,9	4,6	4,8	4,8	4,8	4,9	5,4	5,8	5,5
	3	24,7	21,6	21,0	21,5	18,7	19,6	18,7	16,6	19,9	18,1	16,3	19,0
	4	-18,2	-18,8	-21,3	-17,4	-15,9	-18,2	-17,9	-16,4	-17,3	-19,1	-19,3	-19,9

силы сжатия рессоры. Однако к нулю стремится максимальное значение силы, а среднее ее значение отрицательно (подвеска находится в разжатом состоянии). Таким образом, с точки зрения снижения нагруженности упругого элемента наилучшим является вариант с $k_{\text{о}} = 0$. Абсолютные экстремальные значения силы сопротивления амортизатора с увеличением относительного демпфирования возрастают при любом варианте характеристики амортизатора. Размах силы сопротивления амортизатора больше при симметричной характеристике, и с ростом относительного демпфирования эта разница возрастает. Однако экстремальные значения силы при указанной характеристике амортизатора во всех случаях значительно ниже, что говорит о более благоприятных условиях работы уплотнений амортизатора.

Аналогичные результаты получены при моделировании движения трактора и по другим дорожным фонам с различными скоростями. Сделан вывод о целесообразности применения в подвесках транспортных средств амортизаторов с симметричной характеристикой сопротивления.

Список литературы

1. Дербаремдикер А.Д. и др. Исследование систем поддрессоривания сидений водителя в стендовых и дорожных условиях // Вопр. расчета, конструирования и исслед. автомобиля. М., 1975. Вып. 6.
2. Гришкевич А.И. и др. Исследование влияния параметров поддрессоривания сиденья на колебания водителя // Автотракторостроение. Мн., 1979. Вып. 12.
3. Байков В.П. Влияние асимметричности характеристик амортизатора подвески сиденья водителя на его колебания // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. Мн., 1988. Вып. 3.
4. Байков В.П. Влияние массы водителя на характеристики колебаний сиденья // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. Мн., 1987. Вып. 2.

УДК 629.114.2-233.1-52

Г.Ф.БУТУСОВ, канд. техн. наук,
М.И.МАМОНОВ, О.Р.ШОСТАК (БПИ)

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ПРИВОДА ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО АГРЕГАТА

Рассматриваемый привод обеспечивает передачу энергии от двигателя внутреннего сгорания к исполнительному механизму. Функциональное назначение привода заключается в обеспечении постоянной скорости вращения вала привода агрегата при переменных частоте вращения вала двигателя и нагрузке.

Объектом регулирования является объемная гидropередача, которая имеет перед другими передачами следующие преимущества: возможность плавного регулирования скорости движения; удобство компоновки; хорошую сопрягаемость с системами электронного управления на базе микропроцессорной техники.

Рассматриваемая система управления предназначена для поддержания выходного значения частоты вращения входного вала агрегата в заданном диапа-