

## НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ ВОДИТЕЛЯ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА, СОСТОЯЩЕГО ИЗ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА И ПОЛУНАВЕСНОГО ПРИЦЕПА

В связи с разработкой нового тракторного поезда было проведено натурное определение и сравнение продольных горизонтальных ( $\ddot{X}$ ) и вертикальных ( $\ddot{Z}$ ) виброускорений водителя одиночного трактора К-701 и того же трактора в агрегате с полунавесным прицепом ОЗТП-8573 в зависимости от скорости движения по грунтовой дороге на передачах транспортного режима и от вертикальной координаты оси поперечного шарнира опорно-поворотного устройства прицепа.

Выбор дорожных условий соответствовал рекомендациям ГОСТ 12.2.019-76 и работы [1]. Ось упомянутого шарнира устанавливалась в различных по высоте ( $h$ ) положениях с помощью наборов проставок на тележке специальной конструкции.

В табл. 1 приведены среднеквадратические значения виброускорений водителя различных составов тракторного поезда в первых четырех октавных полосах и во всем спектре частот.

Анализ виброускорений по частотным полосам показывает незначительное превышение их нормы для вновь проектируемых машин во второй октаве на продольные горизонтальные ускорения при скорости 10,8 м/с на грунтовой дороге у трактора К-701 с груженым прицепом ОЗТП-8573, высота расположения оси поперечного шарнира у которого была равна 905 мм, что соответствует среднему из трех исследованных положений упомянутой оси.

Характерной особенностью изменения  $\ddot{X}$  и  $\ddot{Z}$  от скорости движения в первой полосе частот является то, что с увеличением высоты расположения над опорной поверхностью оси поперечного шарнира опорно-поворотного устройства прицепа возрастают абсолютные значения ускорений.

Ускорения, характеризующие поведение одиночного трактора К-701, в первом частотном диапазоне по оси  $\ddot{X}$  меньше, чем у этого же трактора в агрегате с порожним прицепом ОЗТП-8573 при  $h = 905$  мм, и больше по оси  $\ddot{Z}$  во всем диапазоне скоростей движения, что отражает изменение соотношения характеристик колебаний по различным направлениям при сцепке трактора с прицепом и обусловлено воздействием прицепа на трактор. Кроме того, в первой октавной полосе частот на характер анализируемых низкочастотных колебаний водителя оказывают заметное влияние масса груза и высота расположения оси шарнира опорно-поворотного устройства прицепа.

По вертикальным ускорениям во второй полосе частот (1,4..2,8 Гц) все испытанные варианты составов тракторного поезда соответствуют нормам для вновь проектируемых машин. При этом ускорения одиночного трактора и трактора с порожним прицепом ( $h = 905$  мм) уменьшаются на скорости движения, соответствующей третьей передаче КП, по сравнению со скоростями на первой и четвертой передачах. По вертикальным ускорениям в этой полосе

Табл. 1. Виброускорения водителя тракторных агрегатов

Состав объекта; масса груза, т; высота оси, м	Скорость движения, м/с	Среднеквадратические значения виброускорений (м/с <sup>2</sup> ) в октавных полосах частот, Гц					весь диапазон частот
		0,88...1,4	1,4...2,8	2,8...5,6	5,6...11,2		
К-701 одиночный	6,3	$\frac{1,49^*}{0,13}$	$\frac{0,35}{0,34}$	$\frac{0,32}{0,18}$	$\frac{0,88}{0,37}$	$\frac{1,82}{0,56}$	
		$\frac{0,10}{0,09}$	$\frac{0,19}{0,13}$	$\frac{0,25}{0,12}$	$\frac{1,01}{0,23}$	$\frac{1,07}{0,32}$	
	10,7	$\frac{0,10}{0,11}$	$\frac{0,33}{0,46}$	$\frac{0,45}{0,22}$	$\frac{2,06}{0,65}$	$\frac{2,14}{0,85}$	
		6,3	$\frac{0,24}{0,12}$	$\frac{0,56}{0,32}$	$\frac{0,87}{0,18}$	$\frac{0,71}{0,35}$	$\frac{1,28}{0,53}$
	$m_r = 0;$ $h = 0,905$		9,2	$\frac{0,13}{0,09}$	$\frac{0,41}{0,19}$	$\frac{0,66}{0,17}$	$\frac{0,94}{0,25}$
		10,7	$\frac{0,11}{0,09}$	$\frac{0,22}{0,26}$	$\frac{0,72}{0,20}$	$\frac{1,37}{0,32}$	$\frac{1,58}{0,48}$
К-701 + ОЗТП-8573;		6,3	$\frac{0,14}{0,10}$	$\frac{0,52}{0,29}$	$\frac{0,81}{0,18}$	$\frac{1,26}{0,36}$	$\frac{1,72}{0,52}$
	$m_r = 15,2;$ $h = 0,905$	9,2	$\frac{0,15}{0,10}$	$\frac{0,60}{0,37}$	$\frac{0,85}{0,20}$	$\frac{1,52}{0,39}$	$\frac{1,76}{0,52}$
10,7		$\frac{0,38}{0,10}$	$\frac{0,45}{0,23}$	$\frac{0,83}{0,24}$	$\frac{1,37}{0,36}$	$\frac{1,77}{0,69}$	
К-701 + ОЗТП-8573;		6,3	$\frac{0,11}{0,10}$	$\frac{0,66}{0,62}$	$\frac{0,58}{0,39}$	$\frac{0,71}{0,59}$	$\frac{1,14}{0,56}$
	$m_r = 15,2;$ $h = 0,54$	9,2	$\frac{0,10}{0,08}$	$\frac{0,35}{0,34}$	$\frac{0,56}{0,38}$	$\frac{1,12}{0,52}$	$\frac{1,31}{0,73}$
10,7		$\frac{0,17}{0,03}$	$\frac{0,19}{0,15}$	$\frac{0,55}{0,25}$	$\frac{0,95}{0,61}$	$\frac{1,13}{0,70}$	
К-701 + ОЗТП-8573;		6,3	$\frac{0,20}{0,09}$	$\frac{0,59}{0,58}$	$\frac{0,68}{0,31}$	$\frac{0,71}{0,57}$	$\frac{1,17}{0,87}$
	$m_r = 15,2;$ $h = 1,185$	9,2	$\frac{0,17}{0,12}$	$\frac{0,40}{0,72}$	$\frac{0,99}{0,58}$	$\frac{1,28}{1,06}$	$\frac{1,68}{1,42}$
10,7		$\frac{0,10}{0,11}$	$\frac{0,18}{0,50}$	$\frac{0,75}{0,29}$	$\frac{0,17}{0,85}$	$\frac{1,83}{1,05}$	

\*В числителе приведены значения продольных горизонтальных ускорений; в знаменателе — вертикальных.

частот среди груженых тракторных поездов преимущество имеет вариант со средним положением оси поперечного шарнира тележки.

Продольные горизонтальные ускорения во второй полосе частот выше у вариантов с  $h = 905$  мм, независимо от загрузки прицепа, и до скоростей 10...11 м/с превышают санитарные нормы для новых машин, уменьшаясь с ростом скорости движения.

В остальных вариантах превышены нормы до скоростей движения 9...9,2 м/с, причем наименьшие ускорения у состава с  $h = 540$  мм.

В третьей октавной полосе частот (2,8...5,6 Гц) горизонтальные ускорения исследованных составов не превышают допустимых санитарных норм, наилучшие показатели имеет вариант с  $h = 540$  мм, однако различие в значениях ускорений между вариантами невелико в сравнении с допустимой нормой.

По вертикальным ускорениям преимущество среди груженых тракторных поездов имеет вариант с  $h = 905$  мм, а среди всех объектов исследования — одиночный трактор и трактор с порожним прицепом, причем с ростом скорости движения абсолютные значения ускорений у перечисленных составов изменяются мало, тогда как в вариантах с  $h = 540$  мм и  $h = 1185$  мм эти изменения значительны. До скорости 9,5 м/с с  $h = 1185$  мм превышены допустимые нормы для третьей полосы частот.

Продольные горизонтальные ускорения водителя в четвертой полосе частот (5,6...11,2 Гц) малы во всех вариантах и не превышают норм, за исключением одиночного трактора.

Четко проявляется характерная особенность поведения объектов: при смещении оси поперечного шарнира тележки от среднего положения продольные виброускорения уменьшаются в первой и второй октавах, тогда как по параметру  $\ddot{Z}$ , наоборот, среднее положение оси шарнира обеспечивает наименьшие вертикальные ускорения. Вертикальные ускорения в четвертой полосе частот во всех вариантах близки к допустимым нормам для вновь проектируемых машин, а на скоростях движения, больших 9...9,7 м/с, превышают эти нормы. При этом в вариантах с  $h = 540$  мм и, особенно, с  $h = 1185$  мм абсолютные ускорения значительно больше, чем для остальных составов.

Приближение к скоростям движения 8,5...9,5 м/с состава с  $h = 1185$  мм вызывало существенный рост вертикальных ускорений. При движении одиночного трактора К-701 на четвертой передаче КП со скоростями выше 10 м/с значительно увеличиваются как вертикальные, так и горизонтальные ускорения на сиденье водителя, при этом уровень вертикальных ускорений выходил за действующие санитарные нормы.

Вертикальные среднеквадратические ускорения водителя во всем исследованном диапазоне частот (0...11,2 Гц) в вариантах с  $h = 905$  мм и  $h = 540$  мм ниже, чем с  $h = 1185$  мм, при этом наименьшие значения получены для трактора К-701 в агрегате с груженым и порожним прицепом ОЗТП-8573, у которого ось поперечного шарнира тележки находится на высоте 905 мм от опорной поверхности.

Наибольшие продольные горизонтальные среднеквадратические ускорения водителя во всем спектре частот колебаний характерны для варианта с  $h = 905$  мм, при этом в первой — третьей полосах частот наблюдается превышение санитарных норм для вновь проектируемых машин, наименьшие — для варианта с  $h = 540$  мм, при этом во второй и третьей полосах частот наблюда-

ется выход уровней виброускорений за нормы для вновь проектируемых машин в ограниченных диапазонах скоростей: во второй полосе — до 9 м/с, в третьей — при скоростях от 7,5 до 10,5 м/с.

Ни у одного из исследованных вариантов объектов не было отмечено превышения допустимых санитарных норм для серийных машин при приведении в соответствии с ГОСТ 12.2.002–81 дорожных условий и скоростей движения к регламентированным. Значения среднеквадратических ускорений водителя для варианта с  $h = 1185$  мм наиболее близки к уровням допустимых санитарными нормами виброускорений.

Учитывая полученные результаты, можно сделать вывод о целесообразности уменьшения высоты расположения оси поперечного шарнира поворотной тележки прицепа относительно опорной поверхности до значений в диапазоне 550...900 мм (прицеп в загруженном состоянии). Целесообразно также произвести расчетную оценку влияния расположения оси поперечного шарнира и схемы поддрессоривания поворотной тележки полунавесного прицепа ОЗТП-8573 на виброускорения водителя.

С учетом особенностей конструктивной схемы полунавесного прицепа с догружающим сцепное устройство трактора дышлом был изменен характер виброускорений, что непривычно воспринималось водителями.

Целесообразными направлениями работ по снижению уровней виброускорений водителя являются оптимизация колебательных систем двух- и трехзвенных тракторных поездов с первым полунавесным прицепом и поиск новых решений структурно-компоновочного синтеза тракторного поезда на базе трактора К-701.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриченко С.С., Завьялов Ю.А. Об определении статистических характеристик микропрофилей грунтовых дорог и колеи // Тракторы и сельхозмашины. — 1983. — № 5. — С. 10–13.

УДК 623.421

Ю.М. СТЕСИН (ММЗ), Г.М. КУХАРЕНКО,  
канд. техн. наук (БПИ)

### ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ НА ПУСКОВЫЕ ПРОЦЕССЫ БЫСТРОХОДНОГО ТРАКТОРНОГО ДИЗЕЛЯ

Исследования, проведенные ранее в основном на дизелях с открытой камерой сгорания, показали большое влияние параметров топливной аппаратуры на пусковые процессы дизелей [1].

В настоящей статье приведены результаты исследований влияния на пуск дизеля с камерой сгорания типа ШНИДИ таких параметров топливной аппаратуры, как угол опережения впрыска и цикловая подача топлива, частота вращения коленчатого вала при отключенном обогатителе топливного насоса, число сопловых отверстий распылителя форсунки.

В качестве объекта исследований использовался тракторный дизель 4Ч 11/12,5 (Д-240) мощностью 59 кВт при частоте вращения вала 2200 мин<sup>-1</sup>.