

ВЫБОР РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ВОДИТЕЛЬ—СИДЕНЬЕ

При расчетах характеристик колебаний динамической системы водитель—сиденье применяются различные расчетные схемы: от простейшей одномассовой до плоских и пространственных многомассовых с постоянными или изменяющимися в зависимости от нагрузок, действующих на водителя, параметрами. По одномассовой расчетной схеме тело водителя рассматривается как твердое, а массы его и сиденья как единая. Одномассовая модель сравнивалась с плоской трехмассовой, в которой учитываются упругодемпфирующие свойства подушки сиденья и тело водителя рассматривается как линейная двухмассовая колебательная подсистема с постоянными параметрами. К нижней массе относится масса таза и ног, к верхней — масса груди, плеч, рук и головы. Как указывается в работе [1], расчетные амплитудно-частотные характеристики данной биодинамической модели согласуются с экспериментальными.

Сравнительный анализ моделей системы водитель—сиденье был выполнен при проведении расчетов колебаний колесного трактора класса 5. Расчетная схема трактора и его параметры приведены в работе [2]. Расчеты проводились для трех значений массы водителя: 60, 90 и 120 кг. При массе водителя 90 кг расчеты проводились при различных характеристиках колебаний пола кабины (путем изменения параметров подвески переднего моста трактора) и изменении упругих и демпфирующих параметров подвески сиденья, подушки и тела водителя. Значения параметров рассматриваемых расчетных схем для различных вариантов расчета приведены в табл.1: m_B — масса водителя; m'_B — масса водителя, приходящаяся на сиденье (по ГОСТ 25571—82 составляет 0,71 его полной массы); m_c — масса поддрессоренной части сиденья; m_1 — масса, непосредственно воспринимаемая упругим элементом подвески сиденья (для одномассовой расчетной схемы $m_1 = m_c + m'_B$, для трехмассовой $m_1 = m_c$); m_2 — масса нижней части тела водителя; m_3 — масса верхней части тела водителя; c_1 — жесткость подвески сиденья; k_1 — коэффициент сопротивления амортизатора подвески сиденья; c_2 — жесткость подушки сиденья; k_2 — коэффициент сопротивления подушки; c_3 — жесткость тела водителя; k_3 — коэффициент сопротивления тела водителя.

Значения параметров m_2, m_3, c_2, k_2, c_3 и k_3 взяты из работ [3, 4]. В вариантах 1—6 и 9 жесткость рессоры подвески переднего моста трактора равнялась 150 кН/м, в вариантах 7 и 8 550 кН/м (соответствует жесткости рессоры трактора К-701М). Все расчеты выполнены при моделировании движения трактора по грунтовой дороге, имеющей среднеквадратическую высоту неровностей 2,12 см, со скоростью 6 м/с.

Результаты расчетов приведены в табл. 2: σ_{z_n}'' , σ_{z_1}'' , σ_{z_2}'' — среднеквадратические значения вертикальных ускорений соответственно на полу кабины, сиденья (массы m_1) и на сиденье (массы m_2); σ_{y_1} (1), σ_{y_1} (2), σ_{y_1} (4), σ_{y_1} (8) —

Табл. 1. Параметры расчетных схем динамической системы водитель—сиденье

Номер варианта	m_B , кг	m'_B , кг	m_C , кг	m_1 , кг	m_2 , кг	m_3 , кг	c_1 , кН/м	k_1 , кН·с/м	c_2 , кН/м	k_2 , кН·с/м	c_3 , кН/м	k_3 , кН·с/м
1	60	43	20	63	—	—	3	0,5	—	—	—	—
2	60	43	20	20	23	20	3	0,5	40	0,4	16,8	0,24
3	90	64	20	84	—	—	3	0,5	—	—	—	—
4	90	64	20	20	34	30	3	0,5	40	0,4	25,0	0,36
5	120	85	20	105	—	—	3	0,5	—	—	—	—
6	120	85	20	20	45	40	3	0,5	40	0,4	33,6	0,48
7	90	64	20	84	—	—	6	2,5	—	—	—	—
8	90	64	20	20	34	30	6	2,4	40	0,4	25,0	0,36
9	90	64	20	20	34	30	3	0,5	15	0,3	25,0	0,36
10	90	64	20	20	34	30	2	0,5	30	0,37	25,0	0,36
11	90	64	20	20	34	30	2	0,5	40	0,4	25,0	0,36
12	90	64	20	20	34	30	2	0,5	90	0,91	25,0	0,36
13	90	64	20	20	34	30	2	0,5	90	0,37	75,0	0,36

Табл. 2. Характеристики колебаний системы водитель—сиденье

Номер вариан- та	σ_{z_n} , м/с ²	σ_{z_1} (1), м/с ²	σ_{z_1} (2), м/с ²	σ_{z_1} (4), м/с ²	σ_{z_1} (8), м/с ²	σ_{z_1} , м/с ²	σ_{z_2} (1), м/с ²	σ_{z_2} (2), м/с ²	σ_{z_2} (4), м/с ²	σ_{z_2} (8), м/с ²	σ_{z_2} , м/с ²	σ_{f_1} , см
1	2,56	1,14	1,15	0,68	0,01	1,78	—	—	—	—	—	1,98
2	2,58	1,11	1,02	0,38	0,03	1,59	1,19	1,17	0,56	0,02	1,79	2,05
3	2,56	1,03	0,94	0,51	0,01	1,51	—	—	—	—	—	2,32
4	2,58	0,95	0,76	0,36	0,05	1,32	1,06	0,93	0,40	0,01	1,50	2,37
5	2,56	0,89	0,77	0,41	0,01	1,28	—	—	—	—	—	2,50
6	2,58	0,78	0,57	0,38	0,08	1,10	0,89	0,75	0,32	0,01	1,25	2,51
7	4,01	1,40	2,96	1,47	0,27	3,70	—	—	—	—	—	1,65
8	4,03	1,40	2,81	1,06	0,84	3,60	1,61	3,55	1,32	0,21	4,18	1,88
9	2,58	0,82	0,55	0,90	0,09	1,40	1,10	0,94	0,35	0,01	1,53	2,34
10	3,97	0,77	1,45	0,46	0,30	1,78	0,93	1,89	0,36	0,05	2,15	3,51
11	3,97	0,80	1,53	0,33	0,28	1,83	0,92	1,86	0,36	0,08	2,13	3,51
12	3,97	0,84	1,67	0,24	0,15	1,92	0,89	1,82	0,34	0,09	2,07	3,49
13	3,97	0,86	1,73	0,27	0,21	1,97	0,91	1,88	0,46	0,04	2,15	3,49

среднеквадратические значения вертикальных ускорений сиденья в октавных полосах частот со среднегеометрическими значениями частот 1, 2, 4 и 8 Гц; $\sigma_{z_2}^2(1)$, $\sigma_{z_2}^2(2)$, $\sigma_{z_2}^2(4)$, $\sigma_{z_2}^2(8)$ — то же на сиденье водителя; σ_{f_1} — среднеквадратическое значение деформации подвески сиденья.

При расчетах подвесок сидений основными оценочными критериями являются среднеквадратические значения вертикальных ускорений на сиденье водителя в октавных полосах частот (допустимые значения по ГОСТ 12.2.019—86) и размах деформации подвески сиденья (максимальное значение по ГОСТ 20062—81). Сравнительный анализ двух расчетных схем системы водитель—сиденье был проведен по указанным критериям. Оценка размаха деформации проводилась по среднеквадратическому значению σ_{f_1} . Сравнение вариантов 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 показывает, что среднеквадратические значения ускорений на сиденье водителя в первой и второй октавных полосах частот и деформации подвески сиденья отличаются незначительно (ускорения до 5 %, деформация до 4 %), в третьей октаве на 17...20 % меньше при расчете по трехмассовой модели. Учитывая, что максимум энергии колебаний приходится на первую и вторую октавные полосы частот, а в третьей среднеквадратические значения в большинстве случаев не превышают допустимые, можно утверждать, что несоответствие результатов в третьей октаве не приведет к ошибке при выборе наилучшего варианта подвески сиденья при использовании одномассовой расчетной схемы. Значения $\sigma_{z_1}^2(8)$ и $\sigma_{z_2}^2(8)$ в 5 и более раз меньше допустимых ($0,25 \text{ м/с}^2$). Изменение параметров упругости и демпфирования подушки и тела водителя не приводит к существенному изменению оценочных критериев (варианты 4 и 9, 10—13). При увеличении уровня колебаний пола кабины разница результатов расчетов составила 10...20 % (варианты 7 и 8). При этом размахи деформации подушки и тела водителя составили 5 см. При проведении расчетов с введением ограничений на эти параметры колебаний разница результатов — не более 7 %.

На основании изложенного был сделан вывод о допустимости использования одномассовой расчетной схемы системы водитель — сиденье при выборе лучшего варианта подвески сиденья и оценки вибронегруженности водителя в вертикальном направлении. Это позволит сократить затраты машинного времени, особенно при использовании вычислительных машин с небольшим быстродействием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Динамика системы дорога — шина — автомобиль — водитель / Под ред. А.А.Хачатурова. — М., 1976.
2. Бойков В.П. Влияние массы водителя на характеристики колебаний сиденья // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. — Мн., 1987. — Вып. 2. — С. 56—60.
3. Гришкевич А.И., Ломако Д.М., Беляев В.М. Подвеска. — Мн., 1978.
4. Михайлов В.Г. Исследование системы поддрессирования сиденья водителя грузового автомобиля: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Мн., 1982.