

Раздел 3. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ЛЕСНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УДК 634.03.34

А.В.ЖУКОВ, докт.техн.наук, профессор,
П.Ф.РУДНИЦКИЙ, ст.преподаватель,
В.А.СИМАНОВИЧ, ассистент
(БТИ им. С.М.Кирова)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПОДВЕСКИ ОСЕЙ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ КОЛЕСНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА НА ПЛАВНОСТЬ ЕГО ХОДА

При проведении опытно-конструкторских работ по модернизации трактора Т-150К [1] с технологическим оборудованием для трелевки деревьев с целью дальнейшего улучшения его технико-эксплуатационных и экономических показателей были проведены исследования по оценке влияния системы подрессоривания трактора и технологического оборудования на плавность хода, его нагруженность и скоростные показатели.

Объектом исследования являлся трактор Т-150К с навесным технологическим оборудованием для трелевки, включающим однобарабанную лебедку с тяговым канатом, арку и трелевочный щит. В отличие от серийно выпускаемых тракторов технологическое оборудование содержало узлы демпфирования на арке и погрузочном щите. На рис. 1, а показана схема трактора в чокерном варианте с подрессоренным технологическим оборудованием. На шасси колесного трактора 1 установлена лебедка 2 с тяговым канатом 3, пропущенным через подвижной блок 4, связанный с амортизирующим устройством в виде пружин 5. Погрузочный щит трактора состоит из двух частей 6 и 7, имеющих связь через демпферное устройство в виде пружин 8. Элементы усовершенствованного технологического оборудования показаны на рис. 1,б,в.

Экспериментальные работы предусматривали измерение следующих параметров: вертикальных ускорений на сиденьи водителя, вертикальных ускорений на переднем и заднем мостах, вертикальных продольных ускорений в центре масс, продольных усилий в подрессоренной части щита, тягового усилия в тросе, пройденного пути. Испытания проводились на лесной дороге и трелевочном волоке, микропрофиль которых был замерен. Длина участка дороги и трелевочного волока составляла 300 м.

Испытания проводились при заблокированной и разблокированной (свободной) подвеске переднего моста. Принятые скорости трелевки и состояние подвески трактора соответствуют данным, приведенным в табл. 1.

Объем пачки при испытаниях составлял 5 м^3 , что соответствовало нормальному тяговому усилию лебедки. Испытания трактора с подрессоренным технологическим оборудованием производились в Негорельском учебно-опытном лесхозе БТИ им. С.М.Кирова.

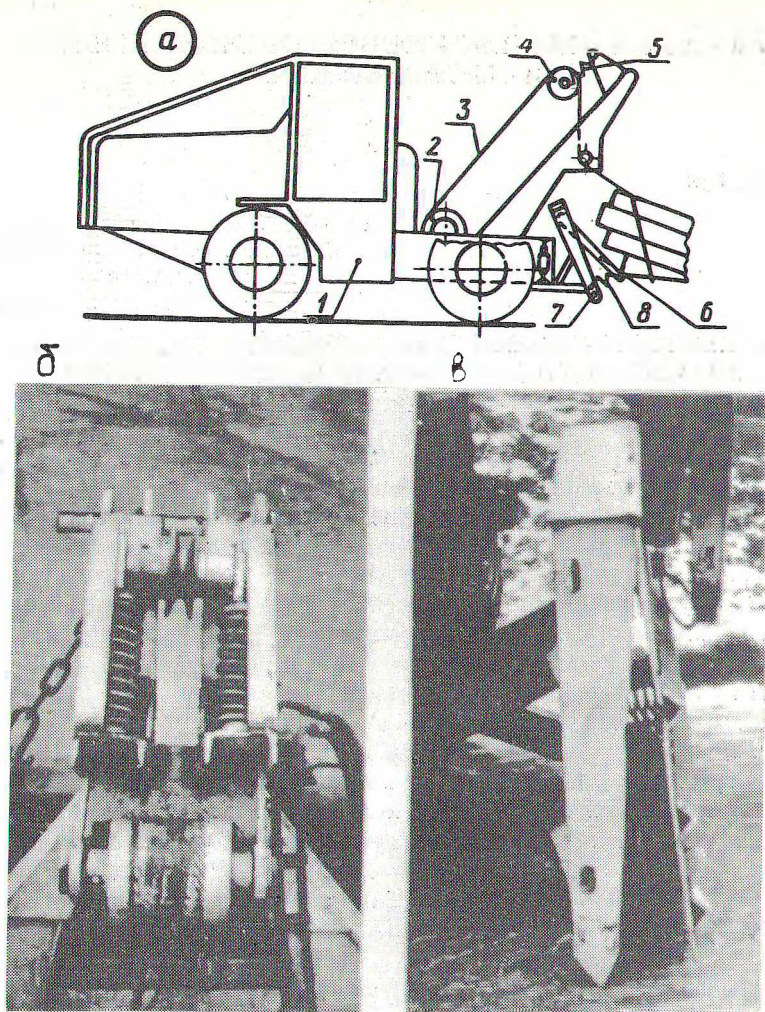


Рис. 1. Колесный трелевочный трактор с поддресоренным технологическим оборудованием:
 а — общая схема; б — узел упругой связи тросо-блочной системы; в — поддресоренный щит.

Таблица 1

Тип дороги	Состояние подвески	Скорость движения, км/ч
Лесная дорога	Подвеска свободная	19,22,24
Трелевочный волок	” ”	10,12,15
Лесная дорога	Подвеска заблокирована	18,24,28
Трелевочный волок	” ”	10,11,14

В комплект измерительной аппаратуры включались электрические реохордные акселерометры типов ДП-4; ЗП-15; МУ-62.

Показания измерительной аппаратуры регистрировались на шлейфовом осциллографе К 12-22. В комплект оборудования для испытаний входили: электроконтактные часы МЧ-62, пульт управления, блок питания, аккумуляторные батареи 6-СТ-132.

Аппаратура устанавливалась в кабине трактора с учетом требований виброизоляции. До опытов и после них осуществлялась тарировка датчиков и проверялось техническое состояние аппаратуры и трактора.

Обработка полученных зависимостей производилась с использованием ЭВМ "Мир-1". Определялось математическое ожидание, дисперсии и среднеквадратичные отклонения параметров колебаний.

Зависимости значений среднеквадратичных вертикальных и продольных ускорений от скорости движения трелевочного трактора приведены на рис. 2-6.

Анализ динамики трактора производился по значениям вертикальных среднеквадратичных ускорений на мостах и в центре тяжести системы, по величине тяговых усилий в тросе и продольных в подвижной части щита.

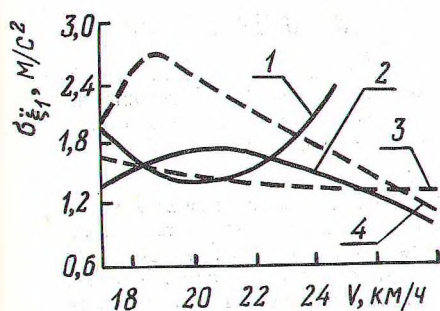


Рис. 2. Зависимость значений среднеквадратичных вертикальных ускорений переднего моста от скорости движения:
1 — на лесной дороге при незаблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 2 — на лесной дороге при заблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 3 — на лесной дороге при незаблокированной подвеске без элементов демпфирования в технологическом оборудовании; 4 — на лесной дороге при заблокированной подвеске без элементов демпфирования в технологическом оборудовании.

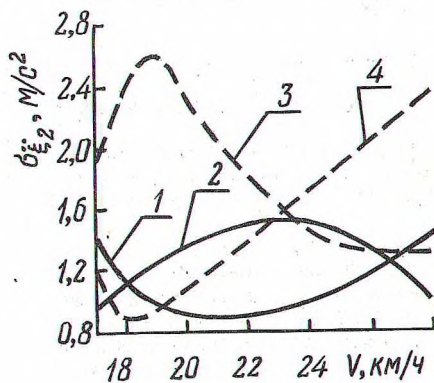


Рис. 3. Зависимость значений среднеквадратичных вертикальных ускорений заднего моста от скорости движения:
1 — на лесной дороге при незаблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 2 — на лесной дороге при заблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 3 — на лесной дороге при незаблокированной подвеске без элементов демпфирования в технологическом оборудовании; 4 — на лесной дороге при заблокированной подвеске без элементов демпфирования в технологическом оборудовании.

Из рис. 2 видно, что при незаблокированной подвеске переднего моста значения $\sigma_{\xi_1}^2$ возрастают при $V > 22$ км/ч. Уровень значений для заблокированного варианта подвески трактора снижается при скорости V равной 24 км/ч. В первом случае наиболее приемлемым является интервал скоростей 12–22 км/ч, во втором – 22 км/ч и более.

Характер изменения среднеквадратичных вертикальных ускорений переднего моста $\sigma_{\xi_1}^2$ на трелевочном волокне для обоих вариантов подвески трактора отличается незначительно. При скорости $V > 12$ км/ч ускорения возрастают. Минимальные значения $\sigma_{\xi_1}^2$ приходятся на интервал скоростей 8–12 км/ч и находятся в пределах $1-1,4$ м/с².

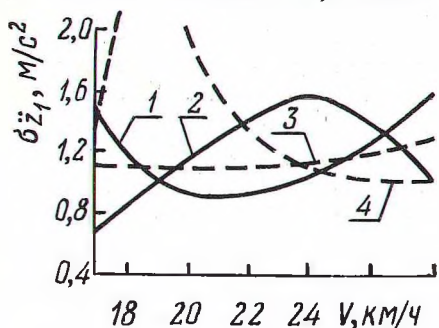


Рис. 4. Зависимость значений среднеквадратичных вертикальных ускорений в центре масс трактора от скорости движения:

1 – на лесной дороге при незаблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 2 – на лесной дороге при заблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 3 – на лесной дороге при незаблокированной подвеске без элементов демпфирования в технологическом оборудовании; 4 – на лесной дороге при заблокированной подвеске без элементов демпфирования в технологическом оборудовании.

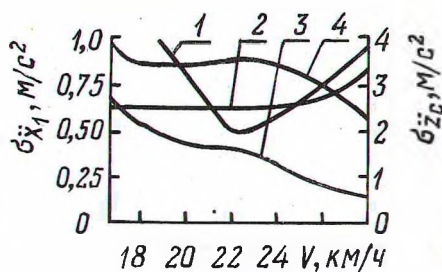


Рис. 5. Зависимость значений среднеквадратичных продольных и вертикальных ускорений на сиденьи водителя от скорости движения (1, 2 – $\sigma_{\xi_1}^2$; 3, 4 – $\sigma_{\zeta_1}^2$):

1, 3 – на лесной дороге при незаблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 2, 4 – на лесной дороге при заблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании.

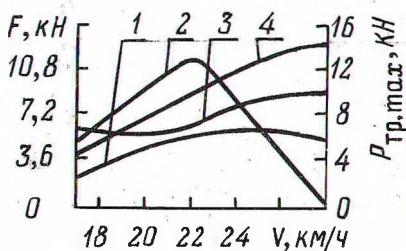


Рис. 6. Зависимость значений продольных усилий в подвижной части щита и тягового усилия в тросе от скорости движения:

(1, 2 – $F_{\text{и}}$; 3, 4 – $P_{\text{тр max}}$); 1, 3 – на лесной дороге при незаблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании; 2, 4 – на лесной дороге при заблокированной подвеске с элементами демпфирования в технологическом оборудовании.

Сравнивая значения σ_{ξ_1} для обоих вариантов трактора, наблюдаем уменьшение вертикальных ускорений на переднем мосту в 1,4–1,8 раза с введением системы вторичного поддрессоривания.

В случае незаблокированной подвески ускорения заднего моста σ_{ξ_2} (рис. 3) при увеличении скорости до 22 км/ч уменьшаются, а затем увеличиваются до значения 1,3 м/с² при V = 28 км/ч. Для незаблокированного варианта подвески трактора наиболее приемлемым является интервал скоростей 19–23 км/ч, где значения σ_{ξ_2} не превышают 1 м/с². При заблокированной подвеске σ_{ξ_2} имеют место в интервале скоростей 20–26 км/ч.

Для трелевочного волока, в случае незаблокированного варианта подвески трактора значения σ_{ξ_2} при увеличении скорости изменяются незначительно, достигая наибольшего значения, равного 1 м/с². Для заблокированного варианта подвески скорости движения ниже 11 км/ч являются интервалом наименьших значений σ_{ξ_2} . При дальнейшем увеличении скорости значения σ_{ξ_2} для заблокированной и незаблокированной подвески трактора отличаются незначительно и при V = 15 км/ч совпадают.

Ускорения σ_{ξ_2} при вторичном поддрессоривании технологического оборудования снижаются. Например, σ_{ξ_2} для трелевочного волока для обоих вариантов трактора при скорости 12 км/ч были равны соответственно 1,6 м/с² и 2,2 м/с² с введением поддрессоривания эти значения снизились до 0,96 м/с² и 1 м/с².

Вертикальные среднеквадратичные ускорения в центре масс σ_{z_1} на лесной дороге имеют наименьшие значения в интервале V = 19–24 км/ч при свободной подвеске (рис. 4) и не превышают 1 м/с². При V > 24 км/ч σ_{z_1} увеличиваются.

В случае заблокированной подвески при увеличении скорости трелевки первоначально происходит равномерное возрастание σ_{z_1} (V = 18–24 км/ч) до значения 1,6 м/с², а затем снижение до 1,1 м/с².

На трелевочном волоке увеличение скорости движения незначительно влияет на величину σ_{z_1} и не превышает значения 0,96 м/с² при свободной подвеске. При заблокированной подвеске σ_{z_1} первоначально возрастают до значения 1 м/с² при V > 11 км/ч, а затем незначительно уменьшаются до величины 0,96 м/с² (V = 11–16 км/ч). Из анализа кривых 1 и 2 (рис. 4) видно, что значения σ_{z_1} при поддрессоривании оборудования снижаются в 1,8–2 раза.

Для свободной подвески трактора величины среднеквадратичных продольных ускорений σ_{x_1} (рис. 5) возрастают при увеличении скоростей, меньших 20 км/ч и больших 26 км/ч. При этом значения σ_{x_1} изменяются в пределах 0,5–0,75 м/с². Для заблокированного варианта подвески трактора σ_{x_1} изменяются незначительно при увеличении скорости в пределах 0,68–

0,75 м/с². Интервал скоростей 20–26 км/ч является наиболее приемлемым при обоих вариантах подвески трактора.

На трелевочном волоке с незаблокированной подвеской трактора величина $\sigma \ddot{x}_1$ резко возрастает при скорости больше 14 км/ч и меньше 11 км/ч. При заблокированной подвеске значения $\sigma \ddot{x}_1$ минимальны в интервале 9–11 км/ч, а затем они незначительно увеличиваются и находятся в пределах 0,95–1 м/с².

Среднеквадратичные вертикальные ускорения на сиденьи водителя $\sigma \ddot{z}_c$ при движении по лесной дороге представлены на рис. 5 (кривая 3,4). Для незаблокированного варианта подвески трактора увеличение скорости от 17 км/ч до 28 км/ч приводит к уменьшению значений $\sigma \ddot{z}_c$ в пределах от 2,5 м/с² до 0,8 м/с². В случае заблокированного варианта при увеличении скорости от 18 до 28 км/ч значения $\sigma \ddot{z}_c$ первоначально остаются неизменными в пределах 3,6 м/с², а затем уменьшаются до значения 2 м/с² при $V = 28$ км/ч.

Для трелевочного волока в случае свободного варианта подвески значения $\sigma \ddot{z}_c$ при увеличении V плавно возрастают, изменяясь в пределах от 1,1 м/с² до 3,6 м/с².

При заблокированной подвеске трактора происходит более резкое возрастание $\sigma \ddot{z}_c$ при увеличении скорости движения. Наиболее характерным является интервал скоростей 10–15 км/ч, где $\sigma \ddot{z}_c$ изменяется от 1,35 м/с² до 2,7 м/с².

Зависимости продольных усилий в подвижной части шита на лесной дороге от скорости движения представлены на рис. 6 (кривая 1,2). В случае заблокированной подвески значения силы F с увеличением скорости движения изменяются незначительно, возрастая до величины 5,6 кН при $V = 24$ км/ч. При заблокированной подвеске на лесной дороге максимальные усилия достигают 11 кН при скорости движения 22 км/ч. Скорости 18–21 км/ч являются наиболее характерными.

Значения усилий для трелевочного волока при незаблокированной подвеске не превышают 11,5 кН в интервале скоростей движения 10–15 км/ч.

С увеличением V при заблокированной подвеске значения F возрастают до 18 кН при скорости 15 км/ч.

На трелевочном волоке наиболее рациональна работа трактора при скорости меньше 11 км/ч.

Зависимости максимального тягового усилия в тросе $P_{\text{тр. max}}$ от скорости движения на лесной дороге представлены на рис. 6 (кривая 3,4). При свободном состоянии рессор подвески трактора и элементов демпфирования в технологическом оборудовании $P_{\text{тр. max}}$ возрастает с увеличением скорости движения. При блокировке элементов демпфирования значения $P_{\text{тр. max}}$ возрастают более интенсивно, особенно в интервале скоростей движения 17–23 км/ч, и достигают при $V = 28$ км/ч значения 15,5 кН, что составляет 126% в сравнении с незаблокированным вариантом.

При движении по трелевочному волоку изменение усилия в тросе происходит менее интенсивно, причем большие значения $P_{тр}$ соответствуют варианту трактора с заблокированной подвеской переднего моста и элементов демпфирования. Максимальные значения $P_{тр. max}$ достигают 9,5 кН ($V = 15$ км/ч).

С целью оценки работоспособности элементов демпфирования трактора целесообразно ввести коэффициент нагруженности технологического оборудования, определяемый как отношение максимального усилия в тяговом канате при заблокированных элементах демпфирования к силе тяги в канате при свободном состоянии демпфирующих элементов, т.е.

$$K_H = \frac{\rho_{трз} max}{\rho_{трс} max}.$$

В рассматриваемом случае значения K_H составляют: лесная дорога — 1,10–1,17; трелевочный волок — 1,05–1,17.

Таким образом, проведенные испытания трактора Т-150К с лесотехническим оборудованием позволили установить рациональные скорости трелевки, уровень вертикальной нагруженности агрегатов. В случае отсутствия подвески мостов трелевочного трактора, элементы вторичного подрессоривания технологического оборудования могут частично компенсировать упругие элементы в подвеске, что подтверждает правильность предполагаемого направления совершенствования конструкции колесных трелевочных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобода Е.Г., Лыжина Н.В., Чернявский И.Ш. Исследование плавности хода трактора Т-150К с различными вариантами подвески. — Тракторы и сельхозмашины, 1979, № 6.

УДК 630*37

А.Ф.ТИХОНОВ, канд.техн.наук, профессор,
К.Т.СТАРОВОЙТОВ, доцент
(БТИ им. С.М.Кирова)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОПОЕЗДОВ

На лесозаготовках БССР транспорт леса осуществляется в основном автомобилями МАЗ по существующим дорогам общего назначения. Так, например, по двум леспромхозам, которые работают на территории 9 лесхозов с площадью лесных земель около 320000 га используется свыше 2000 км транспортных путей, в том числе 80% грунтовых дорог. Средняя густота дорожной сети составляет 4 м/га. При протяженности в общей дорожной сети магистралей 2–7, веток 10–16; усов 80–85, удельный грузооборот составляет соответственно 60–70%, 20–35%, 5–8%.