

В.В. Гуськов, Г.А. Молош, А.Л. Хилько,  
П.А. Стецко, Р.П. Дервинчик, В.В. Жук

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛАВНОСТИ ХОДА КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА МТЗ-80

Один из путей повышения производительности машинно-тракторного агрегата — увеличение рабочих и транспортных скоростей движения. С их увеличением весьма актуальной становится проблема улучшения условий труда водителя и, в частности, снижения интенсивности колебаний трактора.

Чтобы определить интенсивность колебаний трактора в зависимости от скорости движения и определить влияние на интенсивность колебаний различных вариантов поддрессоривания переднего моста, Белорусским политехническим институтом совместно с Минским тракторным заводом были проведены экспериментальные исследования плавности хода трактора МТЗ-80.

Испытания проводились с различными вариантами подвесок передних колес: серийной подвеской и экспериментальной с двумя значениями жесткости и различными характеристиками упругих элементов. Серийная подвеска содержит в качестве упругого элемента витую цилиндрическую пружину. Суммарная жесткость подвески равна  $2C_p = 720$  кН/м, а полный прогиб составляет 2,7 см. Упругие элементы экспериментальной подвески были представлены в двух вариантах: 1) витая цилиндрическая пружина, суммарная жесткость подвески при этом была  $2C_p = 300$  кН/м, а полный прогиб — 6,0 см и 2) пружина и полый резиновый буфер, суммарная жесткость подвески при работе только пружины составляла  $2C_p = 180$  кН/м, включение в работу резинового буфера вносило нелинейность в характеристику подвески, увеличивая при этом ее жесткость; полный прогиб равен 6,0 см. Основные параметры подвесок переднего моста определялись экспериментально. На рис. 1 представлены упругие характеристики указанных подвесок.

В качестве оценочных измерителей плавности хода трактора принимались вертикальные ускорения поддрессоренных масс, замеренные над осью передних колес, на переднем бруске, передних неподдрессоренных масс, замеренные над осью передних колес, над осью задних колес в месте установки сиденья водителя, на сиденье; горизонтально-продольные ускорения на сиденье водителя, а также углы раскачивания трактора в вертикальной продольной плоскости.

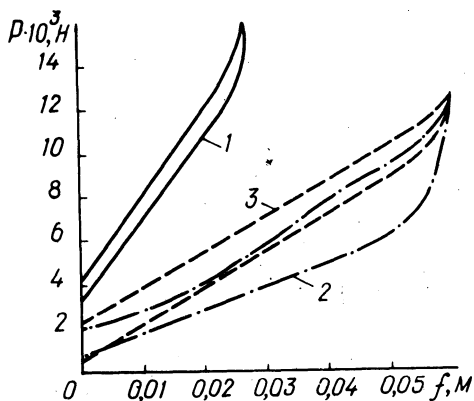


Рис. 1. Упругие характеристики подвески переднего моста трактора МТЗ-80:

1—серийная—пружина  $2C = 720$  кН/м; 2—экспериментальная—пружина  $2C = 300$  кН/м; 3—экспериментальная—пружина  $2C = 180$  кН/м и полый резиновый буфер.

Для измерения ускорений применялись потенциометрические датчики МП-95, а для замера углов раскачивания — гироскопический прибор ЦГВ-4. С помощью указанных приборов стало возможным осуществить регистрацию процессов с использованием только осциллографа Н-700 с блоком питания, исключив необходимость применения усилителя, а также низкочастотных фильтров в электрической схеме датчиков ускорения, что способствовало уменьшению накопления погрешности результатов измерений.

Испытания проводились на искусственных неровностях и на горизонтальном участке длиной 150 м гравийного шоссе с дисперсией  $D = 1,56$  см<sup>2</sup>.

На искусственных неровностях испытания проводились при движении трактора через единичную неровность длиной 70 см и высотой 5,0 см без сельскохозяйственных орудий [1, 2]. При испытании на гравийном шоссе трактор находился в сцепке с груженым прицепом 2ПТС-4.

Обработка и анализ результатов испытаний при переезде трактором искусственных неровностей проводились по среднеарифметическим значениям максимально измеренных величин при двух-трехкратном повторении опытов на одной скорости. Обработка результатов испытаний на гравийном шоссе проводилась по методике, изложенной в работе [3], а анализ — по среднеквадратичным значениям измеряемых величин.

Значения максимальных вертикальных ускорений на переднем бруске, над осью передних колес, над осью задних колес в месте установки сиденья, горизонтально-продольных ускорений на сиденье водителя и углов раскачивания в продольной плоскости

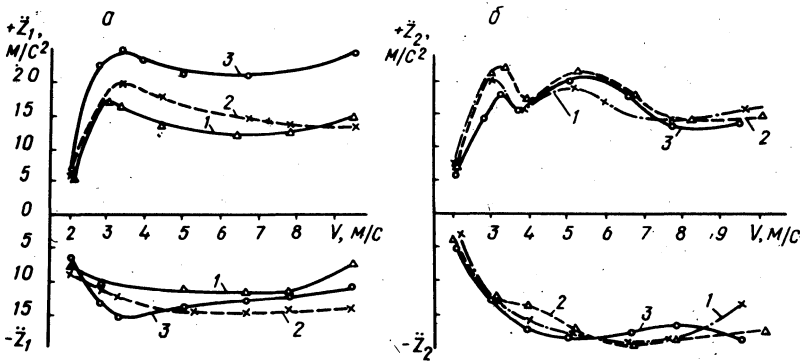
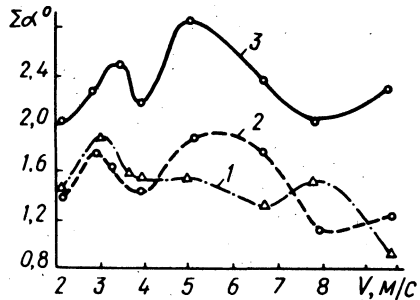


Рис. 2. Вертикальные ускорения на остова трактора при переезде единичной неровности на холостом ходу:

а—на переднем бруске над осью передних колес;  
 б—над задней осью в месте установки сиденья водителя. 1— $2C_p = 180 \text{ кН/м}$  и полый резиновый буфер  
 2— $2C_p = 300 \text{ кН/м}$ ; 3— $2C_p = 720 \text{ кН/м}$ .

Рис. 3. Суммарные углы раскачивания трактора в продольной плоскости при переезде единичной неровности на холостом ходу:

1— $2C_p = 180 \text{ кН/м}$  и полый резиновый буфер;  
 2— $2C_p = 300 \text{ кН/м}$ ; 3— $2C_p = 720 \text{ кН/м}$ .



в зависимости от скорости движения при переезде единичной неровности трактором на холостом ходу приведены на рис. 2,3.

Сравнительный анализ полученных результатов позволил установить, что с увеличением скорости движения величины измеряемых параметров колебаний особенно интенсивно возрастают в зоне "условного" резонанса по длине неровности. Экстремальное значение зоны "условного" резонанса для передней части остова трактора соответствует скорости 3,0—3,5 м/с. Это подтверждается и приближенным аналитическим расчетом:

$$v_p = \nu l = 4,30,7 \approx 3 \text{ м/с},$$

где  $v_p$  — резонансная скорость движения;  $\nu$  — частота собственных колебаний передней части остова трактора на подвеске (определялась экспериментально методом "сбрасывания"), Гц;  $l$  — длина неровности, м.

При скоростях движения, превышающих резонансную скорость, наблюдается некоторое уменьшение значений измеряемых параметров. Дальнейшее увеличение скорости движения вызывает возрастание интенсивности колебаний, но происходит это за счет отрывов колес от дороги и ударов их о неровности, поэтому последующее увеличение значений параметров колебаний происходит более плавно (рис. 2, а). Для задней части остова при существующей подвеске заднего моста (только пневматические шины) интенсивность колебаний нарастает значительно быстрее и при скоростях 4,5—7 м/с повторно возникают резонансные колебания, максимальные значения которых соответствуют скорости 5—5,5 м/с (рис. 2, б).

Вертикальные ускорения на переднем бруске при переезде единичной неровности (рис. 2, а) достигают максимальных значений на ходе сжатия при скорости 3—3,5 м/с и составляют для трактора с серийной подвеской — 25 м/с<sup>2</sup>, с экспериментальной подвеской, имеющей только пружину, — 20 м/с<sup>2</sup> и пружину и резиновый полый буфер — 17 м/с<sup>2</sup>. Уменьшение указанных ускорений практически во всем диапазоне рабочих скоростей сохраняется постоянным и составляет 38—42%. При ходе отбоя снижение величины вертикальных ускорений достигнуто незначительное. Это свидетельствует о недостаточном динамическом ходе отбоя подвески.

Суммарные углы продольных колебаний остова трактора достигают своего максимального значения — 2,9° при скорости 5 м/с (рис. 3). Экспериментальная подвеска позволила снизить максимальные значения углов раскачивания остова до 1,85°. Наилучшие результаты показала подвеска, содержащая пружину и полый резиновый буфер, у которой практически отсутствует явно выраженная зона высокочастотного резонанса. Значения суммарных углов раскачивания в интервале скоростей движения 4—7 м/с снижены в 1,8—2 раза, а при скорости 9,5 м/с достигают наименьшего значения — 0,9°, что в 2,4 раза меньше по сравнению с серийной подвеской.

Уменьшение жесткости передней подвески практически очень мало влияет на интенсивность вертикальных колебаний зад-

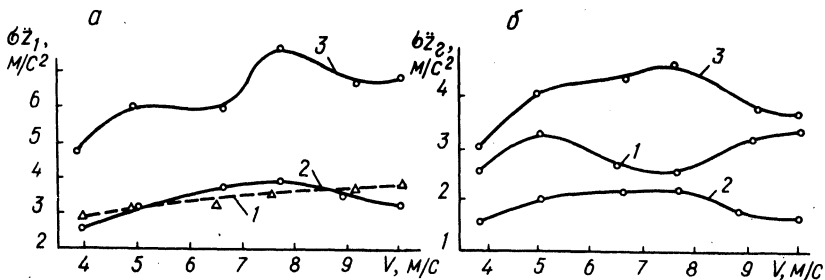


Рис. 4. Зависимость среднеквадратических величин ускорений от скорости движения по гравийному шоссе с прицепом 2ПТС-4:

а—вертикальные ускорения на переднем бруске над осью передних колес; б—горизонтально-продольные ускорения на сиденье водителя. 1— $2C_p = 180$  кН/м и полый резиновый буфер; 2— $2C_p = 300$  кН/м; 3— $2C_p = 720$  кН/м.

него моста (рис. 2, б). В зонах низкочастотного и высокочастотного резонансов максимальные значения вертикальных ускорений над задней осью при переезде единичной неровности имеют незначительное отличие и находятся в пределах от 18 до 22 м/с<sup>2</sup>. При скорости, превышающей 7 м/с, значения ускорений почти одинаковы. Однако следует отметить, что с экспериментальной подвеской, содержащей пружину и резиновый буфер, максимальные значения ускорений при низкочастотном и высокочастотном резонансах сдвинуты в сторону меньших скоростей.

При движении трактора по гравийному шоссе среднеквадратичные значения вертикальных ускорений на переднем бруске с увеличением скорости возрастают. Для трактора с серийной подвеской при скорости около 8 м/с они достигают своего максимального значения 7,6 м/с<sup>2</sup>. Экспериментальная подвеска снижает указанные ускорения на всех скоростях движения. Наилучшие результаты получены с подвеской, содержащей пружину и полый резиновый буфер. По сравнению с серийным трактором среднеквадратичные ускорения на переднем бруске снижаются на 43—54% (рис. 4, а).

Горизонтально-продольные ускорения на сиденье водителя также уменьшаются (см. рис. 4, б). Экспериментальная подвеска, содержащая только пружину, показала наилучшие ре-

зультаты по снижению этих ускорений. При скоростях движения от 4 до 10 м/с указанные ускорения снижаются по сравнению с серийной подвеской на 50--55%. Подвеска, содержащая пружину и резиновый буфер, менее эффективна, однако при скорости 7--8 м/с снижение горизонтально-продольных ускорений на сиденье водителя достигает 44%.

### В ы в о д ы

Снижение жесткости подвески передних колес улучшает плавность хода колесного трактора. Повышает предельные скорости движения за счет снижения углового раскачивания остова трактора в вертикально-продольной плоскости, а также за счет уменьшения горизонтально-продольных ускорений на сиденье. Однако снижение вертикальных ускорений над задней осью в месте установки сиденья незначительное.

### Л и т е р а т у р а

1. Барский И.Б., Анилович В.Я., Кутьков Г.М. Динамика трактора. М., 1973. 2. Бобиков Н.Ф., Волошин Ю.Л., Попов Е.Г. Исследование плавности хода трактора Т-40. — "Труды НАТИ", вып. 183. М., 1966. 3. ОН 025 332—69. Автомобильный подвижной состав. Плавность хода. М., 1970.

Ш.Я. Рубинштейн

### СОЗДАНИЕ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОПАШНЫХ ТРАКТОРОВ

Большой парк тракторов в стране, высокая эксплуатационная загрузка, все возрастающая концентрация тракторов в одном хозяйстве настоятельно требуют комплектации всех пропашных тракторов и их многочисленных модификаций минимальным количеством моделей двигателей, унифицированных между собой. При этом каждая модель должна быть конструктивно оптимальной. В угоду унификации не должны быть ухудшены основные показатели двигателей: вес, габариты, удельный расход топлива, надежность, себестоимость, условия труда тракториста и т.д.