

В.А. Коробкин, гл. конструктор ОКБ МТЗ; С.П. Мохов, доцент;
В.В. Хайновский, ассистент; Д.А. Зенькевич, аспирант

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ ИСПЫТАНИЙ ДВУХЗВЕННОЙ ПОГРУЗОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ МПТ-461

The most typical items of a technique and conditions of realization of research tests two-section loading-transport machine are designated. The analysis of distribution of a tangent of force of draft on conducting axes of the machine is given at their various combination, maneuverable properties of the researched machine are analysed at its curvilinear movement.

Исследовательские испытания двухзвенной погрузочно-транспортной машины МПТ-461 проводились с целью определения основных технико-эксплуатационных показателей, маневренных свойств, динамической нагруженности шасси и технологического оборудования в заданных производственных условиях.

Исходя из назначения машины, выбирались режимы испытаний, которые включали: трогание с места, установившееся движение, переезд неровностей, движение по труднопроходимому участку волока, маневрирование. При этом измеряемыми параметрами являлись: крутящий момент на полуоси тягового трактора; крутящий момент на приводном ролике колес прицепа; частота оборотов заднего колеса тягового трактора; частота оборотов приводного ролика колес прицепа; угол качания балансирной тележки прицепа; угол поворота продольной оси прицепа относительно продольной оси трактора; давление в гидроцилиндре гидроуправляемого дышла; траектория криволинейного движения машины при повороте на 90° , 180° и 360° с радиусом поворота 7, 10 и 15 м; объем рейсовой нагрузки; время.

Для измерения крутящих моментов на заднюю правую полуось трактора и ступицу приводного ролика после необходимой механической обработки наклеивались тензорезисторы. Для компенсации изгибающего момента тензопреобразователи собраны по мостовой схеме. Выходной сигнал с этих преобразователей снимался через концевые токосъемники, на которые были закреплены дискретные датчики оборотов.

При исследовании изменений угла поворота дышла относительно трактора и прицепа на кронштейны были установлены два потенциометрических датчика с элементами компенсации несоосности конструкции.

Для регистрации давления в гидросистеме управления поворотом дышла относительно тележки устанавливались датчики давления на правый и левый гидроцилиндры.

Для измерения траектории движения машины на переднем свесе тягового трактора и заднем свесе тележки устанавливались емкости с краской.

Перед началом проведения испытаний на опытном участке были обозначены траектории, которых должен был придерживаться оператор.

Для записи измеряемых параметров использовалась измерительная аппаратура в составе восьмиканального многофункционального измерительного усилителя «Spider 8» и портативного переносного компьютера.

Программное обеспечение измерительного комплекса позволяет перед записью проверять работоспособность датчиков и усилительных каналов, а непосредственно после записи опыта просматривать данные и строить по ним графики, что дает возможность визуально определять достоверность полученных результатов.

Градуировка комплекта аппаратуры с использованием метода электротензометрии заключалась в оценке линейности характеристик и определении масштабных коэффициентов по каждому измерительному каналу усилителя. При этом применялся способ механической градуировки. Полученную в результате тарировки характеристику внесли в программное обеспечение измерительного комплекса, что позволило в процессе испытаний

фиксировать реальные значения крутящего момента, а не сопротивление разбаланса измерительного моста.

Измерительная аппаратура обеспечила получение измеряемых параметров в цифровом виде, что позволило в дальнейшем облегчить их обработку программными средствами.

Двухзвенная погрузочно-транспортная машина МПТ-461 имеет блокированный привод с возможностью различного сочетания ведущих осей. В процессе проведения испытаний варьировалось сочетание приводных осей машины и состояние блокировки межосевых дифференциалов.

На рис. 1 приведены зависимости распределения касательной силы тяги на полуосях тягового трактора и прицепа в процессе движения машины с грузом по асфальтированной дороге передним и задним ходом.

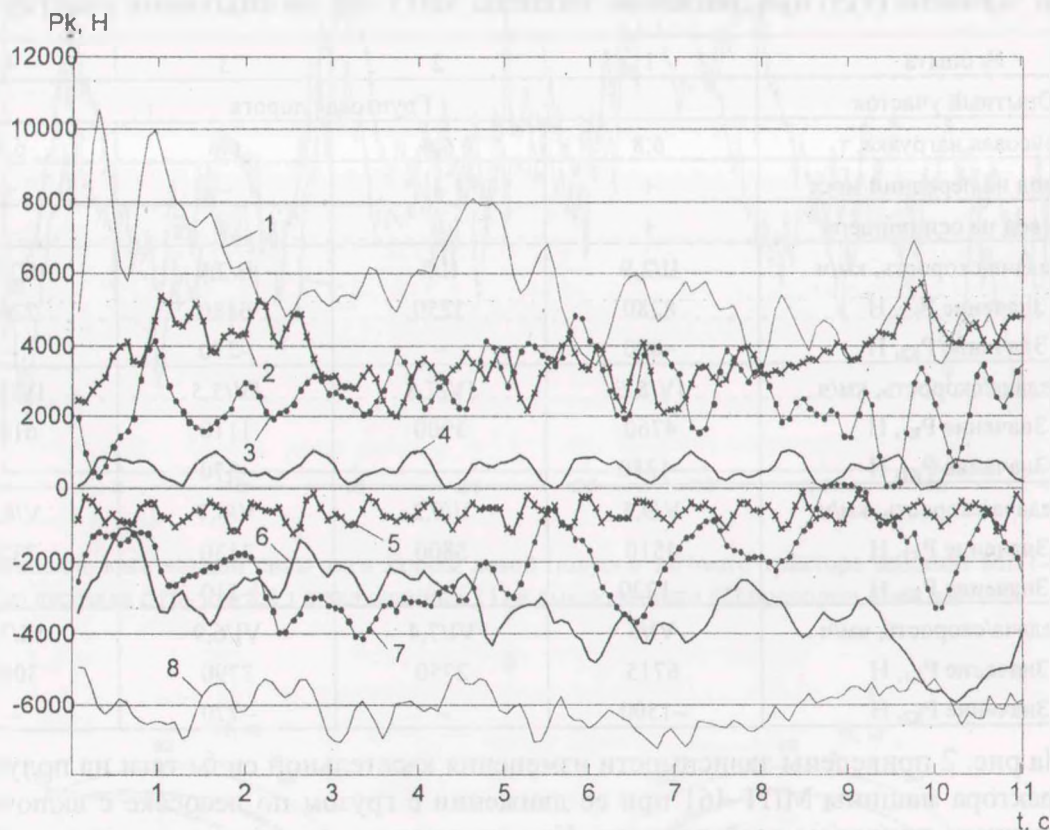


Рис. 1. Зависимость распределения касательной силы тяги на задней левой полуоси тягового трактора (1, 2, 3, 6, 7, 8) и полуосей прицепа (4, 5) при движении по опытному участку асфальтированной дороги с грузом 6,8 т при: выключенном приводе переднего моста и включенном приводе осей прицепа (2, 5 — движение вперед; 6, 4 — движение назад); выключенном приводе осей прицепа и переднего моста (3 — движение вперед; 7 — движение назад); выключенном приводе осей прицепа и включенном приводе переднего моста (1 — движение вперед; 8 — движение назад)

Как видим из приведенных зависимостей, минимальное значение касательной силы тяги на задней полуоси тягового трактора наблюдается при движении с выключенным приводом переднего моста и осей прицепа (среднее значение 2600 Н при движении вперед и 2050 Н при движении назад). При движении машины с включенным приводом осей прицепа среднее значение касательной силы тяги на задней полуоси тягового трактора составляет 3700 Н, а на полуосях прицепа — (– 650 Н), что говорит о циркуляции паразитной мощности в двигателе. При движении машины с выключенным приводом осей прицепа и включенным приводом переднего моста среднее значение касательной силы тяги на задней

полуоси тягового трактора составляет 5765 Н и свидетельствует о том, что касательная сила тяги переднего моста также имеет отрицательное значение.

При движении машины МПТ-461 с грузом по грунтовой укатанной дороге распределение касательной силы тяги по ведущим мостам в целом имеет сходный характер (табл. 1), однако из-за более высокого сопротивления движению машины средние значения касательной силы тяги мостов также имеют более высокие значения, а величина рассогласования скоростей движения ведущих мостов имеет неодинаковые значения при движении машины на разных передачах, что отражается на величине составляющих касательной силы тяги. Как правило, наименьшее рассогласование скоростей движения мостов встречается на низших передачах.

Таблица 1

Средние значения касательной силы тяги на левых полуосях трактора (P_{K1}) и прицепа (P_{K2}) при движении машины МПТ-461 по опытному участку

№ опыта	1	2	3	4
Опытный участок	Грунтовая дорога			
Рейсовая нагрузка, т	6,8	6,8	6,8	6,8
Привод на передний мост	+	—	—	+
Привод на оси прицепа	+	—	+	—
Передача/скорость, км/ч	II/2,9	II/3	II/2,9	II/2,76
Значение P_{K1} , Н	8280	3250	6480	7266
Значение P_{K2} , Н	—890	—	—270	—
Передача/скорость, км/ч	IV/8,6	IV/7,8	IV/5,5	IV/5,4
Значение P_{K1} , Н	4760	3900	1110	6187
Значение P_{K2} , Н	—1380	—	—570	—
Передача/скорость, км/ч	V/9,5	V/9,2	V/6,7	V/6,4
Значение P_{K1} , Н	4510	5800	3130	7327
Значение P_{K2} , Н	—1220	—	—510	—
Передача/скорость, км/ч	VI/6	VI/7,4	VI/6,9	VI/7,0
Значение P_{K1} , Н	6715	2750	3790	3060
Значение P_{K2} , Н	—1500	—	—770	—

На рис. 2 приведены зависимости изменения касательной силы тяги на полуоси тягового трактора машины МПТ-461 при ее движении с грузом по лесосеке с включенным и выключенным приводом осей прицепа. Как видно из представленных зависимостей, при существующих передаточных отношениях трансмиссии на привод осей прицепа среднее значение касательной силы тяги этих осей остается отрицательным. Поэтому активный привод осей прицепа необходимо включать только тогда, когда без него движение машины невозможно или сильно затруднено (например, при движении по болотистым или переувлажненным участкам лесосеки). В противном случае также имеет место циркуляция паразитной мощности в двигателе.

На рис. 3 приведены траектории движения точек переднего и заднего свеса двухзвенной погрузочно-транспортной машины МПТ-461 в процессе поворота с радиусом 7 м на угол 90° и 180° при включенном приводе осей прицепа и гидроуправляемого дышла.

На рис. 4 отражены траектории переднего и заднего свеса двухзвенной ПТМ в процессе поворота на 180° с радиусом 7 м при выключенном приводе осей прицепа и включенном приводе гидроуправляемого дышла.

Из представленных зависимостей видно, что с увеличением угла поворота машины при движении с радиусом 7 м отклонение траектории заднего свеса прицепного звена от

траектории переднего свеса трактора увеличивается на стадии входа в поворот и кругового движения. Максимальное значение отклонения соответствует при повороте на 90° – 1,2 м, при повороте на 180° – 2,2 м.

Сравнивая зависимости, приведенные на рис. 3 и 4, видим, что при выключенном приводе осей прицепа машины МПТ-461 отклонение траектории движения ее заднего свеса от траектории переднего свеса увеличивается на меньшую величину. Максимальное значение этого отклонения соответствует 1,65 м для поворота с радиусом 7 м, что на 25% меньше, чем при включенном приводе осей прицепа.

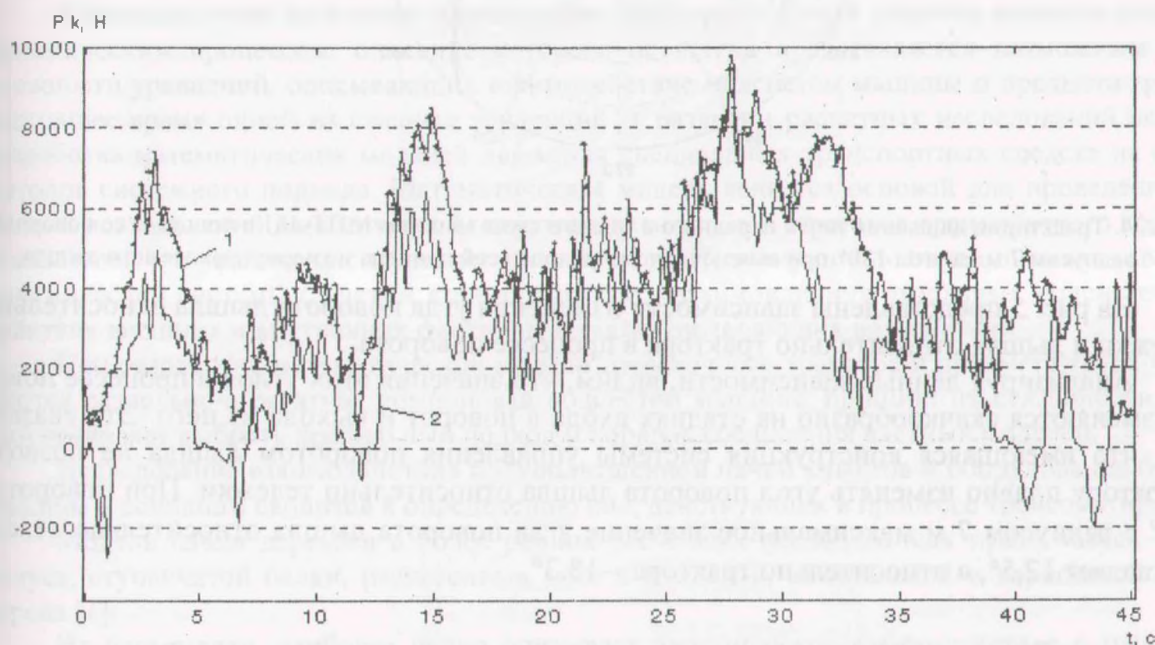


Рис. 2. Изменение касательной силы тяги задней левой полуоси тягового трактора машины МПТ-461 при движении по лесосеке с грузом 6,8 т с включенным (1) и выключенным (2) приводом осей прицепа

б

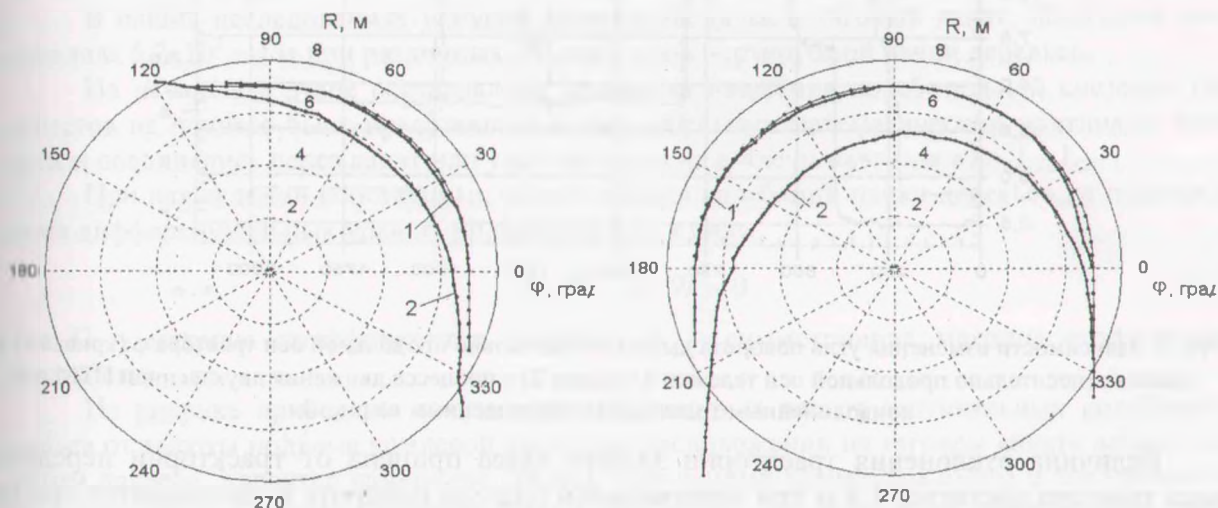


Рис. 3. Траектории движения точек переднего и заднего свеса двухзвенной ПТМ в процессе ее поворота с радиусом 7 м при включенном приводе осей прицепа и гидроуправляемого дышла: а – угол поворота 90° ; б – угол поворота 180° (1 – траектория движения переднего свеса трактора; 2 – траектория движения заднего свеса прицепной тележки)

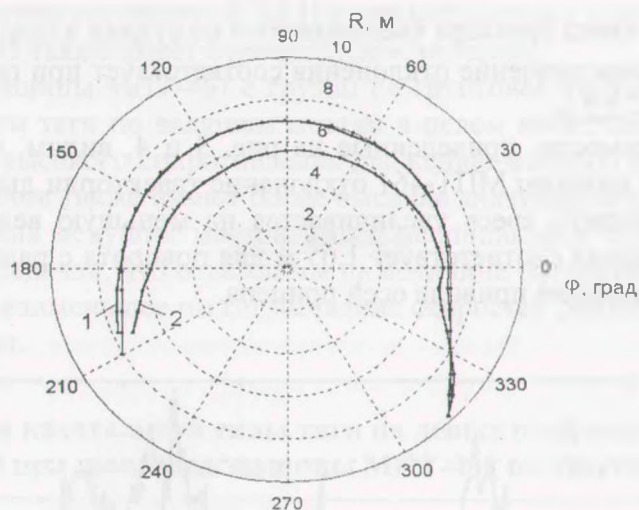


Рис. 4. Траектории движения точек переднего и заднего свеса машины МПТ-461 в процессе ее поворота с радиусом 7 м на угол 180° при выключенном приводе осей прицепа и гидроуправляемого дышла

На рис. 5 представлены зависимости изменения угла поворота дышла относительно тележки и дышла относительно трактора в процессе поворота.

Анализируя данные зависимости, видим, что значения этих углов в процессе поворота изменяются скачкообразно на стадиях входа в поворот и выхода из него. Это связано с тем, что имеющаяся конструкция системы управления поворотом дышла не позволяет оператору плавно изменять угол поворота дышла относительно тележки. При повороте на 180° с радиусом 7 м максимальное значение угла поворота дышла относительно тележки составляет $12,5^\circ$, а относительно трактора – $18,3^\circ$.

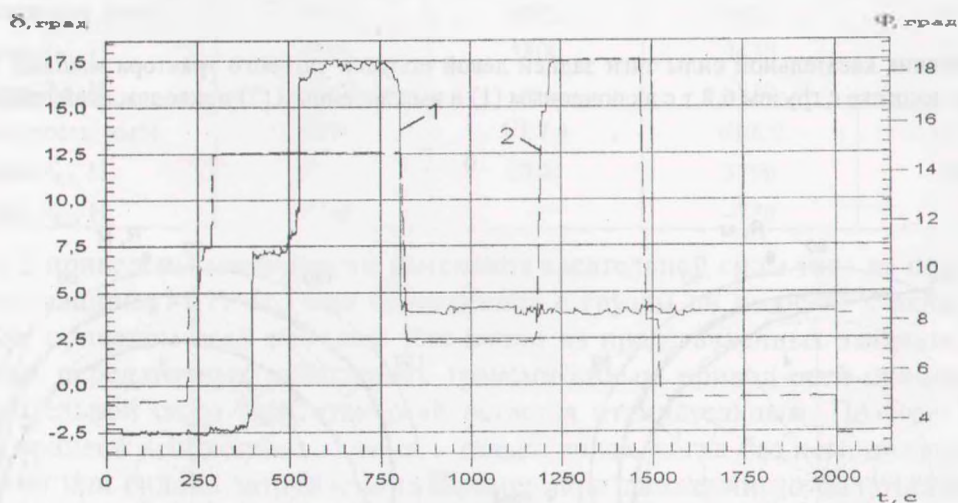


Рис. 5. Зависимости изменения угла поворота дышла относительно продольной оси трактора φ (кривая 1) и дышла относительно продольной оси тележки δ (кривая 2) в процессе движения двухзвенной ПТМ по криволинейным траекториям, приведенным на рис. 3

Величина отклонения траектории заднего свеса прицепа от траектории переднего свеса трактора достигает 1,8 м при минимальном радиусе поворота и уменьшается при его увеличении. Использование оператором в процессе движения гидроуправляемого дышла положительно сказывается на характере движения машины. При этом величина отклонения траектории движения точки заднего свеса прицепа от траектории точки переднего свеса трактора уменьшается, следовательно, уменьшается величина габаритной полосы движения машины, а также минимальный радиус поворота транспортной системы.