

Чтобы оценить адекватность данной математической модели описываемому объекту – машине для внесения удобрений МВУ-30, проведено предварительное экспериментальное исследование с целью получения реальной картины параметров курсового движения МВУ-30 на повороте. На ЭВМ был просчитан вариант с исходными данными, соответствующими условиям эксперимента. В результате стало возможным сравнить расчетные и экспериментальные данные и тем самым оценить адекватность модели. Такое сравнение зависимостей вида  $\Psi = f(t)$  представлено на рис. 2. Зависимость вида  $\Psi = f(t)$  была выбрана для сравнения вследствие того, что она представляет собой текущий угол крена, который взят нами в качестве критерия поперечной динамической устойчивости. Из сравнения видно, что математическая модель достаточно адекватно отражает (расхождение до 8%) нарастание угла крена в процессе входа в поворот.

Выводы: 1. Разработанная математическая модель обладает достаточной адекватностью описываемому объекту – машине для внесения удобрений МВУ-30 и может служить для оценки ее поперечной динамической устойчивости с учетом ряда возмущений и поперечно-угловых колебаний остова.

2. Математическая модель может служить для исследования и оценки поперечной динамической устойчивости других трехколесных транспортных средств, таких, как МТЗ-80 Х, МТЗ-80 ХМ.

#### Л и т е р а т у р а

1. Лурье А.И. Аналитическая механика. – М., 1961. – 824 с.

УДК 629.113.073

А.И.Скуртул, канд.техн.наук (БПИ)

#### К ВОПРОСУ О ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ ТРАКТОРНОГО ПОЕЗДА

Тормозная система тракторного поезда, будучи автоматической системой управления, предназначена для остановки последнего на минимально возможном пути. В силу этого указанная система должна обладать эффективностью, позволяющей на дорогах с высокими сцепными качествами реализовать тормозные силы, близкие по величине к значениям, которые определяются условиями сцепления. Таким образом, процесс торможения поез-

да на дорогах с небольшими коэффициентами сцепления может сопровождаться блокировкой отдельных или всех колес, являющейся, как известно, причиной потери устойчивости. Между тем тормозная система, как основное средство обеспечения активной безопасности тракторного поезда, наряду с высокой эффективностью должна обеспечивать устойчивое движение его звеньев при торможении.

Добиться выполнения названных выше требований можно, проектируя тормозную систему так, чтобы по мере увеличения эффективности торможения поезда на дорогах с различными коэффициентами сцепления его колеса блокировались в определенной последовательности. При этом оптимальной следует считать такую последовательность, которая обеспечивает минимальные отклонения транспортного средства от заданного направления движения. Чтобы установить эту последовательность для поезда, состоящего из трактора и двухосного прицепа, необходимо исследовать влияние блокирования колес каждой в отдельности его тормозных осей на характер движения звеньев. При этом нужно иметь в виду следующее. Блокирование колеса означает лишь неспособность последнего противостоять действию внешних силовых факторов. Если внешние возмущения отсутствуют, движение транспортного средства с заблокированными колесами не сопровождается заносом, и следовательно, не будет отклонений его от заданного направления. К числу наиболее распространенных внешних возмущений, действующих на звенья тракторного поезда, относится центробежная сила, возникающая при движении последнего по криволинейной траектории. Поэтому упомянутые выше исследования целесообразно проводить при торможении поезда на криволинейном участке пути.

Для исследований была использована математическая модель двухзвенного тракторного поезда и программа расчета, разработанные автором [1]. Объектом исследования являлся поезд в составе трактора класса 14 кН и прицепа 2ПТС-6. Устойчивость изучаемого объекта оценивалась сопоставлением его коридора движения в процессе торможения с коридором движения в ведомом режиме с теми же начальными условиями. Коридоры движения поезда в различных режимах определялись траекториями движения центров колес звеньев, наиболее и наименее удаленных от центра поворота поезда, и представлены на рис. 1 и 2, причем вдоль оси  $X$  отложено продольное перемещение поезда, вдоль оси  $Y$  - боковое смещение.

Полученные результаты показали, что устойчивость поезда заметно ухудшается при блокировании колес задних осей трактора и прицепа (рис. 1). При этом в первом случае, являющем-

ся более опасным, одновременно с заносом задней оси трактора происходит интенсивный разворот передней (поворотной) оси прицепа. Блокировка только передних колес прицепа практически не вызывает отклонений поезда от заданного направления движения (рис. 1), поскольку незаблокированные задние колеса звеньев в данном случае воспринимают внешнюю нагрузку, в силу чего занос и складывание поезда не наблюдаются.

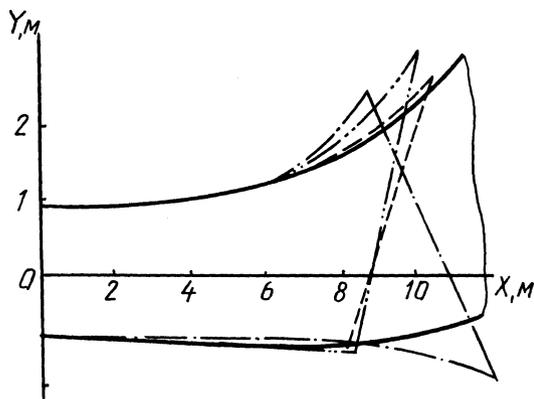


Рис. 1. Коридор движения поезда на криволинейном пути: — ведомый режим; ---, - . . . - заблокированы передние, задние колеса прицепа; - . . . - заблокированы задние колеса трактора.

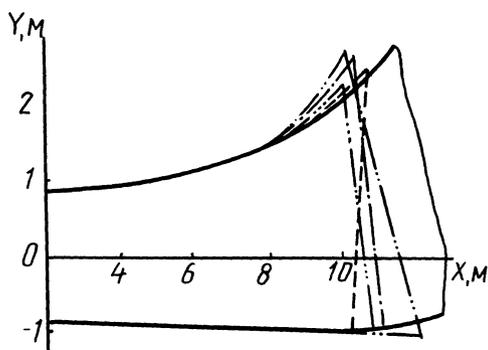


Рис. 2. Коридор движения поезда на криволинейном пути: — ведомый режим; ---, - . . . - заблокированы колеса осей 3-4, 2-3, 2-4, 2-3-4 (нумерация в порядке возрастания начинается с передней оси трактора).

В случае блокировки колес двух осей поезда одновременно наилучшие результаты с точки зрения устойчивости получаются, если заблокированы колеса обеих осей прицепа. При других сочетаниях осей поезд менее устойчив (рис. 2).

Поскольку передняя ось трактора класса 14 кН в настоящее время не оборудуется тормозными механизмами, последним из возможных сочетаний для поезда рассматриваемого состава является блокирование всех колес прицепа и задней оси трактора. В этом случае устойчивость поезда по сравнению с вариантом, когда заблокированы только колеса прицепа, ухудшается (рис. 2).

Полученные результаты позволяют сделать следующий вывод.

Автоматизированную систему управления тормозами тракторного поезда нужно проектировать так, чтобы по мере увеличения эффективности торможения последнего на дорогах с различными коэффициентами сцепления первыми блокировались колеса передней оси прицепа, затем задней оси прицепа и в последнюю очередь задней оси трактора.

### Л и т е р а т у р а

1. Скуртуп А.И. Исследование устойчивости движения тракторного поезда на базе трактора класса 14 кН при торможении: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1980. – 18 с.

УДК 629.114.2

С.И.Стригунов, А.Х.Лефаров, д-р техн.наук (БПИ)

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЯГОВЫХ НАГРУЗОК И БУКСОВАНИЙ ПО ВЕДУЩИМ МОСТАМ ТРАКТОРА 4 х 4 С АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ МЕЖОСЕВЫМ ПРИВОДОМ

Как показывают исследования и опыт эксплуатации тракторов 4 х 4, наилучшие тягово-сцепные свойства последних обеспечиваются при блокировании межосевого привода путем принудительного (тракторы Т-150К, К-701) или автоматизированного (тракторы МТЗ) подключения одного из ведущих мостов. Однако заблокированный межосевой привод и вызываемое им кинематическое несоответствие усложняют решение задачи установления закона распределения и перераспределения тяговых нагрузок и буксований по ведущим мостам трактора 4 х 4 в зависимости от значений суммарной касательной силы тяги  $P_{к.с}$ , а также некоторых конструктивных параметров трактора. В то же время указанное распределение – исходное условие при определении таких эксплуатационных свойств тракторов 4 х 4, как экономичность, поворачиваемость, нагрузочные режимы силовых приводов и др. [1]. Кроме того, трактор, в отличие от автомобиля, – в основном тяговая машина, предназначенная для выполнения определенных сельскохозяйственных операций. Последние характеризуются заданным тяговым сопротивлением, поэтому в качестве основного расчетного параметра при оценке тягово-сцепных и других эксплуатационных свойств полноприводных колесных тракторов необходимо принять величину  $P_{к.с}$ .

Рассмотрим, какие факторы определяют закон распределения тяговых нагрузок и буксований по ведущим мостам трактора 4 х 4 с заблокированным межосевым приводом. В качестве исход-