

1. Великанов Д.П. Эффективность автомобиля. — М.: Транспорт, 1969. — 239 с.
2. Великанов Д.П. Эксплуатационные качества автомобилей. — М.: Минавтопром РСФСР, 1962. — 399 с.

УДК 629.114.3

А.И. КИРИЛЬЧИК, инженер (БТИ)

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

В настоящее время в лесной промышленности около 90% заготавливаемого леса вывозится из лесосек лесовозными автопоездами. Для того чтобы постоянно увеличивать уровень производительности труда на вывозке леса, необходимо постоянно совершенствовать конструкцию лесовозных автопоездов, увеличивая их надежность и улучшая эксплуатационные характеристики. Как известно, 60–80% дорог, по которым производится вывозка леса, являются дорогами общего пользования, поэтому к лесовозным автопоездам предъявляются повышенные требования вписываемости в поворот, определяющей габаритную полосу движения автопоезда.

Однако маневровые качества лесовозных автопоездов с используемой в настоящее время системой управления [1] нельзя считать удовлетворительными, так как при движении на повороте тележка прицепного звена автопоезда имеет выбег во внешнюю сторону от траектории задней оси тягача, что может привести к выезду прицепа-ропуска на встречную полосу и создать аварийную ситуацию.

В БТИ им. С.М. Кирова совместно с Минским автозаводом была разработана новая система принудительного управления лесовозного автопоезда [2]. Конструктивно в систему управления входит передний подрамник, жестко соединенный с рамой тягача (рис. 1). Подрамник имеет профильную поверхность, передняя часть которого представляет собой круг диаметром d , а задняя часть выполнена в виде кулачка. На раме тягача под углом α к его продольной оси установлены кронштейны, к которым крепятся тросы крестообразной сцепки. Противоположные концы тросов закреплены на поворотных кронштейнах прицепа-ропуска.

При повороте автопоезда с данной системой управления тросовый привод при малых углах (до 10°) не взаимодействует с передним профильным подрамником. Это обеспечивает незначительный поворот прицепа-ропуска, который необходим для исключения выбега тележки во внешнюю сторону. При угле поворота от 10° до 32° тросовый привод обкатывается по боковой поверхности круга диаметром переднего подрамника. При углах поворота более 32° тросовый привод обкатывается по всей профильной поверхности переднего подрамника. Таким образом, данная система управления обеспечивает ступенчатое регулирование поворотом прицепа-ропуска, и зависимости между передними и задними углами носят суммарный функциональный характер.

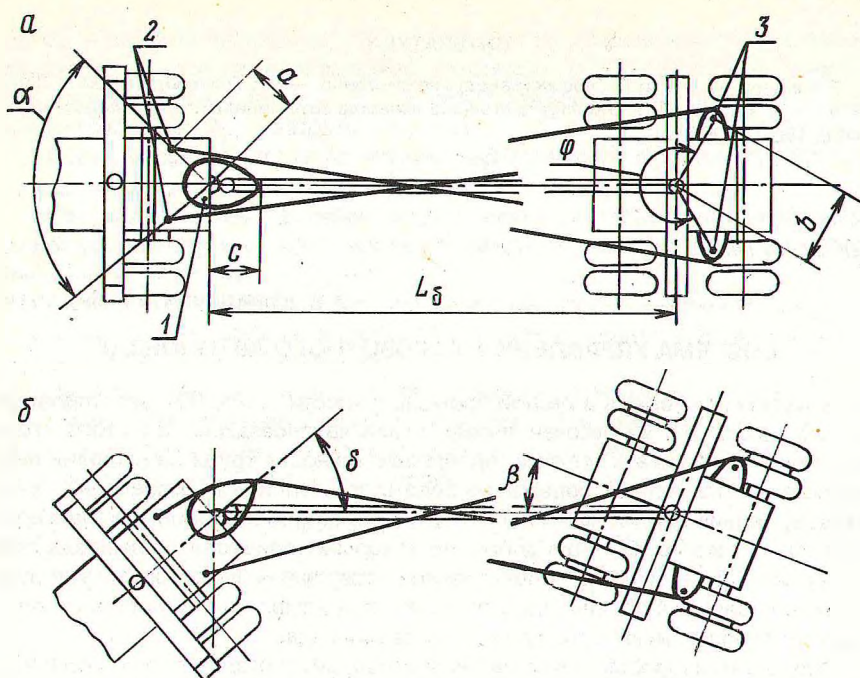


Рис. 1. Система управления лесовозного автопоезда:
 а — положение системы при прямолинейном движении; б — при повороте; 1 — передний подрамник; 2 — несущие кронштейны; 3 — поворотные рычаги прицепа-ропуска.

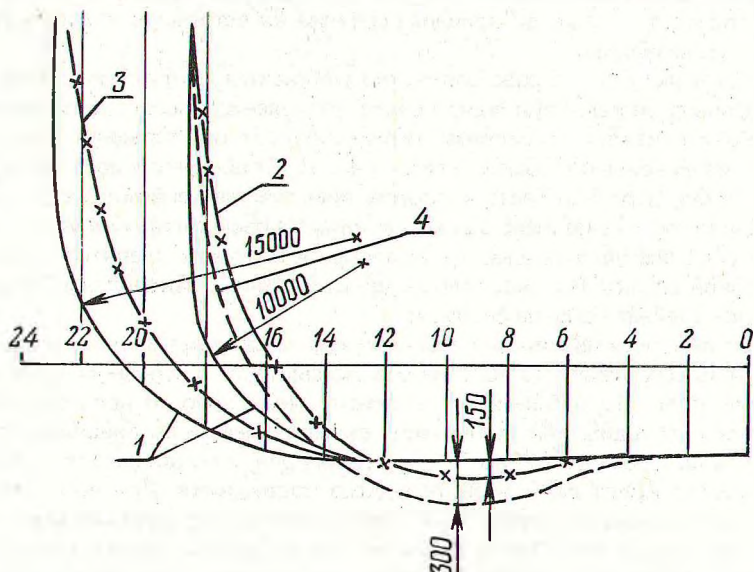


Рис. 2. Траектории движения лесовозного автопоезда:
 1 — траектории рычага; 2,3 — траектории движения с разработанной системой управления; 4 — траектория движения прицепа-ропуска с существующей системой управления.

Кинематический расчет данной системы управления произведен с учетом следующих положений, возникающих в процессе движения автопоезда на повороте:

1) трос не касается подрамника; 2) трос обкатывается только по круговой части подрамника; 3) трос обкатывается по всей профильной поверхности подрамника.

Длина рабочей ветви троса L_0 определится из выражения

$$L_0 = \sqrt{(a \sin \frac{\alpha}{2} + b \sin \frac{\varphi}{2})^2 + (a \cos \frac{\alpha}{2} + L_6 + b \cos \frac{\varphi}{2})^2} \quad (1)$$

Величина изменения заднего угла складывания лесовозного автопоезда для первого положения, когда трос не касается переднего подрамника, определится из выражения

$$\beta_1 = \frac{1}{b} \left[\sqrt{(a \sin \theta + b \sin \frac{\varphi}{2})^2 + (a \cos \theta + L_6 + b \cos \frac{\varphi}{2})^2} - L_0 \right] \quad (2)$$

где $\theta = \frac{\alpha}{2} - \delta$; β_1 — задний угол складывания (угол между продольной осью прицепа-ропуски и дышлом); δ — передний угол складывания (угол между продольной осью тягача и дышлом); α — угол установки кронштейнов.

Для второго положения, когда трос обкатывается по окружности, диаметр, который равен диаметру переднего подрамника, величину изменения заднего угла складывания можно определить из выражения

$$\beta_2 = \frac{1}{b} \left[\sqrt{a^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \frac{d}{2}\gamma} + \sqrt{\left(\frac{d}{2} \sin Q + b \sin \frac{\varphi}{2}\right)^2 + \left(\frac{d}{2} \cos Q + L_6 + b \cos \frac{\varphi}{2}\right)^2} - L_0 \right], \quad (3)$$

где $Q = \pi - (\gamma + \theta + \arccos \frac{d}{2a})$; γ — угол навивки троса на окружность.

При дальнейшем увеличении угла поворота тягача трос будет огибать всю профильную поверхность переднего подрамника. В этом случае величину заднего угла складывания можно найти из выражения

$$\beta_3 = \frac{1}{b} \left[\sqrt{a^2 + \left(\frac{d}{2}\right)^2 + \frac{d}{2}\gamma} + \sqrt{(c \sin \delta + b \sin \frac{\varphi}{2})^2 + (c \cos \delta + L_6 + b \cos \frac{\varphi}{2})^2} - L_0 \right], \quad (4)$$

где c — величина эксцентрика переднего подрамника.

По разработанной кинематической схеме системы управления была изготовлена модель в масштабе 1:10 к натурной величине автопоезда и проведены испытания на модели. Испытания проводились при поворотах с радиусами 10 и 15 м (в масштабе 1 и 1,5 м). На рис. 2 показаны результаты опытов. Позицией 1 показаны траектории движения середины задней оси тягача. Траектория движения прицепа-ропуски при радиусе поворота 10 м показана кривой 2, а при радиусе 15 м — кривой 3. Для сравнения схем управления построена кривая 4, которая показывает траекторию движения прицепа-рос-

пуска эксплуатируемых в настоящее время лесовозных автопоездов. Как видно из построенных траекторий, кривая 4 значительно смещена во внешнюю сторону от траекторий движения тягача. Траектория движения автопоезда с разработанной кинематической схемой при повороте с радиусом 15 м (кривая 3) практически не смещена во внешнюю сторону. При повороте на 10 м смещение незначительное (150 мм).

По проведенным аналитическим зависимостям и полученным на модели траекториям движения построены угловые характеристики сцепок лесовозных автопоездов (рис. 3), т.е. функциональные зависимости $\beta = f(\delta)$. В работе [3] были получены оптимальные угловые характеристики при условии, что прицеп-роспуск движется точно по траектории движения задней оси тягача.

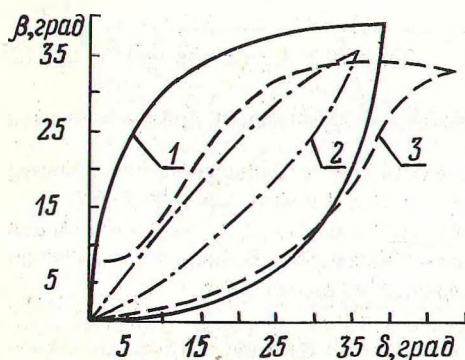


Рис. 3. Угловые характеристики сцепок: 1 — оптимальной сцепки; 2 — существующей сцепки; 3 — разработанной сцепки.

Как видно из построенных графических зависимостей, кривая 2 значительно отличается от оптимальной кривой 1, а кривые 1 и 3 совпадают в момент входа автопоезда в поворот, т.е. разработанная система управления лесовозного автопоезда обеспечивает оптимальное вписывание тележки прицепа-ропуску во внешнюю сторону от траектории тягача.

Таким образом, разработанная система управления лесовозного автопоезда обеспечивает ступенчатое регулирование поворотом прицепа-ропуску и имеет угловые характеристики при входе автопоезда в поворот, близкие к оптимальным. Такое выполнение систем управления позволяет полностью исключить выбег прицепа-ропуску во внешнюю сторону от траектории задней оси тягача и обеспечивает движение лесовозного автопоезда при повороте с меньшей величиной габаритной полосы движения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Закин Я.Х. Конструкции и расчет автомобильных поездов. — Л.: Машиностроение, 1968. — 251 с. 2. А.с. 856883 (СССР). Устройство для управления колесами полуприцепа /А.В. Жуков, А.И. Кирильчик, В.А. Симанович и др. — Оpubл. в Б.И., 1981, № 31. с. 5. 3. Закин Я.Х. Прикладная теория движения автопоезда. — М.: Транспорт, 1967. — 329 с.