

обеспечить равенство боковых сил на управляемых колесах при максимальном угле поворота $\alpha_{1 \max}$.

Предложенный расчетный метод определения параметров движения колесных машин при больших углах поворота управляемых колес позволяет определить с достаточной точностью силы и стабилизирующие моменты, действующие на каждое колесо машины, и анализировать конструктивные параметры ее рулевого привода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреев А.Ф., Ванцевич В.В., Лефаров А.Х. Дифференциалы колесных машин. М., 1987.
2. Фаробин Я.Е. Теория поворота транспортных машин. М., 1970.

УДК 629.114.2

А.Х. ЛЕФАРОВ, д-р техн. наук,
В.С. ВОЙТЕШОНОК, канд. техн. наук (БПИ)

ВЛИЯНИЕ НАКЛОНА ОПОРНОЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПОВОРАЧИВАЕМОСТЬ ГОРНОГО ТРАКТОРА

Известно, что параметры движения, размеры и форма траектории движения определяются силами, действующими на трактор. При повороте на горизонтальной поверхности силы постоянны по значению и направлению (если не рассматривается вход в поворот и выход из него), что обуславливает форму траектории поворота — окружность.

Поворот на наклонной опорной поверхности характеризуется непрерывным изменением касательных, нормальных и боковых реакций колес. В связи с этим траектория поворота на склоне имеет петлевидную форму, непрерывно смещающуюся вдоль оси, называемой осью смещения. Петля траектории характеризуется размерами a и c , измеряемыми вдоль оси смещения, поперечным размером b и углом смещения β [1].

Изменение реактивных сил имеет гармонический характер. С ростом угла склона увеличиваются амплитуды колебаний сил. На рис. 1 приведены графики предельных суммарных боковых реакций колес переднего и заднего мостов трактора в зависимости от угла склона. Расчеты проведены для трактора с механизмом стабилизации одностороннего типа [2], у которого блокированный межосевой привод, дифференциальный привод колес заднего моста, блокирующийся дифференциал переднего моста. Как видно из рис. 1, с увеличением угла склона боковые реакции возрастают линейно. При этом диапазон боковых реакций заднего моста при всех углах склона больше, чем переднего, и растет интенсивнее.

Однако предельные значения углов увода заднего моста изменяются с увеличением угла склона в меньшей степени, чем переднего (рис. 2). Например, на склонах 5° и 10° диапазоны угла увода середины заднего моста составляют

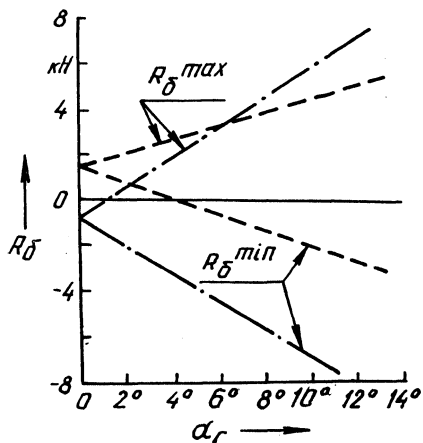


Рис. 1. Предельные значения R_{δ}^{\max} и R_{δ}^{\min} суммарных боковых реакций колес переднего (---) и заднего (- · -) мостов в зависимости от угла склона α_c (поле под посев)

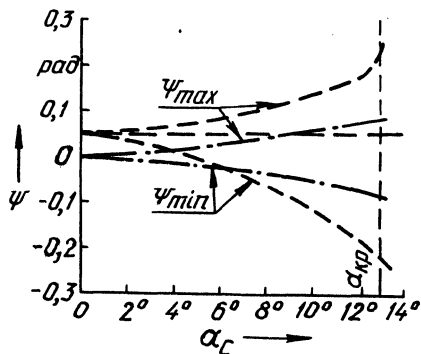


Рис. 2. Предельные значения ψ_{\max} и ψ_{\min} углов увода середины переднего (---) и заднего (- · -) мостов в зависимости от угла склона α_c (поле под посев)

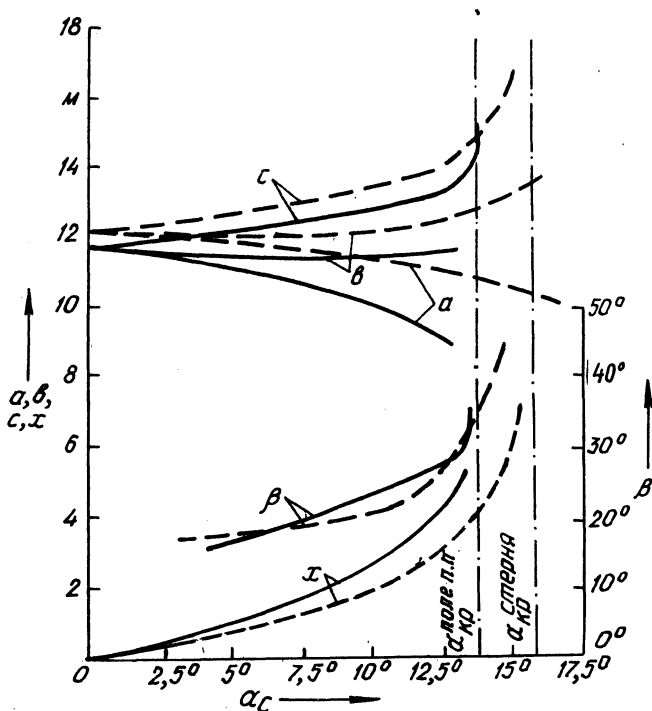


Рис. 3. Размеры петли траектории поворота трактора на поле под посев (—) и стерне (---) в зависимости от угла склона

соответственно 0,06 и 0,12 рад, а переднего моста – 0,09 и 0,23 рад. Причиной этого является нелинейность увода, причем нелинейность зависимостей, относящихся к переднему мосту, выражена более отчетливо.

На рис. 2 заметна также более выраженная нелинейность максимального увода переднего моста ψ_1^{\max} в сравнении с минимальным уводом ψ_1^{\min} . Это объясняется тем, что при увеличении угла склона боковой увод ψ_1^{\min} переднего моста становится меньше нуля, в то время как увод ψ_1^{\max} непрерывно растет от значения, большего нуля.

Эта особенность увода важна, когда с увеличением угла склона сцепные условия колес приближаются к предельным. Тогда максимальный угол увода переднего моста ψ_1^{\max} , наблюдающийся при повороте вниз по склону, интенсивно увеличивается и при некотором угле склона, который назовем критическим и обозначим $\alpha_{кр}$, стремится к бесконечности (рис. 2).

На рис. 3 приведены графики зависимостей размеров петли траектории поворота от угла склона. Как видно из рисунка, на горизонтальной поверхности ($\alpha_c = 0$) размеры a , b и c траектории равны собой и соответствуют диаметру поворота. В зависимости от угла склона форма петли изменяется: размер a уменьшается, c увеличивается, а поперечный размер b изменяется незначительно.

Характер зависимости размеров a и c от угла склона (рис. 3) аналогичен характеру кривых соответственно ψ_1^{\min} и ψ_1^{\max} (см. рис. 2). Вследствие этого нелинейность зависимости размера c от угла склона выражена больше, и при угле склона, близком к $\alpha_{кр}$, размер c стремится к бесконечности (рис. 3). Одновременно разность между размерами c и a , отражающая смещение трактора (кривая x на рис. 3), также растет нелинейно и при $\alpha_{кр}$ стремится к бесконечности. При угле $\alpha_{кр}$ поворот вниз по склону становится невозможным, в отличие от поворота вверх по склону.

Характерным для поворота на склоне является увеличение с ростом наклона опорной поверхности угла смещения β между меридианом склона и осью смещения траектории. Это происходит в следствие уменьшения угла увода ψ_1^{\min} и увеличения ψ_1^{\max} . При повороте вверх по склону, когда имеет место ψ_1^{\min} , увеличивающийся увод к центру поворота приводит ко все большему смещению этой части траектории вниз по склону и к центру поворота. При повороте вниз по склону (ψ_1^{\max} увеличивается) траектория все больше смещается вниз. Петля траектории при этом растягивается вдоль оси смещения, а сама ось поворачивается относительно меридиана склона.

Критический угол склона $\alpha_{кр}$ для рассматриваемого трактора составляет 12 ... 13° при повороте на поле, подготовленном под посев (на 2-й передаче с редуктором, рис. 2 и 3).

На стерне трактор испытывает меньшее сопротивление движению, и сила тяги, развиваемая им для совершения поворота, уменьшается по сравнению с движением по полю под посев. Вследствие этого, а также ввиду более высокого коэффициента сцепления буксование трактора снижается. Повышенная скорость поворота из-за уменьшения буксования приводит к несколько большим размерам петли траектории (при небольшом наклоне опорной поверхности, рис. 3). Вместе с тем смещение x за один полный поворот на стерне мень-

ше, поскольку условия сцепления колес с почвой лучше. На стерне критический угол склона α увеличивается, и полный разворот трактора возможен на склонах до $17 \dots 18^\circ$ (рис. 3).

Имея возможность определить форму и размеры траектории поворота трактора, можно на стадии проектирования оценивать влияние конструктивных и эксплуатационных факторов на его поворачиваемость на склоне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войтешонок В.С. Траектория поворота трактора на склоне и ее регистрация // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. Мн., 1986. Вып. 1.
2. Технические концепции создания горно-равнинных мобильных средств механизации сельскохозяйственного производства / В.В. Гуськов, П.А. Амельченко, П.В. Зеленый и др. // Тракторы и сельхозмашины, 1987. № 3.

УДК 629.114.2.02.73

П.В. ЗЕЛЕНЬИЙ, канд. техн. наук,
А.Г. САМАДАШВИЛИ (БПИ)

ДВИЖЕНИЕ КОЛЕСНОГО ТРАКТОРА НА СКЛОНЕ ПРИ АСИММЕТРИЧНОМ ПРИЛОЖЕНИИ КРЮКОВОГО УСИЛИЯ

Асимметричное приложение крюкового усилия может быть вынужденным, являясь следствием неправильного агрегатирования, конструктивных особенностей сельскохозяйственной машины, несоответствия ее параметров трактору, или создаваться специально с целью влияния на показатели движения агрегата. Необходимость в таком влиянии, в частности на курсовой угол, возникает в основном при работе сельскохозяйственных машинно-тракторных агрегатов в полевых условиях горных склонов. Единственно допустимым направлением выполнения рабочих ходов на склоне является поперечное — совпадающее с горизонталями местности и создающее условия для снижения воздействия почвообработки на развитие водной эрозии легкоуязвимых склоновых земель. При таком движении агрегат оставляет перпендикулярные к направлению стока воды борозды, играющие роль микротеррас и задерживающие значительную ее часть на поверхности до полного впитывания почвой. Помимо экологических соображений такое движение агрегатов экономически выгоднее любого другого, требует меньших энергозатрат и расхода топлива на обработку единицы площади. Однако возникают трудности несколько иного рода, связанные со сложностью поддержания точности поперечного направления движения под постоянным воздействием боковых сил со стороны опорной поверхности. И если заданное движение колес переднего моста обеспечивается вследствие управляющих воздействий водителя, то задние сползают до тех пор, пока их поворот не будет противостоять боковым силам. С таким же углом поворота (курсowym углом) будет совершать движение и агрегат в целом. На осваиваемых под однолетние культуры склонах $14 \dots 15^\circ$ этот угол достигает 5° и более [1]. Наиболее отрицательное влияние движение трактора