

УДК 629.3.014.2.072

## ДИНАМИКА УСТАНОВИВШЕГОСЯ ПОВОРОТА МТА

**В.М. Головач, ассистент**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь.*

### Введение

Тракторы «Беларус» традиционно выполняют с межколесными дифференциалами (МКД) – в ПВМ –повышенного трения, в ЗВМ –простым заблокированным при прямолинейном движении. При повороте МКД разблокируется принудительно или автоматически от датчика поворота руля. Такое исполнение позволяет при пахоте работать с асимметричной тяговой нагрузкой, когда колеса одного борта движутся по борозде, открытой предыдущим проходом плуга. Традиционно применяется также межосевой блокируемый привод с кинематическим опережением в приводе колес ЗВМ.

### Основная часть

На рисунке приведена схема сил, действующих на полноприводную ходовую систему при движении трактора с МДП с тяговой нагрузкой  $P_{кр}$ , направленной под углом  $\gamma$  к продольной оси трактора. Цель расчёта установить связь между силовыми и кинематическими характеристиками колес, входящих в полноприводную ходовую систему.

К задним колёсам приложены:

- $X_{к3}$  и  $X_{к4}$  – толкающие реакции почвы, направленные вперёд;
- $R_{\delta3}$  и  $R_{\delta4}$  – боковые реакции, направленные от центра скоростей;
- $M_{II}$  – момент аналогичных реакций передних колёс, действующих относительно полюса трения;

•  $R_3^{s\delta}$  и  $R_4^{s\delta}$  – дополнительные тангенциальные реакции (ДТР), возникающие под действием отклоняющего момента  $M_{II}$ .

*Если передние колёса «слабые» (на них приходится малая нормальная нагрузка, а привод колёс выполнен с опережением на задние колёса) при движении без тяговой нагрузки момент  $M_{II}$  направлен по часовой стрелке. Направление ДТР  $R_3$  соответствует тому, что показано на рисунке 1:*

К передним колёсам приложены:

- $X_{к1}$  и  $X_{к2}$  – толкающие реакции почвы, направленные вперёд или назад;
- $R_{\delta1}$  и  $R_{\delta2}$  – боковые реакции почвы, направленные обычно к центру скоростей;

**Секция 1: Проектирование и использование  
автотракторной техники в сельском хозяйстве**

- $M_p$  – момент задних колёс и тяговой нагрузки действующий относительно полюса трения, смещенного в сторону внешнего колеса;
- $R_1^{s\delta}$  и  $R_2^{s\delta}$  – ДТР, возникающие под действием момента  $M_p$ . Если момент  $M_p$  направлен по часовой стрелке ДТР направлены как показано на рисунке:
- $R_1^{s\delta}$  – вперёд,
- $R_2^{s\delta}$  – назад.

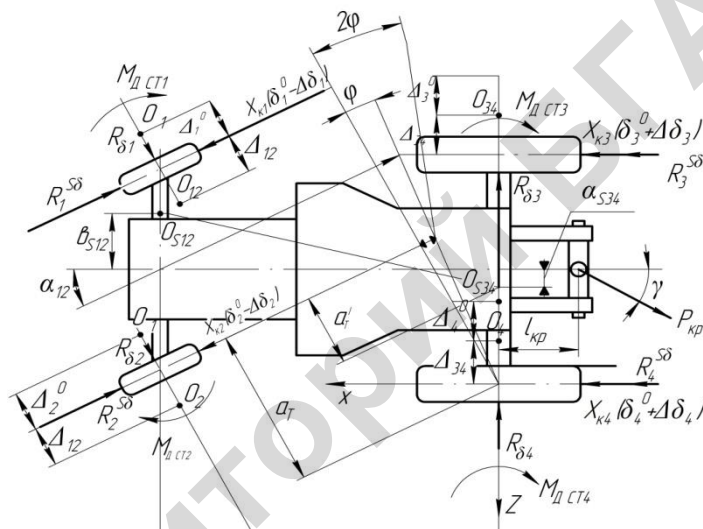


Рис. 1 – Пространственная расчётная схема поворота трактора

Если момент  $M_p$  направлен против часовой стрелки, направление реакции  $R_1^{s\delta}$  и  $R_2^{s\delta}$  – противоположное описанному.

При этом  $M_p = M_n$ , где

$$M_n = (X_{K2} - R_2^{s\delta}) \cdot L \cdot \sin(\alpha_2 + \varphi) + (X_{K1} - R_1^{s\delta}) \cdot (L + B) \cdot \sin(\alpha_1 + \varphi) + (R_{\delta1} \cdot \cos \alpha_1 + R_{\delta2} \cdot \cos \alpha_2) \cdot L - R_{\delta1} \cdot \sin \alpha_1 \cdot B$$

$$M_p = (R_{\delta3} + R_{\delta4}) \cdot L + P_{кр} \cdot (L + b) \cdot \sin \gamma - (X_{K3} - R_3^{s\delta}) \cdot B$$

Отклоняющий момент на колёса ПВМ создаёт тяговую нагрузку:

$$M_{откл} = P_{кр} (L + b) \sin \gamma$$

Стабилизирующие моменты создают реакции почвы:

- боковые

$$M_R = (R_{63} + R_{64})L$$

тангенциальные реакции, а также передние колеса  $M_{\Pi}$ .

Под действием отклоняющего момента  $M_{откл}$  корпус трактора отклоняется на угол  $\varphi$ , что приводит к увеличению радиусов поворота, буксования и касательных сил тяги передних колёс и как результат, к увеличению стабилизирующего момента передних колёс.

Если момент  $M_{\Pi} = Mp$ , то  $R_1^{s\delta} = R_3^{s\delta} = 0$ .

Если  $M_{\Pi} > Mp$ , ДТР  $R_3^{s\delta} > 0$ , а  $R_1^{s\delta} < 0$ .

Из общей касательной силы тяги выделим ДТР, вызванные поворотом переднего моста:

$$R_1^{s\delta}(\Delta\delta_1) = P_{K1}(\delta_1^0 + \Delta\delta_1) - P_{K1}(\delta_1^0),$$

$$R_2^{s\delta}(\Delta\delta_2) = P_{K2}(\delta_2^0 + \Delta\delta_2) - P_{K2}(\delta_2^0).$$

Запись  $P_{ki}(\delta_i^0 \pm \Delta\delta_i)$  означает что в результате поворота моста  $i$  - колесо развивает касательную силу тяги:

- на колесе  $i=1$  больше (соответствующую буксованию  $\delta_1^0 + \Delta\delta_1$ ),
- на колесе  $i=2$  меньше (соответствующую буксованию  $\delta_2^0 - \Delta\delta_2$ ), чем при буксировании  $\delta_i^0$ , соответствующем прямолинейному движению.

Аналогично для заднего моста запишем:

$$R_3^{s\delta}(\Delta\delta_3) = P_{K3}(\delta_3^0 + \Delta\delta_3) - P_{K3}(\delta_3^0),$$

$$R_4^{s\delta}(\Delta\delta_4) = P_{K4}(\delta_4^0 + \Delta\delta_4) - P_{K4}(\delta_4^0).$$

Условие равновесия колёс заднего моста относительно полюса трения:

$$R_3^{s\delta} \cdot (0,5 \cdot B + a_{s34}) = R_4^{s\delta} \cdot (0,5 \cdot B - a_{s34}).$$

Помимо механических характеристик трения колёс на формирование ДТР  $R_i^{s\delta}$  существенно влияют характеристики межосевого привода.

### Заключение

Предложенная схема расчета динамики установившегося поворота трактора поможет более точно рассчитывать нагрузки на ходовую систему колесного трактора.

### Литература

1. Горин Г.С. Расчетные схемы поворота полноприводных тягово - транспортных средств. Часть I. Кинематика/ Г.С. Горин, В. М. Головач, А.А. Янчук //Тракторы и сельхозмашины

2. Горин Г.С. Тяговая динамика, поворачиваемость и силовые потоки мобильных тягово-энергетических средств .-Минск: Наука и техника.- 2013.-373с.

3. Горин Г. С. Разработка гибридной теории установившегося поворота машинно – тракторного агрегата (МТА). Динамика /Г. С. Горин, В. М. Головач, Я. Ю. Жгут // Агропанорама.- 2011. – С. 8.- 13.

4. Жуковский Н.Е. Теория прибора Ромейко-Гурко. Н.Е. Жуковский // В кн: Полное собрание сочинений. М.: ОНТИ НКТП СССР. – 1957, т.VIII – с 102-106.

5. Опейко Ф.А. Колёсный и гусеничный ход / Ф.А. Опейко. Минск, АСХН БССР, - 1960. – 228 с.