

УДК 631

ДИНАМІКА ПОВОРОТУ ТРАКТОРА З ПЕРЕДНІМИ КЕРОВАНИМИ КОЛЕСАМИ

Мостова А.О., магістрант
 (Державний біотехнологічний університет)

У загальному випадку повороту колісної машини з двома керованими передніми колесами на неї діє наступні сили (рис. 1): сила P_{fn} опору коченню керованого колеса, встановленого під деяким кутом α повороту; інерційна відцентрова сила $P_{\text{ц}}$, що виникає в результаті переміщення остова трактора з деякою кутовою швидкістю $\omega_{\text{п}}$ навколо центру повороту O і прикладена в центрі ваги машини; дотичні сили тяги $P_{\text{к1}}$ і $P_{\text{к2}}$ відповідно на забігаюче і відстаюче колесо[1-5].

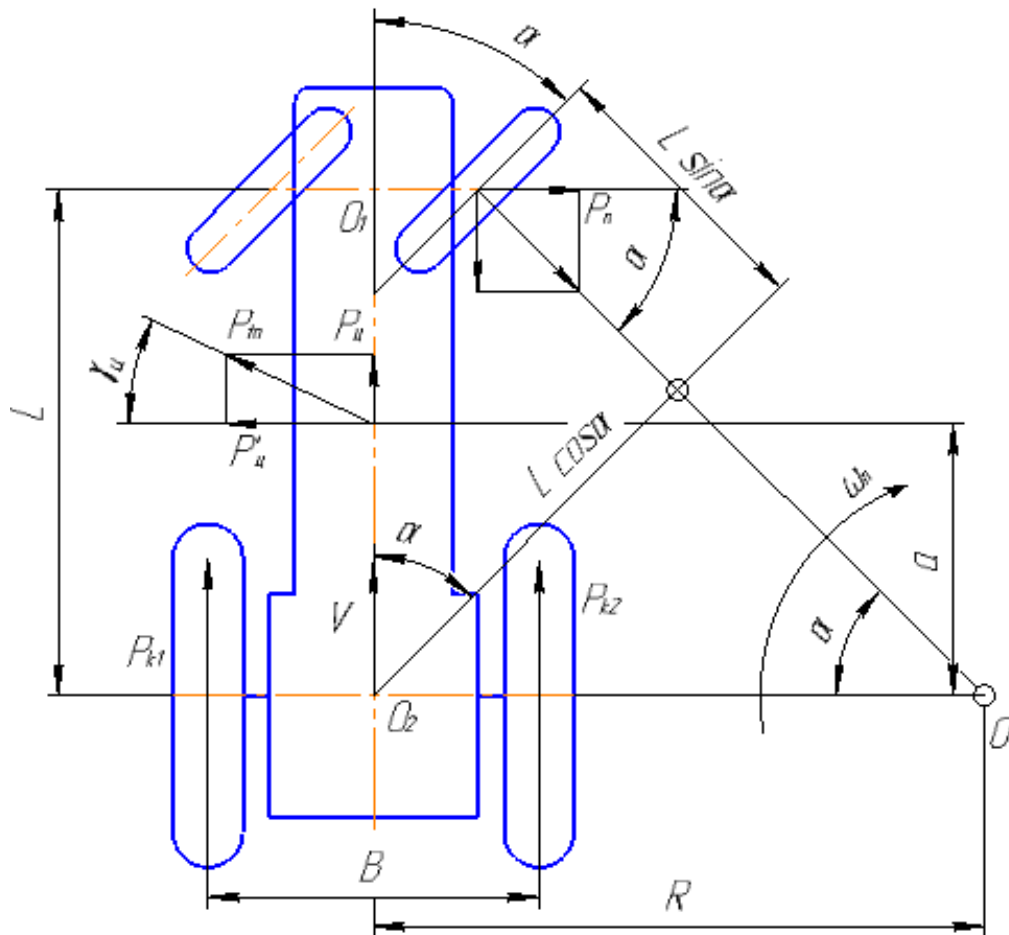


Рисунок 1 – Схема сил, що діють на колісну машину при повороті

Момент сил опору повороту навколо точки O_2 :

$$M_{\text{с.п.}} = P_{\text{fn}}L \sin \alpha + P_{\text{ц}} \alpha \cos \gamma_{\text{ц}} + (P_{\text{к2}} - P_{\text{к1}}) 0,5B, \quad (1)$$

де: P_{fn} – сила опору коченню керованих коліс, встановлених під деяким кутом α повороту; L – поздовжня база трактора; α – кут повороту.

Позначимо суму моментів всіх сил, що діють з боку остова на керовані

колеса, через M_{pez} і висловимо його через момент однієї умовної сили опору повороту $Z_{п}$, прикладеної в центрі осі кочення що повертається колеса на плечі $L \cos \alpha$, т.е.

$$M_{pez} = Z_{п} L \cos \alpha \quad (2)$$
$$M_{pez1} = 260 \cdot 2,85 \cdot 0,98 = 72,61 \text{ Н}\cdot\text{м};$$
$$M_{pez2} = 300 \cdot 2,85 \cdot 0,98 = 83,79 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

де: M_{pez1} – момент опору в модернізованій системі; M_{pez2} – момент опору в базовій системі.

Тоді момент опору повороту:

$$M_{с.п} = M_{pez} + P_{fn} L \sin \alpha \quad (3)$$
$$M_{с.п1} = 72,61 + 5684 \cdot 2,85 \cdot 0,173 = 2875,1;$$
$$M_{с.п2} = 83,79 + 5684 \cdot 2,85 \cdot 0,173 = 2886,3.$$

Припустимо, що при повороті виникає повертаюча сила $P_{п}$, що представляє собою результуючу бічних реакцій дороги, що діють в зоні контакту на керовані колеса при установці їх під кутом до нейтрального положення. Вона прикладена в центрі O_1 повороту керованого колеса і проходить через центр повороту машини. Повертаючий момент цієї сили відносно точки O_2 $M_{п} = P_{п} L \cos \alpha$.

$$P_{п} L \cos \alpha = M_{pez} + P_{fn} L \sin \alpha \quad (4)$$

Звідси:

$$P_{п} = M_{pez} / L \cos \alpha + P_{fn} \tan \alpha \quad (5)$$
$$P_{п1} = 72,61 / 2,85 \cdot (-0,839) + 5684 \cdot 0,648 = 19,73;$$
$$P_{п2} = 83,79 / 2,85 \cdot (-0,839) + 5684 \cdot 0,648 = 22,76;$$
$$\Delta P = (P_{п2} - P_{п1}) / P_{п1} \cdot 100 = 15,36 \%$$

Поздовжня складова $P_{п} \sin \alpha$ повертає сили, прикладені до шарніру передньої осі і спрямовані проти руху. У зв'язку з цим опір коченню на повороті значно більше, ніж при прямолінійному русі в аналогічних умовах.

На значення моменту опору повороту остова трактора, крім зовнішніх факторів, істотно впливає робота міжколісного диференціала. При відсутності або блокуванні диференціала момент опору повороту, створюваний силами тертя і іншими реакціями і ґрунту, що діють на провідні колеса, був би вельми значним. Це спричинило б за собою відповідне збільшення необхідної повертаючої сили, ускладнило б управління трактором і призвело до перевантажень передніх коліс і рульового механізму. При роботі диференціала кожне провідне колесо може вільно вписуватися в свою криву. В результаті цього момент опору повороту, створюваний зазначеними силами, виходить відносно невеликим порівняно з моментом, що виникають при заблокованому диференціалі. Граничне значення повертаючої сили залежить від властивостей ґрунту і зчіпних властивостей ободу шини, тобто:

$$P_{пmax} = \varphi_{сц} Y_{п} \quad (6)$$
$$P_{пmax} = 0,8 \cdot 4565,77 = 3652,6.$$

Таким чином, поворот можливий, якщо:

$$\varphi_{сц} Y_{п} \geq M_{pez} / (L \cos \alpha + P_{fn} \tan \alpha) \quad (7)$$
$$Y_{п} \geq (M_{pez} / L \cos \alpha + P_{fn} \tan \alpha) / \varphi_{сц}$$

$$Y_{\text{н}} \geq (72,61/2,85 \cdot (-0,839) + 5684 \cdot 0,648) / 0,8 = 4565,77 \text{ Н.}$$

На сухій твердій поверхні умова збереження керованості, виражена рівнянням (7), забезпечується з достатньою надійністю. На слизьких дорогах і пухких ґрунтах ця умова часто не витримується. Керованість тракторів погіршується також при роботі з великими силами тяги на гаку і з навісними машинами (в деяких випадках) через розвантаження передніх коліс і зменшення в зв'язку з цим сили зчеплення з ґрунтом. Керованість триколісних тракторів погіршується ще через те, що бічна сила зчеплення з ґрунтом одного колеса (одинарного або здвоєного) за інших рівних умов менше відповідної сумарної сили зчеплення двох широко розставлених коліс.

Погіршення керованості автомобілів спостерігається при гальмуванні керованих коліс, так як навантаження коліс поздовжніми силами знижує їх зчеплення з дорогою в поперечному напрямку. Різке гальмування може привести до повної втрати керованості. Для здійснення повороту навіть в тих випадках, коли умова (7) збереження керованості не дотримується, на тракторах передбачено комбінування звичайного рульового управління з регулюванням моменту на ведучих колесах.

Між ставленням кутових швидкостей ω_2 / ω_1 і радіусом R повороту машини існує наступна закономірність:

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{R + 0,5B}{R - 0,5B} \quad (8)$$
$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = \frac{7,6 + 0,5 \cdot 2,43}{7,6 - 0,5 \cdot 2,43} = 1,38$$

Список використаних джерел

1. Харченко С.О. Напрямок в розробці агротехнологій блочно-варіантних систем для господарств різних технологічних рівнів / С.О. Харченко, О.І. Анікеєв, М.О. Циганенко, О.Д. Калюжний, Г.В. Рудницька, В.В. Качанов, О.М. Красноруцький, С.А. Чигрина, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015.- С. 174-179.
2. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Є.А.Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.
3. Анікеєв О.І. Моделювання структури комплексів машин у рослинництві / О.І. Анікеєв, К.Г. Сировицький, Г.С. Михалевич, А.О. Бойко // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Молодь і технічний прогрес в АПВ». – 2020.- С. 132-134.
4. Трактори та автомобілі [Текст] : навч. посіб. Ч. 3. Шасі / А. Т. Лебедев [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедева, 2004. - 336 с.
5. Довідник з машиновикористання в землеробстві : навч. посібник / В.І. Пастухов, А.Г. Чигрин, П.А. Джолос та ін.; за редакцією В.І. Пастухова. – Харків: ООО «Веста», 2001. – 343с.