



ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

УДК 631.3.072

ДО ПИТАННЯ СТІЙКОСТІ МОТОБЛОКА ПРИ РОБОТІ НА СХИЛАХ

В.М. Булгаков, докт. техн. наук, академік НААН України
Національна академія аграрних наук України

М.В. Усенко, канд. техн. наук
Луцький НТУ

Обґрунтовано доцільність застосування пристрою з диском до мотоблока при роботі на поперечних схилах. Визначено умову рівноваги коліс мотоблока та силу їх зчеплення з ґрунтом, бокову силу, що порушує стійкість ходу агрегату.

Проблема. Наявність схилів (наприклад, до 12°) викликає труднощі в роботі будь-яких засобів механізації. При крутості поперечного відносно напрямку руху агрегату схилу вище 5° виникає бокова сила, що порушує стійкість ходу даного агрегату. Це негативно впливає на проведення будь-яких сільськогосподарських операцій. Особливо негативно дане явище може проявлятися при міжрядному обробітку ґрунту, коли відхилення агрегату від заданого напрямку руху призводить до пошкодження великої кількості рослин. Малогабаритна техніка при роботі на схилах менш піддається сповзанню, ніж великогабаритна, оскільки через меншу масу тут менша і бокова сила, що порушує стійкість ходу агрегату. Для повного усунення цієї сили необхідно застосовувати стабілізуючі пристрої.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Існують різноманітні пристрої і механізми для стабілізації напрямку руху сільськогосподарських

машин при роботі на схилах [2–4]. Серед цих конструкцій слід виділити ті, в яких передбачено вирівнювання положення агрегату відносно горизонту на поперечному схилі, що усуває повністю сповзання агрегату при роботі на схилах. Але в цих конструкціях і, відповідно, в наукових працях [1, 5] з даного напрямку не розглянуті теоретичні питання, що пов'язані з виконанням канавки тільки під верхнє по схилу колесо мотоблока (агрегату), що рухається в поперечному напрямку схилу.

Мета дослідження. Визначення умови рівноваги коліс мотоблока та сили їх зчеплення з ґрунтом, бокової сили, що порушує стійкість ходу агрегату.

Виклад основного матеріалу дослідження. Одним з перспективних пристроїв, що вирішує багато питань при роботі агрегату на схилах, є мікротерасер [2]. Він повністю усуває дію бокової складової маси на колеса трактора. Серйозним недоліком даної схеми по патенту Франції є значне збільшення сили опору агрегату, що викликає зменшення тягових якостей трактора. При зворотному ході виникає необхідність наявності оборотних передп্লужників, що, в свою чергу, вимагає встановлення оборотних механізмів для кожного передп্লужника окремо, які будуть керовані трактористом. В іншому випадку при обертанні скиби вгору по схилу опір перекочуванню ще збільшиться. Ці вимоги значно ускладнюють конструкцію механізму, що призводить до зниження експлуатаційної надійності і сфери його застосування.

Виникає питання: чи не можна застосувати такий механізм, при якому тільки верхнє по схилу колесо буде переміщатись по канавці? Нами запропонований пристрій для стабілізації напрямку руху (забезпечення курсової стійкості) агрегату при роботі на схилах, який описаний у працях [6, 7].

Даний пристрій може відвалити скибу і, відповідно, виконати канавку такої глибини, що мотоблок на деякому схилі α займе горизонтальне положення. В цьому випадку дія бокової складової маси на колеса мотоблока, що намагається змістити мотоблок вниз по схилу, повністю усувається. Проте для забезпечення прямолінійного руху мотоблока на поперечному схилі достатньо відвалити скибу (виконати канавку) такої глибини, при якій кут розташування мотоблока відносно схилу не стане дорівнювати нулю, а лише дещо зменшиться на певну величину.

Визначимо бокові зусилля на динамічні показники мотоблока і обґрунтуємо доцільність застосування механізму запропонованого типу. Нехай даний пристрій (своім диском) відвалює скибу вниз по схилу α і робить канавку (рис. 1).

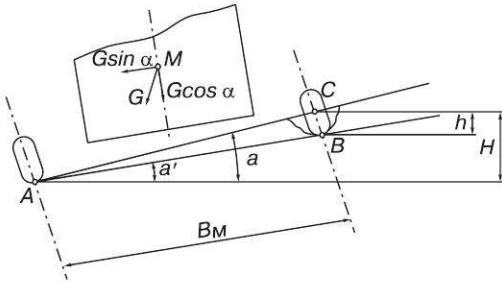


Рис. 1. Схема розташування на схилі мотоблока з стабілізуючим пристроєм

Верхнє колесо починає переміщуватись по канавці, а мотоблок з шириною колії коліс B_M займає нове положення на поперечному схилі величиною α' .

Таким чином, мотоблок працює на поперечному схилі α' величиною:

$$\alpha' = \arcsin \frac{H-h}{B_M}, \quad (1)$$

де H — відстань по вертикалі між верхнім і нижнім колесами мотоблока на схилі α ; B_M — ширина колії коліс мотоблока; h — попередньо встановлена глибина занурення в ґрунт диска пристрою.

Через незначну різницю між кутами α і α' приймемо, що точка B (точка стику колеса з ґрунтом) знаходиться на лінії вертикальної осі колеса. Оскільки $H = B_M \sin \alpha$, то, підставивши дане значення H у формулу (1) і після перетворень, отримаємо:

$$\alpha' = \arcsin(\sin \alpha - h/B_M). \quad (2)$$

Оскільки $\alpha' < \alpha$, то основний фактор, що викликає відхилення нижнього колеса і мотоблока в цілому від заданого напрямку, зменшується. При цьому на верхнє колесо бокова сила не діє, вона дорівнює нулю, оскільки воно переміщується в канавці. Отже, збільшується зчпна маса і підвищуються тягові характеристики.

Нормальні реакції ґрунту відповідно верхнього і нижнього коліс:

$$\begin{cases} Z_1 = 0,5G, \\ Z_2 = 0,5G \cos \alpha'. \end{cases} \quad (3)$$

Тому верхнє колесо має можливість розвинути більшу силу тяги, ніж нижнє на величину:

$$(Z_1 - Z_2)\varphi = \Delta P_k = 0,5\varphi G(1 - \cos \alpha'), \quad (4)$$

де G — вага мотоблока, що припадає на колеса; φ — коефіцієнт бокового зчеплення шини з ґрунтом.

Викликає інтерес порівняння показників стійкості на основі аналізу умов рівноваги коліс мотоблока з стабілізуючим пристроєм і без нього.

Колеса мотоблока, що нерухомо стоять на місцевості з поперечним ухилом α , не будуть сповзати вбік, якщо дотримана умова:

$$\varphi G \cos \alpha \geq G \sin \alpha. \quad (5)$$

Через невелику різницю приймаємо для подальших розрахунків $\alpha \approx \alpha'$. Оскільки дія бокової сили $0,5G \sin \alpha$, що намагається перемістити вниз по схилу нижнє колесо, передається і верхньому колесу, то для зручності ведення розрахунків перенесемо дану бокову силу з точки A в точку B і розкладемо на складові:

$$Y = 0,5G \sin \alpha \cos \alpha;$$

$$Z = 0,5G \sin^2 \alpha.$$

Перша складова викликає сповзання, в друга — донавантажує верхнє колесо. Тому сумарна сила зчеплення коліс дорівнює:

$$R = 0,5G\varphi \cos \alpha + (0,5G + 0,5G \sin^2 \alpha)\varphi. \quad (6)$$

Отже, умова рівноваги в кінцевому варіанті буде:

$$0,5G\varphi (1 + \cos \alpha + \sin^2 \alpha) \geq 0,25G \sin^2 \alpha. \quad (7)$$

Порівнюючи цю формулу з умовою рівноваги коліс мотоблока без стабілізуючого пристрою (з формули (5)), помічаємо, що сила, яка намагається перемістити мотоблок вниз по схилу, зменшується більше, ніж в два рази. Коефіцієнт зменшення бокової сили можна підрахувати за формулою:

$$n = \frac{G \sin \alpha}{0,5G \sin \alpha \cos \alpha} = \frac{2}{\cos \alpha}. \quad (8)$$

Сила зчеплення коліс з ґрунтом у другому випадку більше на величину:

$$\Delta G = R - \varphi G \cos \alpha = 0,5G\varphi(1 - \cos \alpha + \sin^2 \alpha),$$

а коефіцієнт збільшення сили зчеплення коліс буде:

$$n_1 = R/\varphi G \cos \alpha = 0,5 [1 + (1 + \sin^2 \alpha) / \cos \alpha]. \quad (9)$$

Маємо покращення при роботі агрегату з стабілізуючим пристроєм (збільшується сила зчеплення коліс з ґрунтом, зменшується бокова сила, що порушує стійкість ходу).

Наприклад, умова рівноваги на схилі крутістю 12° ($0,21$ рад) за формулою (8) покращується приблизно в 2 рази.

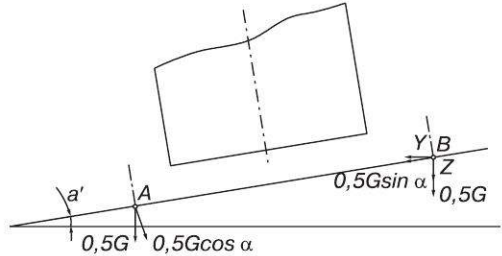


Рис. 2. Схема сил, що діють на колеса мотоблока на поперечному схилі

Висновки. Наведене вище теоретичне обґрунтування роботи стабілізуючого пристрою з диском до мотоблока при роботі на поперечних схилах дозволяє визначити умови рівноваги коліс мотоблока та сили їх зчеплення з ґрунтом, бокову силу, що порушує стійкість ходу агрегату.

Приведена методика розрахунку може бути використана як окрема методика для проведення важливих розрахунків і як основа для подальших досліджень роботи всього агрегату.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. *Амельченко П.А.* Исследование в области некоторых параметров крутосклонных и низкоклиренсных тракторов: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1974. — 19 с.
 2. *Патент № 80113*, Франция, МКИ А 01 В. Приспособление к трактору для работы на склонах / Ж. Буш. Заявл. 13.07.1961; опубл. 04.02.1963, реферативный журнал № 10, 1964.
 3. *Стабилизирующее устройство для сельскохозяйственных агрегатов, работающих на склонах*, А.с. № 1101187, МКИ А 01 В 69/00 / А.Н. Голозубов и др. — № 3560544/30-55; заявл. 14.06.1983; опубл. 08.07.1984, бюл. № 25.
 4. *Орудие для обработки почвы на склонах*, А.с. № 1168111, МКИ А 01 В 33/02 / Ш.М. Григорян и др. — № 3743508/30-15; заявл. 28.02.1984; опубл. 23.07.1985, бюл. № 27.
 5. *Мшвиладзе О.П.* Основы создания технических средств, стабилизирующих направление движения крутосклонного агрегата: Автореф. дис. ... д-ра. техн. наук. — Тбилиси, 1986. — 52 с.
 6. *Усенко М.В.* Дослідження взаємодії з ґрунтом диска стабілізуючого пристрою при роботі на схилах // Міжвід. темат. наук. зб. “Механізація та електрифікація сільського господарства”. — Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”. — Вип. 92. — 2008. — С. 133–139.
 7. *Мотоблок*. А.с. № 1491354, МКИ А 01 В 15/20 / М.В. Усенко и др. — № 4342989/30-15; заявл. 15.12.1987; опубл. 07.07.1989; бюл. № 25.
-

К ВОПРОСУ УСТОЙЧИВОСТИ МОТОБЛОКА ПРИ РАБОТЕ НА СКЛОНАХ

Обоснована целесобразность применения устройства с диском к мотоблоку при работе на поперечных склонах. Определены условия равновесия колес мотоблока и сила сцепления с почвой, боковая сила, нарушающая устойчивость хода агрегата.

TO A QUESTION OF STABILITY OF THE MOTOR-BLOCK BY THE WORK ON SLOPES

The expediency of application of the device with a disk to the motor-block by the work on transverse slopes is proved. The terms of balance of wheels of the motor-block and tripping force with soil, the lateral force which breaks stability of a course of the unit are defined.