

М.В. Усенко, кандидат технічних наук  
Луцький національний технічний університет

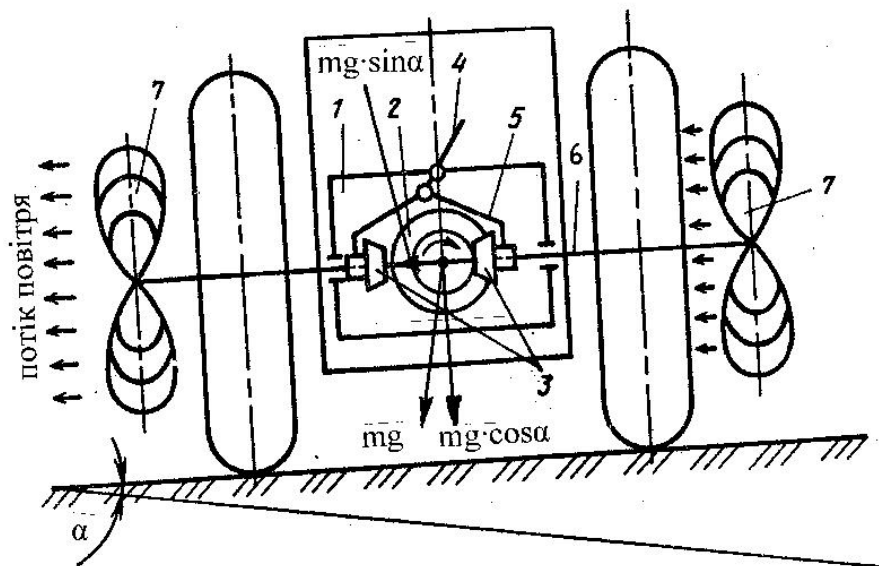
*Обґрунтовано застосування стабілізувального пропелерного пристрою до мотоблока при роботі на схилах. Визначено необхідну силу тяги і потужність повітряного гвинта для запобігання сповзання малогабаритного агрегату при роботі на схилах*

**Проблема.** На схилах крутизною  $5^\circ$  і вище спостерігаються пов'язані між собою процеси сповзання і бокового уводу, тобто порушення курсової стійкості агрегату. Це явище негативно впливає на якість проведення різноманітних сільськогосподарських операцій. Особливо негативно це проявляється під час проведення міжрядного обробітку ґрунту, коли відхилення агрегату в бік може призвести до пошкодження великої кількості рослин. Тому для роботи на схилах агрегати необхідно обладнувати стабілізувальними пристроями. Малогабаритна техніка, що застосовуються на схилах, має перевагу порівняно з великогабаритною, оскільки через меншу масу вона менш піддається сповзанню. Нами запропонований пристрій до мотоблока, який, не контактуючи з ґрунтом, стабілізує напрямок руху малогабаритного агрегату при роботі на схилах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомі різноманітні пристрої і робочі органи, в основному дискові, для роботи сільськогосподарських машин на схилах [2, 5, 6]. Недоліком таких конструкцій є їх складність і різний ступінь порушення структури (залежно від глибини занурення виконавчого робочого органа в ґрунт) ґрунту, оскільки для виконання своєї основної функції (стабілізація напрямку руху агрегату на схилах) для них передбачений обов'язковий контакт з ґрунтом. Відповідно в наукових працях [1, 2, 4] з даного напрямку не розглянуті теоретичні питання, що пов'язані зі стабілізацією руху агрегату на схилах без використання ґрунту.

Метою наших досліджень було обґрунтувати застосування стабілізувального пропелерного пристрою до мотоблока та визначити необхідну силу тяги і потужність повітряного гвинта для запобігання сповзання малогабаритного агрегату при роботі на схилах.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Нами запропонований пристрій для запобігання сповзання на схилах самохідних знарядь на базі мотоблока [7] (рисунок).



**Функціональна схема мотоблока з пристроєм для запобігання сповзання на схилах самохідних знарядь: 1 – редуктор; 2 – ведуча шестірня; 3 – ведена шестірня; 4 – важіль; 5 – вилка; 6 – ведений вал; 7 – повітряний гвинт**

Пристрій має редуктор 1, який кріпиться на площадці вала відбору потужності (ВВП) мотоблока та складається з ведучої шестерні 2, що жорстко зв'язана з ведучим валом. З даною шестернею знаходиться в зачепленні одна або друга ведена шестірня 3. Вмикання і вимкнення в зачеплення з ведучою шестернею 2 кожної з ведених шестерень 3, а також перевід в нейтральне положення, (коли обидві ведені шестерні не знаходяться в зачепленні з ведучою шестернею), здійснюються важелем 4 за допомогою вилки 5. Шестерні 3 сидять на веденому валу 6 на шліцах, який консольно виходить по обидва боки редуктора 1. На обох консольних частинах веденого вала 6 жорстко закріплені повітряні гвинти (пропелери) 7.

Під час руху агрегату по рівній поверхні шестерні 3 відключені (знаходяться в нейтральному положенні) і повітряні гвинти 7 не обертаються. Коли агрегат в'їжджає на поперечний схил, оператор вмикає ВВП мотоблока, а важелем 4 одну з шестерень 3. Повітряні гвинти 7 починають обертатись, створюють потік повітря, який запобігає сповзанню (порушенню курсової стійкості) агрегату вниз по схилу.

У разі зворотного руху агрегату чи зміни розташування схилу відносно нього оператор важелем 4 вимикає одну і вмикає другу шестерню 3, отримуючи в такий спосіб необхідний напрямок обертання повітряних гвинтів 7 і відповідно потоку повітря.

Розглянемо роботу пристрою з теоретичної точки зору. Для усунення бокових реакцій, що намагаються змістити агрегат вниз по схилу (порушити його курсову стійкість), запропонований стабілізуювальний пристрій, який має основний робочий орган у вигляді двох повітряних гвинтів. Гвинти створюють потік повітря, який в свою чергу компенсує силу, що намагається

змістити агрегат вниз по схилу. Визначимо дану силу, а також силу потоку повітря і необхідну потужність для його створення.

На рисунку бачимо, що сила намагатиметься змістити агрегат униз по схилу  $mg \cdot \sin\alpha$ , де  $m$  – маса агрегату;  $\alpha$  – кут схилу. Даній силі протидіє сила, яку назвемо протидіючою. Вона за формулою майже аналогічна силі тертя кочення, тобто  $f \cdot mg \cdot \cos\alpha$ , де  $f$  – коефіцієнт уводу. Одразу визначимо силу зміщення  $F_{зм}$  агрегату вниз по схилу, яка дорівнює різниці двох сил, наведених вище. Приймаємо масу мотоблока разом з сільськогосподарським знаряддям (наприклад малогабаритний культиватор)  $m \approx 100$  кг, кут схилу  $\alpha = 12^\circ$  і коефіцієнт бокового уводу  $f \approx 0,08$  [4]. Отже,  $mg \cdot \sin\alpha = 100 \cdot 9,81 \cdot 0,2 \approx 200$  Н, а

$$fmg \cdot \cos\alpha = 0,08 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 0,98 \approx 80 \text{ Н}; F_{зм} \approx 200 - 80 \approx 120 \text{ Н.}$$

Для того щоб запобігти зміщенню агрегату вниз по схилу, необхідно створити силу, протилежну за напрямком і рівну за величиною силі  $F_{зм}$ . Оскільки для вирішення цієї задачі нами запропонований пристрій у вигляді двох повітряних гвинтів, то протилежною до сили  $F_{зм}$  тут буде сила тяги  $P_{гв}$  повітряного гвинта, яка визначається за формулою [3]

$$P_{гв} = \alpha_{гв} \cdot \rho \cdot n^2 \cdot D^4, \quad (1)$$

де  $\alpha_{гв}$  – коефіцієнт сили тяги, який залежить від форми гвинта;  $\rho$  – густина повітря;  $n$  – частота обертання повітряного гвинта;  $D$  – діаметр повітряного гвинта.

Приймаючи  $\alpha_{гв} \approx 0,8$  [3],  $\rho \approx 1,3$  кг/м<sup>3</sup>,  $n \approx 1600$  хв<sup>-1</sup>  $\approx 26,7$  с<sup>-1</sup> (номінальна частота обертання ВВП мотоблока  $\approx 800$  хв<sup>-1</sup>, а передаточне число редуктора пристрою  $i = 2$ ),  $D \approx 0,5$  м. Підставляючи дані значення у формулу (1), отримуємо  $P_{гв} \approx 50$  Н. Оскільки маємо два повітряні гвинти, то сумарна компенсуюча сила буде  $2 \cdot P_{гв} \approx 100$  Н.

Таким чином, на працюючий на схилі крутизною  $12^\circ$  малогабаритний агрегат із запропонованим пристроєм діє направлена вниз по схилу сила величиною  $F_{зм} - 2 \cdot P_{гв} = 20$  Н  $\approx 2$  кг. Остання сила легко усувається мускульною силою оператора мотоблока (агрегату). Слід врахувати, що оператор застосовує свою силу не постійно, а періодично, тобто лише для повернення агрегату до необхідного курсового напрямку, в якому він залишається протягом певного періоду, до досягнення недопустимого зміщення.

Визначимо потужність  $N$ , що витрачається на обертання повітряного гвинта, за формулою [3]

$$N = \beta_{гв} \cdot \rho \cdot n^3 \cdot D^5, \quad (2)$$

де  $\beta_{гв}$  – коефіцієнт потужності ( $\approx 1$ ).

Підставляючи дані у формулу (2), отримуємо  $N \approx 770$  Вт  $\approx 0,8$  кВт. Для двох повітряних гвинтів маємо  $2 \cdot N \approx 1,6$  кВт. Наприклад, потужність відомого мотоблока “Артанія” становить 3,7 кВт, тобто залишається приблизно 2 кВт, що є достатнім для проведення певної операції (наприклад культивування).

## Висновки

*Запропонований аналіз роботи стабілізувального пропелерного пристрою до мотоблока під час роботи на схилах дозволяє обчислити необхідну силу тяги і потужність повітряного гвинта для запобігання сповзання малогабаритного агрегату при роботі на схилах.*

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

### **Бібліографія**

1. *Амельченко П.А.* Исследование в области некоторых параметров крутосклонных и низкоклинренсных тракторов : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / П.А. Амельченко. – Минск, 1974. – 19 с.

2. *Канарев Ф.М.* Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия / Ф.М. Канарев. – М. : Машиностроение, 1983. – 144 с.

3. *Кокунина Л.Х.* Основы аэродинамики / Л.Х. Кокунина. – М. : Транспорт, 1982. – 113 с.

4. *Мшвилдадзе О.П.* Основы создания технических средств, стабилизирующих направление движения крутосклонного агрегата : автореф. дис. на здобуття наук ступеня д-ра. техн. наук / О.П. Мшвилдадзе. – Тбилиси, 1986. – 52 с.

5. А.с. 1101187 СССР, МКИ А 01 В 69/00. Стабилизирующее устройство для сельскохозяйственных агрегатов, работающих на склонах / А.Н. Голозубов и др. – № 3560544/30-55; заявл. 14.06.83; опубл. 08.07.84; бюл. № 25.

6. А.с. № 1168111 СССР, МКИ А 01 В 33/02. Орудие для обработки почвы на склонах / Ш.М. Григорян и др. – № 3743508/30-15; заявл. 28.02.84; опубл. 23.07.85; бюл. № 27.

7. А.с. № 1454272 СССР, МКИ А 01 В 369/00, 15/20. Устройство для предотвращения сползания на склонах самоходных орудий на базе мотоблока / М.В. Усенко. – № 4096513/30-15; заявл. 16.07.86; опубл. 30.01.89; бюл. № 4.