

4. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.

5. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.

6. Аникеев А.И. Моделирование процесса уборки и подготовки к хранению кукурузы на зерно / А.И. Аникеев, А.Д. Калюжный, К.Г. Сыровицкий / Інженерія природокористування №8 (2), 2017,– стр. 84-89.

7. Сандомирський М.Г. Трактори та автомобілі. Ч.1. Автотракторні двигуни // Навчальний посібник / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев і інш.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. – К.: Вища школа, 2000. – 357с.

8. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеев, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаск, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

9. Трактори та автомобілі [Текст] : навч. посіб. Ч. 3. Шасі / А. Т. Лебедев [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедева, 2004. - 336 с.

**УДК 631**

## **ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО РОЗМІЩЕННЯ ГАЗОВИХ БАЛОНІВ НА ТРАКТОРІ ТЯГОВОГО КЛАСУ 1,4**

**Гололобов В.С., магістрант**

*(Державний біотехнологічний університет)*

Для сільськогосподарських тракторів регламентується значення кута поперечної статичної стійкості (для тракторів тягових класів 0,9 і більше) не менше 35°. Тому встановлення додаткового обладнання у вигляді газових балонів та іншого обладнання для роботи з газодизельним циклом може привести до зміни даного показника [1-6].

На тракторах тягових класів 0,9...2,0 газові балони в більшості випадків можуть бути встановлені на даху кабіни трактора. Нами пропонується оснастити трактор змінною касетою з двома газовими балонами, яка встановлюється в передній частині трактора перед радіатором за допомогою спеціальної рами, закріпленої на рамі трактора. Тому доцільно провести порівняльну оцінку різного розташування балонів на тракторі.

Перекидання настає, коли момент перевищує момент сил, які прагнуть повернути трактор в початкове положення [7-9]:

$$M_{пер} \geq M_{стаб}, \quad (1)$$

де  $M_{пер}$  – перекидаючий момент, Н·м;  $M_{стаб}$  – момент від сил, що прагнуть повернути трактор в початкове положення, Н·м.

Для тракторів розрізняють граничні статичні кути: підйому, поздовжнього ухилу, поперечного ухилу.

У загальному випадку на трактор діють сили тяжіння  $\overline{G_T}$  (сила тяжіння безпосередньо трактора),  $\overline{G_k}$  (сила тяжіння змінної касети) і, в разі установки змінної касети в передній частині трактора,  $\overline{G_p}$  (сила тяжіння рами, на якій встановлюється змінна касета).

При зміні кута підйому або нахилу внаслідок зміни геометричного положення центрів ваги різних елементів даної системи сил знаки створюваних ними моментів щодо осей перекидання можуть змінювати напрямок своєї дії. Тому для уніфікації одержуваних виразів при визначенні граничних статичних кутів перекидання будемо розглядати положення трактора при нескінченно малих значеннях відповідних кутів.

Рівняння рівноваги трактора, який стояв на підйомі, щодо передбачуваної осі перекидання  $O'$  мають такий вигляд:

- при розташуванні балонів в передній частині трактора:

$$\sum M_{o'}(F_i) = 0; G_T h_{G_T} + G_k h'_{G_k} + G_p h_{G_p} - R_n L = 0; \quad (2)$$

- при розташуванні балонів на даху трактора:

$$\sum M_{o'}(F_i) = 0; G_T h_{G_T} + G_k h_{G_k} - R_n L = 0, \quad (3)$$

де  $h_{G_T}$  – плече прикладання сили тяжіння трактора  $\overline{G_T}$ , мм,  $h'_{G_k}$ ,  $h''_{G_k}$  – плече прикладання сили тяжіння касети  $\overline{G_k}$  при її установці відповідно в передній частині і на даху трактора, мм;  $h_{G_p}$  – плече прикладання сили тяжіння рами  $\overline{G_p}$ , на якій встановлюється змінна касета, мм;  $R_n$  – реакція з боку опорної поверхні на передню вісь трактора, Н;  $L$  – колісна база трактора, м;  $L = 2450$  мм.

У момент перекидання трактора реакція з боку опорної поверхні на передню вісь  $R_n$  дорівнює нулю. Відповідний цього моменту кут підйому  $\alpha_{нід}$  дорівнює граничному статичному куту підйому  $\alpha_{лім.нід}$ . Вирішуючи рівняння рівноваги трактора з урахуванням  $R_n = 0$ , отримуємо відповідні вирази для визначення граничного статичного кута підйому трактора:

- при установці балонів в передній частині трактора:

$$\alpha'_{лім.нід} = \arctg \frac{G_T \bar{x} + G_k l'_{ц.тк} + G_p h_{ц.тп}}{G_T h_{ц.т.} + G_k h'_{ц.тк} + G_p h_{ц.тп}}, \quad (4)$$

- при встановленні балонів на даху трактора:

$$\alpha''_{лім.нід} = \arctg \frac{G_T x + G_k l''_{ц.тк}}{G_T h_{ц.т.} + G_k h''_{ц.тк}}, \quad (5)$$

Рівняння рівноваги щодо передбачуваної осі перекидання  $O''$  при розташуванні балонів має наступний вигляд:

- при розташуванні балонів в передній частині трактора:

$$\sum M_{O'}(F_i) = 0; -G_T h_{G_T} + G_K h'_{G_K} + G_P h_{G_P} + R_3 L = 0; \quad (6)$$

- при встановленні балонів на даху трактора:

$$\sum M_{O'}(F_i) = 0; -G_T h_{G_T} - G_K h''_{G_K} + R_3 L = 0, \quad (7)$$

де  $R_3$  – реакція зі сторони опорної поверхні на задню вісь трактора, Н.

Після перетворення даних рівнянь були отримані вирази для визначення граничних статичних кутів поздовжнього ухилу:

- при установці балонів в передній частині трактора:

$$\alpha'_{lim,yx} = \arctg \frac{(G_T + G_K + G_P) \cdot L - G_T \bar{x} - G_K l'_{Ц.Тк} - G_P l_{Ц.Тр}}{G_T h_{Ц.Т} + G_K h'_{Ц.Тк} + G_P l_{Ц.Тр}}; \quad (8)$$

- при встановленні балонів на даху трактора:

$$\alpha''_{lim,yx} = \arctg \frac{(G_T + G_K) \cdot L - G_T \bar{x} - G_K l''_{Ц.Тк}}{G_T h_{Ц.Т} + G_K h''_{Ц.Тк}}; \quad (9)$$

Для визначення граничного статичного кута ухилу трактора  $\beta_{lim,yx}$  було розглянуто рівновагу трактора, який стояв на поперечному ухилі.

Рівняння моментів всіх сил, що діють на трактор, щодо осі перекидання  $A$ :

- при розташуванні балонів в передній частині трактора:

$$\sum M_A(F_i) = 0; R_L B - G_T h_{G_T}^{non} - G_K h'_{G_K}^{non} - G_P h_{G_P}^{non} = 0; \quad (10)$$

- при встановленні балонів на даху трактора:

$$\sum M_A(F_i) = 0; R_L B - G_T h_{G_T}^{non} - G_K h''_{G_K}^{non} = 0; \quad (11)$$

де  $R_L$  – реакція, яка припадає на ліві колеса, Н;  $B$  – колія трактора, мм;  $B = 2700$  мм;  $h_{G_T}^{non}$  – плече прикладання сили тяжіння трактора  $\overline{G_T}$  на поперечному ухилі, мм;  $h_{G_P}^{non}$  – плече прикладання сили тяжіння касети  $\overline{G_K}$  на поперечному ухилі при різних варіантах їх установки (в передній частині трактора або на даху), мм;  $h_{G_K}^{non}$ ,  $h''_{G_K}^{non}$  – плечі прикладання сили тяжіння касети  $\overline{G_K}$  на поперечному ухилі при розташуванні касети в передній частині трактора і на даху відповідно, мм.

У момент початку перекидання реакція  $R_L$  дорівнює нулю. Причому в цей момент значення кута  $\beta_{yx}$  буде відповідати граничному значенню кута поперечної стійкості  $\beta_{lim,yx}$ . З урахуванням цього виразу для визначення граничного статичного поперечного кута ухилу трактора:

- при розташуванні газових балонів в передній частині трактора:

$$\beta_{lim,yx} = \arctg \frac{0,5B(G_T + G_K + G_P)}{G_T h_{Ц.Т} + G_K h'_{Ц.Тк} + G_P h_{Ц.Тр}}; \quad (12)$$

- при встановленні балонів на даху трактора:

$$\beta_{lim,yx} = \arctg \frac{0,5B(G_T + G_K)}{G_T h_{Ц.Т} + G_K h''_{Ц.Тк}}; \quad (13)$$

Результати розрахунку граничних статичних кутів стійкості трактора Беларус-82.1 представлені на рис. 1.

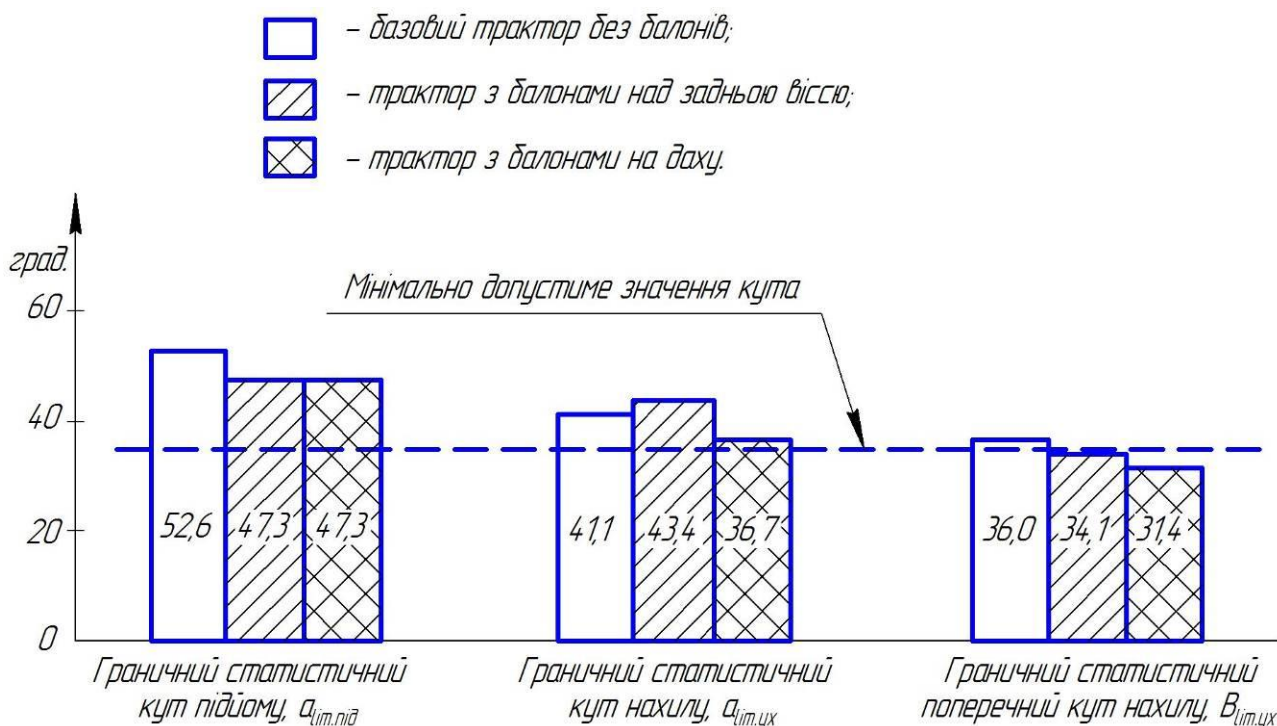


Рисунок 1 – Граничні статичні кути стійкості трактора

На практиці найбільший інтерес представляють кути стійкості трактора при його русі (динамічні кути стійкості). У разі руху трактора відповідно до принципу Даламбера його можна розглядати як такий, що знаходиться в нерухомому положенні або рухається прямолінійно і рівномірно, якщо крім зовнішніх сил, що діють на трактор (як правило, це сили тяжіння трактора і встановленого на ньому обладнання), до відповідної точки докласти також сили інерції. Тоді цю систему сил можна вважати врівноваженою, і до неї застосовні всі прийоми рішення статичних рівнянь рівноваги.

### Список літератури

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. Сыровицкий, Є.А. Гаєк // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Вип. 156, – 2015.- С. 174-179.

2. Мельник В.И. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия / В.И. Мельник, А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture, Vol. 17, No. 7, – 2001. -С. 61-66.

3. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – С.49 – 54.

4. Циганенко М.О. Оптимізація процесу збирання та транспортування врожаю зернових культур з використанням бункера-накопичувача // М.О. Циганенко, К.Г. Сировицький, О.А. Романащенко // Інженерія природокористування, № 2 (10), – 2018. с. 87-93.

5. Аникеев А.И. К вопросу повышения эффективной процесса уборки урожая путем внедрения элементов агрологистики / А.И. Аникеев, М.А. Цыганенко, К.Г. Сыровицкий, А.Р. Коваль // Motrol. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. Vol. 18, № 7. Polish Academy of Sciences. 2016. – 49 - 54.

6. Аникеев А.И. Моделирование процесса уборки и подготовки к хранению кукурузы на зерно / А.И. Аникеев, А.Д. Калюжный, К.Г. Сыровицкий / Інженерія природокористування №8 (2), 2017,– стр. 84-89.

7. Сандомирський М.Г. Трактори та автомобілі. Ч.1. Автотракторні двигуни // Навчальний посібник / М.Г. Сандомирський, М.Ф. Бойко, А.Т. Лебедев і інш.; За ред. проф. А.Т. Лебедева. – К.: Вища школа, 2000. – 357с.

8. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеев, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаск, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

9. Трактори та автомобілі [Текст] : навч. посіб. Ч. 3. Шасі / А. Т. Лебедев [та ін.] ; за ред. А. Т. Лебедева, 2004. - 336 с.

**УДК 921.1**

## **ПРИЗНАЧЕННЯ І БУДОВА ДРУГОГО «ОПАЛЮВАЛЬНОГО КОНТУРА»**

**Єсіпов О.В., к.т.н., доц., Летко Б.І., магістрант**

*(Державний біотехнологічний університет)*

Система обв'язки котла безпосередньо впливає на ефективність і економічність самого твердопаливного котла і, звичайно ж, на комфорт експлуатації, що включає в себе такі параметри як тривалість горіння на одному завантаженні палива, зменшення тимчасового періоду між чистками котла, легкість контролю за температурним режимом в опалювальному приміщенні і безпеку.

Другий "Опалювальний контур" (є рекомендованим при установці більше двох котлів, тому показав найкращі результати в експлуатації) виглядає наступним чином: