

6. Топчеев Ю.И. Атлас для проектирования систем автоматического регулирования: Учеб. пособие для вузов. – М.: Машиностроение, 1989. – 752 с.
7. Современные методы проектирования систем автоматического управления: Анализ и синтез / под редакцией Б.Н. Петрова, В.В. Солодовникова, Ю.И. Топчеева. – М.: Машиностроение, 1967. – 704 с.
8. Боднер В.А., Воронов А.А., Ивахненко А.Г. и др. Теория инвариантности в системах автоматического управления. Труды Второго Всесоюзного совещания в Киеве 29 мая-1 июня 1962 года. – М.: Наука, 1964. – 504 с.
9. Иващенко Н.Н. Автоматическое регулирование. Теория и элементы систем. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978. – 736 с.
10. Зайцев Г.Ф., Костюк В.И., Чинаев П.И. Основы автоматического управления и регулирования. – К.: Техніка, 1975. – 496 с.
11. Кожевников С.Н., Есипенко Я.Н., Раскин Я.М. Механизмы. Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп. Под ред. С.Н. Кожевникова. – М.: Машиностроение, 1976. – 784 с.
12. Г. Корн, Т. Корн. Справочник по математике /для научных работников/. – М.: Наука, 1970. – 720 с.

***Аннотация.** Представлено конструктивную схему и описано работу комбинированной системы автоматического регулирования частоты вращения электроагрегата с приводом от тракторного дизеля двигателя внутреннего сгорания, а также ее теоретические исследования. Приведены аналитические выражения для определения значений корректирующих динамических звеньев, обеспечивающих повышенные статические и динамические показатели переходных процессов комбинированной системы.*

***Ключевые слова:** дизель, электроагрегат, измеритель частоты вращения, измеритель нагрузки, блок приема, дифференцирования и суммирования регулирующих импульсов, гидравлический демпфер, замкнутая сильфонная передача, полумуфта.*

***Summary.** A constructive circuit is resulted and the work of the combined system of the automatic rotation frequency control of the electric unit with a drive from a tractor diesel of internal combustion engine as well as its theoretical are described. Analytical expressions are presented to determine the correcting dynamic links values that provide boosted static and dynamic indicators of combined system transients.*

***Key words:** a diesel engine, an electric unit, a rotation frequency meter, a load meter, a reception unit, differentiation and summation of regulating impulses, a hydraulic damper, closed bellows-sealed transmission.*

УДК 631.354.004

В.Ф. Понеділок, А.М. Божок, доценти ПДАТУ

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ФОРМИ І РОЗРАХУНОК КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ БУНКЕРА ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА

Вказано на недоліки в конструкції бункерів зернозбиральних комбайнів вітчизняного виробництва і запропоновано бункер з циклоїдним профілем його днища, використання якого дозволить підвищити ефективність експлуатації збирального агрегату. Виконано дослідження з метою оптимізації профілю днища бункера та вибору оптимальних габаритних розмірів і параметрів конструкції.

***Ключові слова:** бункер, зернозбиральний комбайн, профіль, циклоїда, днище, конструкція, матеріалоемність, огорожувальна поверхня, оптимізація, габаритні розміри, параметри.*

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Ефективність експлуатації зернозбиральних комбайнів значною мірою залежить від надійності неперервної роботи усіх його вузлів та механізмів, в тому числі від швидкості, а отже, і часу розвантаження їх бункерів. Однак бункери, що використовуються

на вітчизняних комбайнах, мають неоптимальну форму днища. Це призводить до того, що під час його розвантаження потік зернової маси по похилому плоскому днищу сповільнюється та відбувається її «заклинювання» між стінками бункера, внаслідок чого вона затримується і несвоєчасно поступає до розвантажувального шнека. У таких випадках іноді доводиться додатково витратити ручну працю, що може спонукати зайві простоювання збирального агрегату і його роботу на холостому режимі. Крім цього, неоптимальність габаритних розмірів бункера і параметрів конструкції збільшують його матеріалоемність.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Поставлена проблема частково розглядалася у статті [1], в якій виконано огляд конструкцій бункерів зернозбиральних комбайнів. Аналогічна проблема, що стосується конструкції самоскидного кузова транспортного засобу і форми профілю його днища, досліджувалась авторами і за їх результатами отримано авторське свідоцтво на винахід [2], опубліковані статті у профільних наукових збірниках [3, 4], а також започатковано дослідження бункера зернозбирального комбайна у вигляді науково-технічної розробки, рекомендованої для виробництва (Бюл. Хмельницького ЦНТЕІ, присвячений 35-річчю створення факультету механізації і електрифікації сільського господарства ПДАТА, 2001 р.).

Мета дослідження: удосконалити конструкцію бункера зернозбирального комбайна і за рахунок цього мінімізувати час його розвантаження та матеріалоемність шляхом вибору оптимальної форми днища і габаритних розмірів та параметрів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Автори пропонують замінити існуючий профіль ОКМ, що складається з вертикального ОК і похилого відрізка КМ профілю днища бункера [2], дугою ОМ циклоїди з відповідними обмеженнями відносно обраної системи координат xOy (рис. 1).

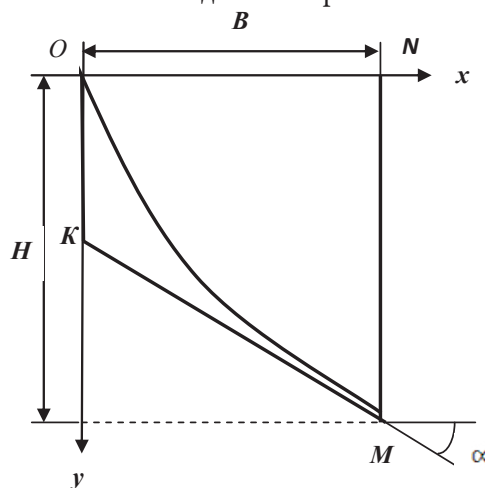


Рис. 1. Схема профілю днища бункера

Виконаємо дослідження руху умовно виділеного елементарного вантажу при розвантаженні бункера у випадках, коли рух відбувається:

- 1) вздовж профілю ОКМ;
- 2) вздовж дуги ОМ кола;
- 3) вздовж дуги ОМ циклоїди.

Вважаємо, що в усіх випадках цей рух здійснюється спонтанно лише під дією сили земного тяжіння та проходить в однакових умовах.

Рівняння руху елементарного вантажу масою m вздовж вертикальної стінки ОК бункера при нульових початкових умовах має вигляд:

$$S = \frac{gt^2}{2}, \quad (1)$$

де S – пройдений шлях;

g – прискорення сили земного тяжіння;

t – час руху.

Враховуючи те, що при заданих обмеженнях $\alpha = 30^\circ$, $B = 1,23 r$ і $H = 1,5 r$, де r – радіус кола, яке породжує циклоїду, а також залежність

$$S = OK = H - B \cdot tg30^{\circ} = 1,5r - 1,23r \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} = 0,79r,$$

рівняння (1) запишемо у вигляді $0,79r = \frac{gt^2}{2}$, звідки одержуємо відносний час руху

$$t_1 = 1,26 \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (2)$$

Диференціальне рівняння руху цього ж вантажу вздовж похилого днища бункера (рис. 2,а), заданого профілем KM , має вигляд

$$m \cdot \frac{d^2s}{dt^2} = mg \cdot \sin\alpha - F, \quad (3)$$

де F – сила тертя між вантажем і поверхнею похилого днища;

α – кут між площиною днища і горизонтальною площиною.

Оскільки $F = f \cdot N = fmg \cdot \cos\alpha$, де f – коефіцієнт тертя між вантажем і поверхнею днища, N – нормальна реакція на вантаж з боку днища, то рівняння (3) зведемо до вигляду:

$$\frac{d^2s}{dt^2} = g(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha). \quad (4)$$

Проінтегрувавши рівняння (4) з урахуванням початкових умов

$$S(0) = 0; S'(0) = 1,26 \sqrt{rg},$$

одержимо закон руху елементарного вантажу вздовж шляху KM :

$$S = \frac{g}{2}(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)t^2 + 1,26\sqrt{rg} \cdot t. \quad (5)$$

Пройдений елементарним вантажем шлях вздовж похилого плоского днища з профілем KM становить

$$S = \frac{B}{\cos 30^{\circ}} = \frac{2 \cdot 1,23r}{\sqrt{3}} = 1,42r,$$

тому рівність (5) набере вигляду:

$$1,42r = \frac{g}{2}(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)t^2 + 1,26\sqrt{rg} \cdot t,$$

звідки слідує рівняння

$$(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)gt^2 + 2,52\sqrt{rg} \cdot t - 2,84r = 0. \quad (6)$$

Розв'язавши рівняння (6) відносно змінної t , одержуємо час руху елементарного вантажу вздовж похилого плоского днища з профілем KM :

$$t_2 = \frac{\sqrt{6,35 + 11,36(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)} - 2,52}{2(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (7)$$

Сумарний час $t_{\text{пр}}$ руху вантажу вздовж профілю OKM від точки O до точки M з урахуванням залежностей (2) і (7) буде:

$$t_{\text{пр}} = \left(1,26 + \frac{\sqrt{6,35 + 11,36(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)} - 2,52}{2(\sin\alpha - f \cdot \cos\alpha)} \right) \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (8)$$

Оскільки $\alpha = 30^{\circ}$, рівність (8) запишемо у вигляді:

$$t_{\text{пр}} = \left(1,26 + \frac{\sqrt{12 - 9,88f - 2,52}}{2(0,5 - 0,87f)} \right) \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (9)$$

Легко переконатись у тому, що формула (9) справедлива при будь-яких значеннях коефіцієнта тертя, за винятком $f = 0,57$.

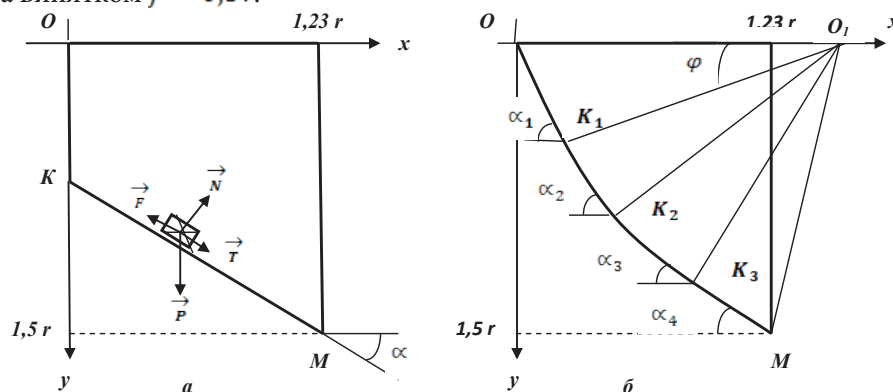


Рис. 2. До визначення часу руху елементарного вантажу:

а) по плоскому днищу бункера вздовж профілю OKM ; б) по криволінійному днищу бункера вздовж профілю $OK_1K_2K_3M$

Розглянемо рух цього елементарного вантажу вздовж криволінійного днища бункера, яке має профіль у вигляді дуги OM кола (рис. 2, б). Диференціальне рівняння руху також має вигляд (4), однак у цьому випадку кут α – змінний і його величина залежить від положення вантажу на траєкторії руху.

Для розв'язання рівняння (4) виконаємо кусково-лінійну апроксимацію траєкторії руху, розділивши дугу OM кола на чотири однакові частини і замінивши її ламаною $OK_1K_2K_3M$ (рис. 2, б). Центр кола O_1 лежить на осі Ox , оскільки вісь Oy у початку координат має бути дотичною до кола. Радіус цього кола визначимо за допомогою його рівняння $(x - R)^2 + y^2 = R^2$ при умові, що коло проходить через точку M . Одержимо залежність

$$(1,23r - R)^2 + (1,5r)^2 = R^2. \quad (10)$$

Розв'язавши рівняння (10) відносно R , одержуємо шукане значення радіуса кола $R = 1,53r$. Довжину дуги OM кола обчислимо за формулою [5]:

$$l = \int_0^{1,23r} \sqrt{1 + (y')^2} dx. \quad (11)$$

Продиференціювавши рівняння кола $(x - 1,53r)^2 + (y)^2 = (1,53r)^2$ по змінній x та розв'язавши одержану рівність відносно похідної, матимемо

$$y' = \frac{1,53r - x}{y}, \text{ тоді } 1 + (y')^2 = \frac{(1,53r)^2}{\sqrt{(1,53r)^2 - (x - 1,53r)^2}^2} \text{ і, нарешті,} \\ \sqrt{1 + (y')^2} = \frac{1,53r}{\sqrt{(1,53r)^2 - (x - 1,53r)^2}}. \quad (12)$$

Використовуючи формули (11) і (12), одержимо:

$$|\vec{OM}| = \int_0^{1,23r} \frac{1,53r}{\sqrt{(1,53r)^2 - (x - 1,53r)^2}} dx = 2,1r. \quad (13)$$

Тоді з урахуванням рівності (13) матимемо

$$|\vec{OK}_1| = |\vec{K}_1\vec{K}_2| = |\vec{K}_2\vec{K}_3| = |\vec{K}_3\vec{M}| = \frac{2,1r}{4} = 0,525r. \quad (14)$$

Величина кута φ в градусах з урахуванням залежностей (14) визначиться з рівності

$$\varphi = \frac{0,525r}{1,53r} \cdot \frac{180^\circ}{\pi} = 19,6^\circ. \quad (15)$$

На підставі відомих геометричних залежностей визначаємо значення кутів:

$$\alpha_1 = \frac{180^\circ - 19,6^\circ}{2} = 80,2^\circ, \quad \alpha_2 = 80,2^\circ - 19,6^\circ = 60,6^\circ, \quad \alpha_3 = 60,6^\circ - 19,6^\circ = \\ = 41^\circ, \quad \alpha_4 = 41^\circ - 19,6^\circ = 21,4^\circ. \quad (16)$$

Диференціальне рівняння (4) руху елементарного вантажу вздовж профілю OK_1 має вигляд:

$$\frac{d^2S}{dt^2} = g(\sin \alpha_1 - f \cdot \cos \alpha_1). \quad (17)$$

Проінтегрувавши рівняння (17) з урахуванням початкових умов $S(0) = 0$ і $S'(0) = 0$, одержимо закон руху вздовж профілю OK_1

$$S = \frac{g}{2} (\sin \alpha_1 - f \cdot \cos \alpha_1) t^2. \quad (18)$$

Оскільки $S = OK_1 = \sqrt{2 \cdot (1,53r)^2 - 2 \cdot (1,53r)^2 \cos 19,6^\circ} = 0,52r$ і $\alpha_1 = 80,2^\circ$, то рівняння (18) набере вигляду:

$$0,52r = \frac{g}{2} (\sin 80,2^\circ - f \cos 80,2^\circ) t^2, \text{ або } 0,52r = \frac{g}{2} (0,98 - 0,17f) t^2. \quad (19)$$

Із рівності (19) визначаємо час руху вантажу вздовж профілю OK_1 :

$$t_{1 \text{ кола}} = \frac{1}{a} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}, \quad (20)$$

де $a = \sqrt{0,98 - 0,17f}$.

Для профілю K_1K_2 закон руху, з урахуванням початкових умов $S(0) = 0$, $S'(0) = a\sqrt{rg}$ і значення $\alpha_2 = 60,6^\circ$, має вигляд:

$$S = \frac{bg}{2} t^2 + a\sqrt{rg}t, \quad (21)$$

де $b = 0,87 - 0,49f$.

Врахувавши, що $S = 0,52r$, рівняння (21) представимо так:

$$\frac{bg}{2} t^2 + a\sqrt{rg}t - 0,52r = 0. \quad (22)$$

Із рівняння (22) визначаємо час руху елементарного вантажу вздовж профілю K_1K_2 :

$$t_{2 \text{ кола}} = \frac{\sqrt{a^2+b}-a}{b} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (23)$$

Для профілю K_2K_3 закон руху, з урахуванням початкових умов $S(0) = 0$, $S'(0) = \sqrt{(a^2+b)rg}$ і значення $\alpha_3 = 41^\circ$, має вигляд:

$$S = \frac{cg}{2}t^2 + \sqrt{(a^2+b)rg}t, \quad (24)$$

де $c = 0,66 - 0,75f$.

Із рівняння (24) визначаємо час руху елементарного вантажу вздовж профілю K_2K_3 :

$$t_{3 \text{ кола}} = \frac{\sqrt{a^2+b+c}-\sqrt{a^2+b}}{c} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (25)$$

Для профілю K_3M закон руху, з урахуванням початкових умов $S(0) = 0$, $S'(0) = \sqrt{(a^2+b+c)rg}$ і значення $\alpha_4 = 21,4^\circ$, має вигляд:

$$S = \frac{dg}{2}t^2 + \sqrt{(a^2+b+c)rg} \cdot t, \quad (26)$$

де $d = 0,36 - 0,93f$.

Час руху елементарного вантажу вздовж профілю K_3M визначається з рівняння (26):

$$t_{4 \text{ кола}} = \frac{\sqrt{a^2+b+c+d}-\sqrt{a^2+b+c}}{d} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (27)$$

Сумарний час руху елементарного вантажу по днищу бункера вздовж дуги кола OM з урахуванням залежностей (20), (23), (25) і (27) виразиться так:

$$t_{\text{кола}} = \left(\frac{1}{a} + \frac{\sqrt{a^2+b}-a}{b} + \frac{\sqrt{a^2+b+c}-\sqrt{a^2+b}}{c} + \frac{\sqrt{a^2+b+c+d}-\sqrt{a^2+b+c}}{d} \right) \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (28)$$

Нехай тепер OM – дуга циклоїди (рис. 2, б), яка визначається рівняннями:

$$x = r(\varphi - \sin\varphi), \quad y = r(1 - \cos\varphi), \quad 0 \leq \varphi \leq 120^\circ. \quad (29)$$

Поступаємо аналогічно як і у попередньому випадку, обчисливши попередньо на основі відомої властивості циклоїди значення кутів: $\alpha_1 = 70^\circ$, $\alpha_2 = 55^\circ$, $\alpha_3 = 43^\circ$ і $\alpha_4 = 35^\circ$.

Довжину дуги OM циклоїди обчислимо за формулою [5]:

$$l = \int_0^{\varphi_0} \sqrt{(x')^2 + (y')^2} d\varphi. \quad (30)$$

У нашому випадку $x' = r(1 - \cos\varphi)$, $y' = r\sin\varphi$,

тоді $\sqrt{(x')^2 + (y')^2} = 2r \cdot \sin\frac{\varphi}{2}$ і за формулою (30) одержимо:

$$|\vec{OM}| = 2r \int_0^{\frac{2\pi}{3}} \sin\frac{\varphi}{2} \cdot d\varphi = 2r. \quad (31)$$

Використовуючи результат (31), можемо записати

$$|\vec{OK}_1| = |\vec{K}_1\vec{K}_2| = |\vec{K}_2\vec{K}_3| = |\vec{K}_3\vec{M}| = \frac{2r}{4} = 0,5r. \quad (32)$$

Закон руху елементарного вантажу по днищу бункера вздовж профілю OK_1 , згідно з (18), має вигляд:

$$S = \frac{g}{2}(\sin\alpha_1 - f \cdot \cos\alpha_1)t^2.$$

Підставивши в це рівняння значення $\alpha_1 = 70^\circ$, одержимо

$$S = \frac{g}{2}(0,94 - 0,34f)t^2. \quad (33)$$

Із рівняння (33) з урахуванням (31) визначаємо час руху елементарного вантажу вздовж профілю OK_1 циклоїди:

$$t_{1 \text{ цикл.}} = \frac{1}{m} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}, \quad (34)$$

де $m = \sqrt{0,94 - 0,34f}$.

Для профілю K_1K_2 закон руху, з урахуванням початкових умов $S(0) = 0$, $S'(0) = m\sqrt{rg}$ і значення $\alpha_2 = 55^\circ$, має вигляд:

$$S = \frac{ng}{2}t^2 + m\sqrt{rg}t, \quad (35)$$

де $n = 0,82 - 0,57f$.

Із рівняння (35) визначаємо час руху елементарного вантажу вздовж профілю K_1K_2 циклоїди:

$$t_{2 \text{ цикл.}} = \frac{\sqrt{m^2+n}-m}{n} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (36)$$

Для профілю K_2, K_3 закон руху, з урахуванням початкових умов $S(0) = 0, S'(0) = \sqrt{(m^2+n)rg}$ і значення $\alpha_3 = 43^\circ$, має вигляд:

$$S = \frac{pg}{2} t^2 + \sqrt{(m^2+n)rg} t, \quad (37)$$

де $p = 0,68 - 0,73f$.

Із рівняння (37) визначаємо час руху елементарного вантажу вздовж профілю K_2, K_3 :

$$t_{3 \text{ цикл.}} = \frac{\sqrt{m^2+n+p}-\sqrt{m^2+n}}{p} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (38)$$

Для профілю K_3, M закон руху, з урахуванням початкових умов $S(0) = 0, S'(0) = \sqrt{(m^2+n+p)rg}$ і значення $\alpha_4 = 35^\circ$, має вигляд:

$$S = \frac{qg}{2} t^2 + \sqrt{(m^2+n+p)rg} \cdot t, \quad (39)$$

де $q = 0,57 - 0,82f$.

Час руху елементарного вантажу вздовж профілю K_3, M визначається з рівняння (39):

$$t_{4 \text{ цикл.}} = \frac{\sqrt{m^2+n+p+q}-\sqrt{m^2+n+p}}{q} \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (40)$$

Сумарний час руху елементарного вантажу по днищу бункера вздовж дуги кола циклоїди OM з урахуванням залежностей (34), (36), (38) і (40) виразиться так:

$$t_{\text{цикл.}} = \left(\frac{1}{m} + \frac{\sqrt{m^2+n}-m}{n} + \frac{\sqrt{m^2+n+p}-\sqrt{m^2+n}}{p} + \frac{\sqrt{m^2+n+p+q}-\sqrt{m^2+n+p}}{q} \right) \cdot \sqrt{\frac{r}{g}}. \quad (41)$$

Обчислимо за формулами (9), (28) і (41) умовні значення часу $t_{\text{пр}}$, $t_{\text{кола}}$ і $t_{\text{цикл.}}$ при деяких значеннях коефіцієнта тертя f , поклавши для зручності $\sqrt{\frac{r}{g}} = 1$. Отримані результати занесемо в таблицю.

Таблиця

Залежність умовного часу руху елементарного вантажу по днищу бункера від його форми і коефіцієнта тертя

f	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
$t_{\text{пр}}$	2,20	2,79	3,49	3,53	3,59	3,64	3,65	3,67	3,69	3,84	3,91
$t_{\text{кола}}$	2,14	2,20	2,26	2,34	2,41	2,50	2,59	2,71	2,91	3,06	3,25
$t_{\text{цикл}}$	2,11	2,17	2,22	2,29	2,36	2,43	2,52	2,63	2,74	2,88	3,06

Аналіз даних таблиці показує, що найбільший час для проходження елементарним вантажем траєкторії OM по днищу бункера потрібний для випадку плоского днища (вздовж ламаної OKM). Для профілю днища у вигляді дуги кола цей час зменшується. Проте найменше значення він має у випадку, коли профіль днища циклоїдний, причому це характерно для всіх наведених значень коефіцієнта тертя f .

Вияснимо залежність між габаритними розмірами B , H і L (рис. 1), де L – довжина бункера з циклоїдним днищем, при якій площа його огорожувальної поверхні при заданому об'ємі V , а отже, і матеріалоемність, буде найменшою.

Площа поверхні огороження бункера виражається загальною рівністю

$$S = 2S_{OMN} + S_{\text{цикл.}} + S_{\text{б}}, \quad (42)$$

де S_{OMN} – площа передньої і задньої вертикальної стінки бункера;

$S_{\text{цикл.}}$ – площа циклоїдного днища;

$S_{\text{б}}$ – площа бічної вертикальної стінки бункера.

Оскільки $S_{OMN} = \int_0^{\frac{2\pi}{3}} r(1 - \cos\varphi) \cdot r(1 - \cos\varphi) d\varphi = 1,19r^2$, $S_{\text{цикл.}} = 2rL$ і $S_{\text{б}} = H \cdot L = 1,5r \cdot$, то рівність (42) матиме вигляд:

$$S = 2,38r^2 + 3,5rL. \quad (43)$$

Заданий об'єм V бункера виражається залежністю $V = 1,19r^2L$, з якої слідує, що $L = \frac{0,84V}{r^2}$. Враховуючи вираз для L , рівність (43) запишемо так:

$$S = 2,38r^2 + \frac{2,94V}{r}. \quad (44)$$

Диференціюючи рівність (44) по змінній r , одержимо:

$$\frac{dS}{dr} = 4,76r - \frac{2,94V}{r^2} = \frac{4,76r^3 - 2,94V}{r^2}.$$

Прирівнюючи знайдену похідну до нуля, одержимо рівняння

$$4,76r^3 - 2,94V = 0,$$

з якого знаходимо $r = 0,85 \cdot \sqrt[3]{V}$. Легко переконатись у тому, що при такому значенні r функція S досягає мінімуму. Це означає, що оптимальними будуть такі габаритні розміри бункера:

$$B = 1,05 \cdot \sqrt[3]{V}; \quad H = 1,28 \cdot \sqrt[3]{V}; \quad L = 0,84 \cdot \sqrt[3]{V}. \quad (45)$$

Із співвідношень (45) можна отримати такі залежності:

$$B = 1,05 \cdot \sqrt[3]{V}; \quad H = 1,22 \cdot B; \quad L = 0,80 \cdot B. \quad (46)$$

Висновки. Використання бункера зернозбирального комбайна з циклоїдним днищем і габаритними розмірами, які визначаються за формулами (45) і (46), дозволить покращити умови і скоротити час розвантаження, а також зменшити до 10% матеріалоемність конструкції, що зведе до мінімуму непродуктивні витрати пального, робочого часу, ручної праці і в цілому дасть позитивний економічний ефект.

Список використаних джерел

1. Шимко Л.С. Огляд конструкцій бункерів зернозбиральних комбайнів //Л.С. Шимко. //Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: – 2007. – Вип. 115. – С. 193-197.
2. Авторское свидетельство СССР № 1521631. Самосвальный кузов транспортного средства. // В.Ф. Понедилок, А.М. Божок, Л.Д. Вовк и др. Заявл. 27.07. 1989; опубл.15.11. 1989. – Бюл. № 42.
3. Понедилок В.Ф., Божок А.М., Клевцов Н.Н. Выбор оптимальной формы и обоснование конструктивных параметров самосвального кузова тракторного прицепа / В.Ф. Понедилок, А.М. Божок, Н.Н. Клевцов. //Республиканский межведомственный научно-технический сборник «Конструирование и технология производства сельскохозяйственных машин. – К.: Техника, 1991. – С. 64-67.
4. Понеділок В.Ф., Божок А.М. Двосхилий самоскидний кузов транспортного засобу. / В.Ф. Понеділок, А.М. Божок. // Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Стратегічні питання світової науки-2007», том 6. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2007. – С. 32-35.
5. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике: Изд. 10-е. – М.: Наука, 1972. – 794 с.

Аннотація. Указаны недостатки в конструкции бункеров зерноуборочных комбайнов и предложен бункер с циклоидным профилем его днища, использование которого позволит повысить эффективность эксплуатации уборочного агрегата. Выполнены исследования с целью оптимизации профиля днища бункера и выбора оптимальных габаритных размеров и параметров конструкции.

Ключевые слова: бункер, зерноуборочный комбайн, профиль, циклоида, днище, конструкция, материалоемкость, ограждающая поверхность, оптимизация, габаритные размеры, параметры.

Abstract. Are deficiencies in the design of silos and grain harvesters offered cycloid profile hopper with its floor, the use of which will improve the efficiency of operation of the harvesting machine. The studies to optimize the profile of the bottom of the hopper and the selection of optimal dimensions and design parameters.

Keywords: tank, combine harvester, Profile, cycloid, bottom, design, materials, protects the surface, optimization, dimensions, parameters.