

*In the course of further research it is proposed to consider dynamic loads separately from each other. This is due to the fact that the frequency of the corresponding pendulum oscillation of the payload and the trolley relative to the rope drum varies considerably. The maximum forces in the haul cable from the pendulum oscillations of the payload and the fluctuations of the trolley relative to the rope drum have been calculated. As a result of the obtained results analysis, the value of the dissipation factor of the cable-damping system has been determined. Its value provides aperiodic oscillations of the trolley relative to rope drum.*

*Determination of maximum forces in the haul cable has been carried out on example of four tower cranes: KB-674, 200 EC-H 10 Liebherr, MTD 128 Potain, 5 LC5010 5t LINDEN COMANSA. In order to establish the adequacy of the obtained analytical results they have been compared with data of numerical integration of the movement equations of the derricking mechanism of tower crane KB-674.*

**Key words:** *tower crane, derricking mechanism, payload, haul cable, partial frequencies, oscillations, dynamic loads, dissipation factor*

УДК 631.331

## **ВИЗНАЧЕННЯ СИЛИ ПРИСМОКТУВАННЯ НАСІНИНИ ДО КОМІРЧИНИ ВИСІВНОГО ЕЛЕМЕНТА З НАХИЛЕНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ, ЩО РУХАЄТЬСЯ ВГОРУ**

***М. С. Шведик, кандидат технічних наук  
ORCID 0000-0002-7991-5603***

***Ю. Л. Гунько, кандидат технічних наук  
ORCID 0000-0002-1441-9625***

***Луцький національний технічний університет  
В. В. Теслюк, доктор сільськогосподарських наук  
ORCID 0000-0002-9233-6518***

***Національний університет біоресурсів і  
природокористування України  
e-mail: Shvedykms.@gmail.com***

**Анотація.** *Стаття приурочена дослідженню пневматичного апарата централізованого висіву дискового типу з нахиленою віссю обертання, у якого комірки для висіву насіння розміщені концентрично на нижній основі диска. При цьому значення сили*

© М. С. Шведик, Ю. Л. Гунько, В. В. Теслюк, 2018

*присмоктування насінини до комірчини в крайніх точках, що лежать на горизонтальному діаметрі диска під час його руху по колу в площині нахилений під кутом до горизонту з нижнього положення у верхнє і навпаки, має різне значення.*

*У статті наведено схему сил, що діють на насінину в момент її руху з нижнього положення у верхнє і складено умову рівноваги цих сил. З схеми видно, що під час обертання висівного елемента різко зростає навантаження на задню штовхаючу стінку комірчини під дією якої насінина притискується до стінки комірчини, в той час як передній може перебувати без навантаження. В такому випадку виникає не стійке положення і передній кінець насінини відірветься від комірчини. Як наслідок під тиском інших насінин вона може повністю відірватись і виштовхнутись з комірчини. Щоб цього не сталося у пневматичних висівних апаратах насіння утримується в комірчинах за рахунок присмоктувальної сили.*

*Щоб визначити значення сили присмоктування насінини до комірчини, що рухається з нижнього положення у верхнє, у статті розглянуто схему сил, що діють на насінину саме в цей момент і складено умову рівноваги цих сил. На основі цієї схеми отримано аналітичну залежність сили присмоктування насінини до комірчини висівного елемента з нахиленою віссю обертання, як від конструктивно-технологічних параметрів ( $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $R$ ,  $\omega$ ,  $h$ ) висівного елемента, так і фізико-механічних властивостей ( $m$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $f$ ,  $\varepsilon$ ,  $\rho$ ) самого насіння. Отримана залежність дає можливість визначити значення сили присмоктування насіння до комірок призначених для обслуговування правосторонньої групи сошників сівалки.*

**Ключові слова:** *висівний елемент, нахилена вісь, комірча, насінина, зерновий шар, тиск, бічний тиск, сила, лобовий опір, тертя, присмоктування*

**Постановка проблеми.** Одним з шляхів підвищення врожайності зернових колосових культур є впровадження точного висіву насіння [1]. Для його реалізації запропоновано різні конструкції пневматичних апаратів з централізованим висівом. Принцип роботи таких апаратів ґрунтується на присмоктуванні насіння до комірчин висівного елемента, всередині якого створюється розрідження [2]. Як правило насіння присмоктується в зоні забору і виноситься в зону висіву в якій присмоктувальні канали перекриваються, вакуум в комірках зникає і насіння випадає в насіннепроводи, і далі транспортується до сошників. Перевагою таких апаратів є те, що установка по середині сівалки одного або двох апаратів може забезпечити подачу насіння до групи сошників, сумарна ширина

захвату яких перевищує ширину захвату самого апарата в кілька разів.

Серед таких апаратів заслуговує уваги пневматичний апарат з нахиленою віссю обертання висівного елемента [3], що дає можливість здійснювати одночасний висів насіння в три групи сошників розміщених з лівої і правої сторони сівалки та по її центру. Таке конструктивне рішення забезпечує зручний і легкий доступ до насіннепроводів розміщених в зоні розвантаження комірок висівного елемента під час його обслуговування. Однак в літературних джерелах не наводяться результати з їх досліджень, зокрема з визначення як глибини розрідження всередині висівного елемента, так і сили присмокування насінини до комірки висівного елемента, за значенням якої і визначається необхідна глибина розрідження в будь якому висівному апараті. Оскільки умови для переміщення насінини в зерновому шарі з нижнього положення у верхнє відрізняються від умов її переміщення по колу, то очевидно, що і сили присмокування насінини до комірки під час її руху вгору, тобто під кутом до горизонту, також будуть значно відрізнятись. Тому теоретичні засади для визначення сили присмокування будуть іншими і їх необхідно визначити саме для тих умов, коли насінини переміщується з нижнього положення у верхнє.

**Аналіз останніх досліджень.** Аналіз літературних джерел приурочених питанням теорії пневматичних висівних апаратів [2, 4] показує, що вони є достатньо вивчені. Однак всі теоретичні положення, що стосуються присмокуванню насінини до комірки, ґрунтуються на переміщенні насінини по колу розміщеному у вертикальній або у горизонтальній площинах і не можуть бути в повній мірі застосовані до визначення сили присмокування насінини до комірки, яка рухається по колу розміщеному в площині нахиленій під кутом у до горизонту.

**Метою досліджень** є проведення аналізу сил, що діють на насінину під час її переміщення під кутом до горизонту з нижнього положення у верхнє і на основі рівноваги сил визначити силу присмокування до комірки висівного елемента з нахиленою віссю обертання.

**Результати досліджень.** Для того щоб визначити значення сили присмокування насінини до комірки, що рухається по колу в площині нахиленій під кутом до горизонту з нижнього положення у верхнє, необхідно розглянути схему сил, що діють на насінину саме в цей момент і скласти умову рівноваги цих сил, з якої можна буде отримати відповідну аналітичну залежність. На рис. 1 наведено фрагмент висівного елемента з нахиленою під кутом у віссю

обертання на якому в розрізі зображено комірчину з розміщеною в ній насінною під час руху вгору.

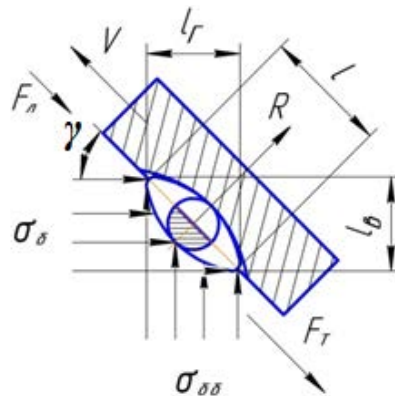


Рис. 1. Фрагмент комірчини висівного елемента з нахиленою віссю обертання і розміщеною в ній насінною, яка розміщена на нижній основі (торці) під час руху вгору.

За результатами наших досліджень [5] значення цих сил визначаються за формулами:

$$T = \frac{1}{2} \pi \cdot r \cdot l \cdot \varepsilon \cdot n \cdot K_D \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \sin \gamma, \quad (1)$$

$$Q = \frac{1}{2} \pi \cdot r \cdot l \cdot \varepsilon^2 \cdot n \cdot K_D \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \cos \gamma, \quad (2)$$

$$R = \sqrt{T + Q} = \frac{1}{2} \pi \cdot r \cdot l \cdot \varepsilon \cdot n \cdot K_D \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \sqrt{\sin^2 \gamma + \varepsilon^2 \cdot \cos^2 \gamma} \quad (3)$$

де:  $\pi = 3,14$ ;  $r$  – половина ширина насінини;  $l$  – довжина насінини;  $\xi'$  – коефіцієнт бічного розпирання;  $n'$  – коефіцієнт, що враховує вертикальні сили тертя насіння об стінки бункера (коефіцієнт зависання); для неглибокого бункера  $n' = 1$ ;  $K_D$  – поправний коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження;  $\rho$  – насипна щільність насіння;  $g$  – прискорення вільного падіння;  $h$  – глибина розміщення точки прикладання тиску під шаром насіння.

Для того, щоб в'яснити дію всіх сил на насінину, виділимо фрагмент диска з комірчиною і розміщеною в ній насінною. При цьому вважаємо, що центр комірчини і насінини співпадають і лежать на прямій, яка проходить вздовж нижньої поверхні диска. Проведемо через спільний центр насінини і комірчини систему координат XYZ, рис. 2 і покажемо напрям дії вищезазначених сил. При цьому з метою спрощення побудови схеми вважаємо, що вісь X направлена перпендикулярно до площини малюнка. Під час обертання висівного елемента різко зростає навантаження на задню штовхаючу стінку комірчини під дією якого виникає рівна за величиною але протилежно направлена нормальна сила  $N$ .

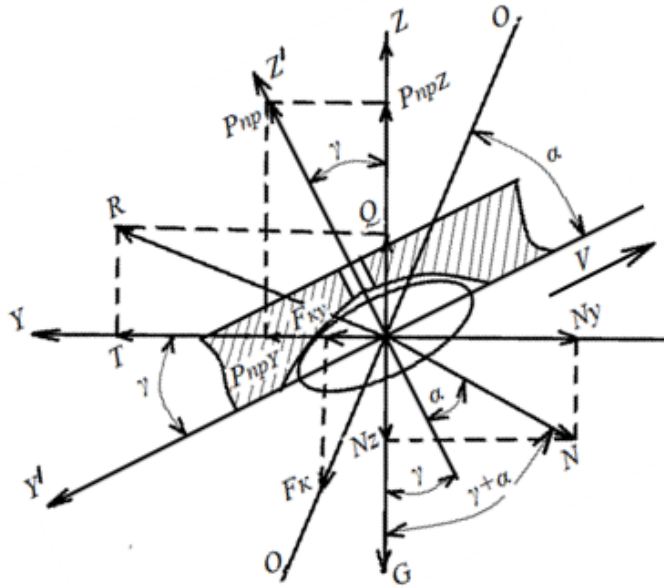


Рис. 2. Схема сил, що діють на насінину розміщену в комірчині висівного елемента з нахиленою віссю обертання під час руху вгору.

Ця сила для напівсферичної комірчини за даними [6] направлена під кутом  $\alpha$  до перпендикуляра опущеного до хорди, що стягує кінцеві точки комірчини. Оскільки задній кінець насінини постійно притискується до стінки комірчини, в той час як передній може перебувати без навантаження, то в такому випадку виникає не стійке положення і передній кінець насінини відірветься від комірчини. Як наслідок під тиском інших насінин вона може повністю відірватись і виштовхнутись з комірчини. При цьому сила ваги  $G$ , яка діє вниз вздовж осі  $Z$ , також намагається її відірвати від комірчини. Це є однією з причин, які призводять до висіву з пропуском, тобто за час повороту висівного елемента і проходження ним зони заповнення, комірчина виявиться без насінини. Щоб цього не сталося у пневматичних висівних апаратах насіння утримується в комірчинах за рахунок присмоктувальної сили. Цю силу можна визначити з умови рівноваги сил, що діють на насінину. Для цього розкладемо силу присмокування, яку позначимо символом  $P_{PP}$ , на дві складові – горизонтальну  $P_{PP \gamma}$  і вертикальну  $P_{PP Z}$  та визначимо їх значення. Напрямок дії присмоктувальної сили (рис.2) завжди співпадає з напрямком присмокту вального каналу комірчини, а оскільки присмоктувальний канал комірчини виконано перпендикулярно до основи висівного елемента нахиленого під кутом  $\gamma$ , то на основі взаємоперпендикулярності сторін трикутників видно, що:

$$P_{PP Z} = P_{PP} \cdot \cos \gamma, \quad (4)$$

$$P_{PP \gamma} = P_{PP} \cdot \sin \gamma. \quad (5)$$

Аналогічним чином розкладемо нормальну силу  $N$  також на дві складові – горизонтальну  $N_Y$  і вертикальну  $N_Z$  і визначимо їх значення:

$$N_Y = N \cdot \sin(\gamma + \alpha), \quad (6)$$

$$N_Z = N \cdot \cos(\gamma + \alpha). \quad (7)$$

Рівнодійна  $R$  сил  $T$  і  $Q$  під час переміщення насінини заднім кінцем по стінці комірчини викликає силу тертя  $F_K$ , яка діє по прямій  $O-O$  відхиленій від осі  $Y$  на кут  $\alpha$ :

$$F_K = f \cdot R, \quad (8)$$

де:  $f$  – кут тертя насінини об стінку комірчини.

З рис. 2 видно, що проекцію  $F_{KY}$  сили  $F_K$  на вісь  $Y$  можна визначити за формулою:

$$F_{KY} = F_K \cdot \cos(\gamma + \alpha), \quad (9)$$

яка з врахуванням виразів (8) і (3) набуде вигляду:

$$F_{KY} = \frac{1}{2} f \cdot \pi \cdot r \cdot l \cdot \varepsilon \cdot n \cdot K_D \cdot \rho \cdot g \cdot h \cdot \sqrt{\sin^2 \gamma + \varepsilon^2 \cdot \cos^2 \gamma}. \quad (10)$$

Вздовж осі  $X$  діє відцентрова сила  $P_{ВД}$ , яка намагається виштовхнути насінину з комірчини, їй протидіє сила лобового опору, яка визначається за формулою [5]:

$$P_D = P_B = \frac{1}{2} \pi \cdot r^2 \cdot \varepsilon \cdot n \cdot K_D \cdot \rho \cdot g \cdot h. \quad (11)$$

Таким чином всі сили, які діють на насінину по осях координатної системи  $XYZ$  визначені, то умову рівноваги сил можна записати наступним чином:

$$\begin{aligned} \sum P(x) = 0; \quad -P_{ВД} + P_B = 0; \quad \sum P(y) = 0; \quad T + F_{KY} - N_Y + P_{PPY} = 0; \\ \sum P(z) = 0; \quad P_{PPZ} + Q - N_Z - G = 0. \end{aligned}$$

З урахуванням останніх рівнянь та виразів (4), (5), (6) і (7) умову рівноваги сил можна записати у вигляді системи трьох рівнянь:

$$\begin{cases} -P_{ВД} + P_B = 0; \\ P_{PP} \cdot \sin \gamma + T + F_{KY} - N \cdot \sin(\gamma + \alpha) = 0; \\ P_{PP} \cdot \cos \gamma + Q - N \cdot \cos(\gamma + \alpha) - G = 0. \end{cases}$$

Друге рівняння даної системи можна записати в такому вигляді:

$$N = \frac{P_{PP} \cdot \sin \gamma + T + F_{KY}}{\sin(\gamma + \alpha)}, \quad (11)$$

і підставивши в третє рівняння замість  $N$  вираз (1) прийдемо до системи з двома рівняннями і одним невідомим:

$$\begin{cases} -P_{ВД} + P_B = 0; \\ P_{PP} \cdot \cos \gamma + Q - G - \frac{P_{PP} \cdot \sin \gamma + T + F_{KY}}{\sin(\gamma + \alpha)} \cdot \cos(\gamma + \alpha) = 0. \end{cases}$$

Прирівнюючи між собою дані рівняння після деяких спрощень і перетворень отримаємо рівняння:

$$P_{\text{ПР}} \cdot [\cos \gamma - \sin \gamma \cdot \text{ctg}(\gamma + \alpha)] + Q - G - (T + F_{\text{КХ}}) \cdot \text{ctg}(\gamma + \alpha) = -P_{\text{ВД}} + P_{\text{Б}}$$

з якого знайдемо, що

$$P_{\text{ПР}} = \frac{1}{\cos \gamma - \sin \gamma \cdot \text{ctg}(\gamma + \alpha)} \cdot [-P_{\text{ВД}} + P_{\text{Б}} - Q + G + (T + F_{\text{КХ}}) \cdot \text{ctg}(\gamma + \alpha)]$$

або підставивши замість  $T$ ,  $Q$ ,  $F_{\text{КХ}}$  і  $P_{\text{Б}}$  вирази (1), (2), (10) і (11) та враховуючи те, що  $P_{\text{ВД}} = m\omega^2 R$ , а  $G = mg$ , після деяких спрощень отримаємо залежність сили присмокування насінини до комірочки під час її переміщення з нижнього положення у верхнє від конструктивно-технологічних параметрів висівного апарата з нахиленою віссю обертання:

$$P_{\text{ПР}} = \frac{1}{\cos \gamma - \sin \gamma \cdot \text{ctg}(\gamma + \alpha)} \cdot \left\{ \begin{array}{l} mg - m\omega^2 R + \\ + \frac{1}{2} \cdot \pi \cdot r \cdot l \cdot \varepsilon \cdot n \cdot K_{\text{Д}} \cdot \rho \cdot g \cdot h \times \\ \times \left[ \frac{r}{l} - \varepsilon \cdot \cos \gamma + [\sin \gamma + f \cdot \cos(\gamma + \alpha)] \times \right. \\ \left. \times \sqrt{\sin^2 \gamma + \varepsilon^2 \cdot \cos^2 \gamma} \right] \cdot \text{ctg}(\gamma + \alpha) \end{array} \right\}. \quad (13)$$

Аналіз отриманого виразу показує, що сила присмокування насінини до комірочки висівного елемента з нахиленою віссю обертання під час її переміщення з нижнього положення у верхнє залежить від конструктивних ( $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $R$ ) і технологічних ( $\omega$ ,  $h$ ) параметрів висівного елемента та фізико-механічних ( $m$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $f$ ,  $\varepsilon$ ,  $\rho$ ) властивостей насіння. Тому під час розробки пневматичних висівних апаратів централізованого висіву насіння з нахиленою віссю обертання висівного елемента величину сили присмокування насіння до комірок призначених для обслуговування правосторонньої групи сошників сівалки необхідно визначати з врахуванням зазначених як конструктивно-технологічних параметрів висівного елемента, так і фізико-механічних властивостей самого насіння.

### Висновки

На основі результатів досліджень отримано аналітичну (13) залежність сили присмокування насінини до комірочки висівного елемента з нахиленою віссю обертання під час її переміщення з нижнього положення у верхнє від конструктивно-технологічних параметрів ( $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $R$ ,  $\omega$ ,  $h$ ) висівного елемента та фізико-механічних властивостей ( $m$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $f$ ,  $\varepsilon$ ,  $\rho$ ) насіння і її можна застосовувати до пневматичних апаратів централізованого висіву для визначення необхідної сили присмокування насіння до комірок висівного елемента, що призначені для обслуговування правосторонньої групи сошників сівалки.

Напрямом подальших досліджень може бути дослідження залежності сили присмоктування насінини до комірчини висівного елемента з нахиленою віссю обертання під час її переміщення з верхнього положення у нижнє, що дасть можливість визначити значення необхідної сили присмоктування насіння до комірок висівного елемента призначених для обслуговування лівосторонньої групи сошників сівалки.

### Список літератури

1. *Погорілий Л. В., Шведик М. С.* Обґрунтування агротехнічних вимог щодо точного висіву зерна колосових культур і технічних засобів для його здійснення. Вісник сільськогосподарських науки. 1992. №7. С. 40–44.
2. *Басин В. С., Брей В. В., Погорельий Л. В.* Машины для точного посева пропашных культур: конструирование и расчет. Київ. Техніка. 1987. 151 с.
3. А. с. №1256706 (СССР). Пневматический высевальной аппарат. Иваница С. К., Беляев Е. А., Гусев В. М., Кузнецов Б. Ф. Б.И. №34. С. 198.
4. *Мартиненко С. А., Мащишена Л. Г., Погорельий Л. В., Штыльфус Г. Я., Шумейко В. М.* Пневматические сеялки: конструирование и расчет. Київ. Техніка. 1992. 224 с.
5. *Шведик М. С.* Визначення сил спричинених тиском зернового шару на насінину розміщену в комірчині висівного елемента. Сільськогосподарські машини. Луцьк. Ред.-вид. відділ Луцького НТУ. 2017. С. 162–168.
6. *Погорельий Л. В., Шведик Н. С.* Обоснование параметров пневматического высевальной аппарата для точного посева зерновых культур. Техника в сельском хозяйстве. 1993. № 5-6. С. 16–18.

### References

1. *Pogorely, L. V., Shvetik, M. S.* (1992). Substantiation of agronomic requirements of precision seeding of grain grains of cultures and technical means for its implementation. Bulletin of agricultural Sciences. No 7. 40–44.
2. *Bassin S. V., Brei V. V., Pogorely L. V.* (1987). Machines for precision planting row crops: design and analysis. Kiev. Technique. 151.
3. A.s. No 1256706 USSR. (1987). Pnevmaticheskie wisemouse camera. Ivanjica S. K., Belyaev E. A., Gusev V. M., Kuznetsov B. F. Would. No 34. 198.
4. *Martynenko, S. A., Madisen, L. G., Pogorely, L. V., Stafos, J. G., Shumeiko, V. M.* (1992). Pneumatic drill: designing and calculation. Kiev. Technique. 224.
5. *Shvetik M. S.* (2017). Determination of forces caused by the pressure of the grain layer on the seed placed in the back of a seed element. Agricultural machines. Lutsk. Ed. Department of Lutsk NTU. 162–168.
6. *Pogorely, L. V., Shvetik M. S.* (1993). Substantiation of parameters of pneumatic sowing machine for exact seeding. Equipment in agriculture. 1993. No. 5-6. 16–18.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛЫ ПРИСАСЫВАНИЯ СЕМЯН К ЯЧЕЙКЕ ВЫСЕВАЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА С НАКЛОНЕННОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ, ПРИ ДВИЖЕНИИ ВВЕРХ

*Н. С. Шведик, Ю. Л. Гунько, В. В. Теслюк*

**Аннотация.** *Статья посвящена исследованию пневматического аппарата централизованного высева дискового типа с наклоненной осью вращения, у которого ячейки для высева*



семян размещены концентрически на нижнем основании диска. При этом значение силы присасывания семени к ячейке в крайних точках, лежащих на горизонтальном диаметре диска во время его движения по кругу в плоскости наклонной под углом к горизонту из нижнего положения в верхнее и наоборот, имеет разное значение.

В статье приведена схема сил, действующих на семя в момент ее движения из нижнего положения в верхнее и составлено условие равновесия этих сил. Из схемы видно, что при вращении высевающего элемента резко возрастает нагрузка на заднюю толкающую стенку ячейки под действием которого семя прижимается к стенке ячейки, в то время как передний может находиться без нагрузки. В таком случае возникает не устойчивое положение и передний конец семени оторвется от ячейки. В результате под давлением других семян оно может полностью оторваться и вытолкаться из ячейки. Чтобы этого не произошло в пневматических высевающих аппаратах семена удерживаются в ячейках за счет силы присасывания.

Чтобы определить значение силы присасывания семени в комнату, движущегося из нижнего положения в верхнее, в статье рассмотрены схему сил, действующих на семя именно в этот момент и составлен условие равновесия этих сил. На основе этой схемы получена аналитическая зависимость силы присасывания семян до ячейки высевающего элемента с наклоненной осью вращения, как от конструктивно-технологических параметров ( $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $R$ ,  $\omega$ ,  $h$ ) высевающего элемента, так и физико-механических свойств ( $m$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $f$ ,  $\varepsilon$ ,  $\rho$ ) самих семян. Полученная зависимость позволяет определить значение силы присасывания семян к ячейкам предназначенных для обслуживания правосторонней группы сошников сеялки.

**Ключевые слова:** высегающий элемент, наклоненная ось, ячейка, семя, зерновой слой, давление, боковое давление, сила, лобовое сопротивление, трение, присасывание

## **DETERMINATION OF APPROXIMATION OF HANDLING TO COMBINATION OF HIGH-PERFORMANCE ELEMENT WITH RISKED VISION**

**M. S. Shvedik, Yu. L. Gun'ko, V. V. Teslyuk**

**Abstract.** *The article is timed to the study of pneumatic unit of central-type seeding disk type with tilted axis of rotation, of which cells for seeding are placed concentrically on bottom of disk. At the same time, the value of force of suction of seed to cell in extreme points lying on horizontal diameter of disk during its circular motion in plane inclined at angle to horizon from lower position to upper and vice versa, has different meanings.*

*In article fragment of disk with collapsible and placed in it seed is resulted. In this case, the center of cell and seed coincide and lie on straight line which extends along the bottom surface of disk. Through the joint center of seed and cell, the XYZ coordinate system was performed and direction of forces was shown. In order to simplify the construction of circuit, the X axis is directed perpendicular to drawing plane.*

*From the scheme it is clear from diagram that during the rotation of seed element the pressure on rear pushing wall of cabinet is sharply increased, under the action of which there is equal to magnitude but opposite directed normal force  $N$ . This force for semispherical cage is directed at angle  $\alpha$  to perpendicular lowered to chord that pulls the finite Clutter points. Since the rear end of seed is constantly pressed against the wall of cell, while the front can be unloaded, in this case there is not stable position and front end of seed will break away from cell. As result, under pressure from other seeds, it can completely tear off and push itself out of closet. In this case, the force weight  $G$ , acting down along the Z axis, also tries to tear it off the collar. This is one of reasons that leads to seeding the seed with pass. To prevent this from happening in pneumatic seeding machines, the seeds are kept in cells due to suction force.*

*To determine the value of force of suction of seed to cell, moving from lower position to upper, in article scheme of forces acting on seed at that moment is considered and condition of equilibrium of these forces is drawn up. On basis of this scheme, an analytical dependence of seed suction force on seed cell with tilted axis of rotation is obtained, as from structural and technological parameters ( $\gamma$ ,  $\alpha$ ,  $R$ ,  $\omega$ ,  $h$ ) of seed element, and physical and mechanical properties ( $m$ ,  $r$ ,  $l$ ,  $f$ ,  $\varepsilon$ ,  $\rho$ ) of seed itself. The obtained dependence makes it possible to determine the values of suction force of seeds to cells intended for servicing right hand side of the drill bit.*

**Key words: seed element, inclined axis, cell, seed, grain layer, pressure, lateral pressure, force, frontal resistance, friction, suction**