

*УДК 631.331.85*

## ОПРАЦЮВАННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДОЗУЮЧОГО ПРИСТРОЮ ДО ТУКОВИСІВНОГО АПАРАТА

*Сисоліна І. П*

*Кіровоградський національний технічний університет*

*Sysolina I.*

*Kirovohrad National Technical University*

*Анотація:* у статті обґрунтовано актуальність застосування туковисівних апаратів удосконаленої конструкції. Визначено, що для покращення якості висіву туків, необхідно впровадження вирівнюючого пристрою до туковисівного апарата, оскільки нерівномірність розподілу мінеральних добрив погіршує врожайність різних сільськогосподарських культур. Розглянуто вплив зміни норми висіву туків на частоту обертання шнека туковисівного апарата та зміни відношення сили ваги до відцентрової сили в залежності від частоти обертання висівного диска. Визначено, що основною силою, яка діятиме на частинку (туків), що знаходиться на конічному кільці висівного диска, буде сила ваги частинки. Приведені результати теоретичних досліджень основних параметрів нового вирівнюючого пристрою (дозатора) шнекового спірального туковисівного апарата, а саме: кут підймання туків конічною поверхнею кільця висівного диска апарата, вплив діючих сил на кут підйому туків конічним кільцем диска, продуктивність висівного вікна та вплив продуктивності на визначення розмірів розвантажувального отвору в кожусі корпусу лійки. Приведена нова конструкція дозатора та принцип його роботи, що показали спроможність дозатора сприяти покращенню рівномірності розподілу мінеральних добрив у рядку.

*Ключові слова:* туковисівні апарати, якість розподілу туків, шнек, дозатор.

### *Вступ*

Ефективність сільськогосподарській галузі, стає з кожним роком все гострішою, однією з нагальних проблем якої є відновлення родючості ґрунтів. Тому дослідження і удосконалення техніки внесення добрив, зокрема апаратів для висіву туків, що сприяють вирішенню її, є актуальними.

Вченими [1, 2, 3] досліджувався вплив нерівномірності розподілу добрив на врожайність різних культур, таких як озима пшениця, цукровий буряк, ячмінь тощо. Подібні результати досліджень отримують різні країни. Так, дослідженнями, проведеними у США [4] встановлено, що зі збільшенням нерівномірності внесення добрив втрати врожайності сільськогосподарських культур зростають. Більш того, встановлено також і те, що збільшення норми внесення мінеральних добрив може приводити до зменшення їх ефективності. У цьому плані роль технічних засобів полягає в тому, щоб точно і своєчасно донести добриво до рослини.

Теоретичними дослідженнями дії туковисівних апаратів на різних етапах розвитку технології процесів роботи займалися і займаються різні видатні вчені, такі як: В.В. Адамчук, І.Б. Баранов, П.М. Василенко, В.П. Горячкін, П.М. Заїка, М.Л. Кругляков, С.І. Лісовенко, І.І. Моїсєєв, І.В. Павловській та ін.

Провівши дослідження туковисівних апаратів, ми прийшли до висновку про доцільність покращення якості роботи шнекового туковисівного апарата за рахунок удосконалення конструкції.

### *Мета дослідження*

Обґрунтувати конструктивно-технологічні параметри пристосування до конструкції спірального шнекового туковисівного апарата для забезпечення рівномірного скиду туків у тукопроводи.

### *Обґрунтування результатів*

Поскілки геометричні параметри спірального шнекового туковисівного апарата АТП-2 не змінювалися, то геометричні параметри пристосування (дозатора) вибиралися з урахуванням узгодженості з параметрами шнекового апарата.

На наш погляд, конструкція додаткового пристрою (дозатора) повинна бути подібна до конструкції внутрішньорєберчастого висівного апарата.

Головним елементом дозатора є висівний диск, його форма та розміри вибираються з урахуванням продуктивності шнека.

Необхідно відзначити, що робота висівного диска має два умовних режими роботи: перший, коли частота обертання диска невелика і дією відцентрової сили можна знехтувати, і другий, коли дія відцентрової сили суттєво впливає на режими скидання туків з кільця диска.

Але при розрахунках необхідно враховувати реальні умови експлуатації просапних сівалок. Як показує практика, для забезпечення якості сівби просапних культур максимальні господарчі швидкості при сівбі насіння цукрового буряку не перевищують 7км/год. (2м/с), а кукурудзи – 10км/год. (3м/с). Тоді на бурякових сівалках шнек туковисівного апарата буде обертатися з максимальною частотою близько 40об/хв., а при малих нормах висіву – близько 10об/хв. На кукурудзяних сівалках шнек туковисівного апарата буде обертатися відповідно 85об/хв. та 20об/хв. [5].

Використовуючи формули визначення частот обертання висівного диска ( $n_q = 6 \cdot g_m \cdot b \cdot Q / q$ ), для наочності, будемо графіки впливу зміни норми висіву туків на частоту обертання шнека туковисівного апарата (рис. 1).

Відношення сили ваги до відцентрової сили в залежності від частоти обертання висівного диска можна показати наочно (рис. 2).

Так, у нашому випадку, враховуючи параметри відомих шнекових туковисівних апаратів, при радіусі кільця диска  $R=0,045\text{м}$  і куті нахилу корпусного кільця  $\Theta=60^\circ$ , при частоті обертання диска  $n_q=10\text{об/хв.}$  відцентрова сила у 200 разів менша за силу ваги частинки туків (рис. 2), при  $n_q=30\text{об/хв.}$  відцентрова сила буде меншою у 25 разів, а при  $n_q=50\text{об/хв.}$  – у 8 разів. В той же час, при максимальній частоті обертання висівного диска ( $n_q=110\text{об/хв.}$ ), відцентрова сила буде меншою усього у 1,7 рази від сили ваги частинки туків. Тобто відцентрова сила буде впливати на режим роботи висівного диска тільки на великих частотах його обертання.

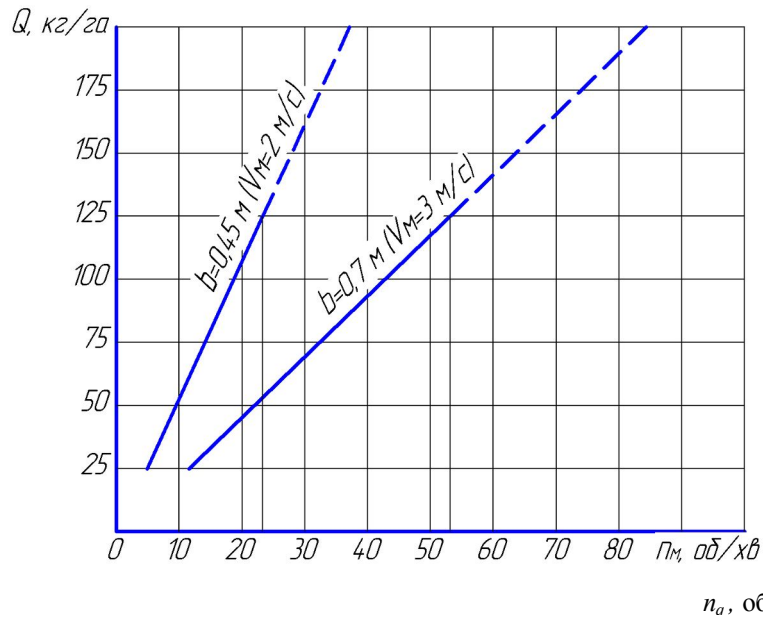


Рис. 1. Графіки зміни частоти обертання шнека, одного з досліджуваних туковисівних апаратів, апарата фірми "John Deere" від норми висіву туків при висіві за один оберт шнека  $q=30\text{ г}$  ( ——— - висів малих норм: 25 – 125 кг/га)

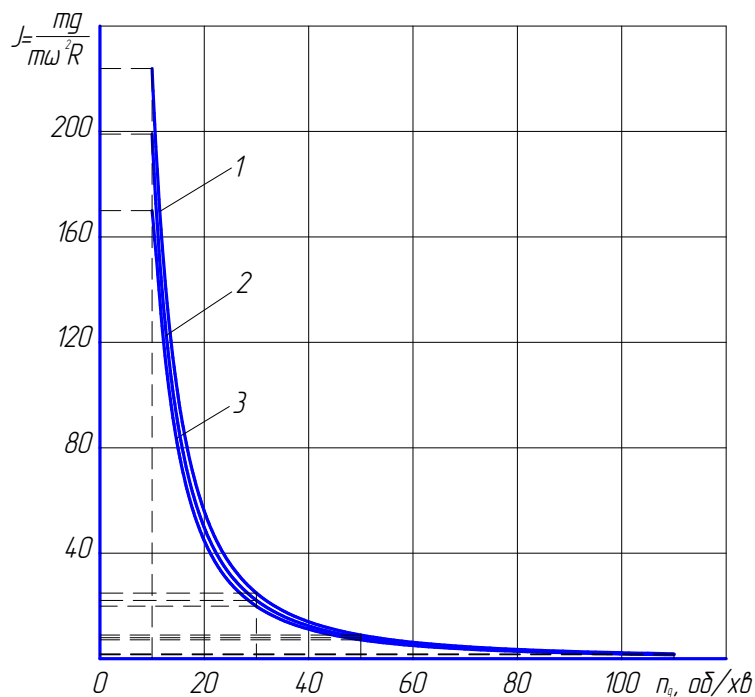


Рис. 2. Графіки зміни відношення ( $J$ ) сили ваги до відцентрової сили в залежності від частоти обертання висівного диска ( $n_q$ ):  
1 -  $R=0,04\text{ м}$ ; 2 -  $R=0,045\text{ м}$ ; 3 -  $R=0,05\text{ м}$  ( $R$  - радіус кільця диска)

Отже, основною силою, яка діятиме на частинку, що знаходиться на конічному кільці висівного диска, буде сила ваги частинки  $mg$ , вектор якої спрямований завжди вертикально вниз. Враховуючи це, ми можемо констатувати, що й лінія скочування частинки з конічної поверхні диска при його обертанні завжди буде знаходитися у вертикальній площині А-А (рис. 3) перпендикулярній до площини диска.

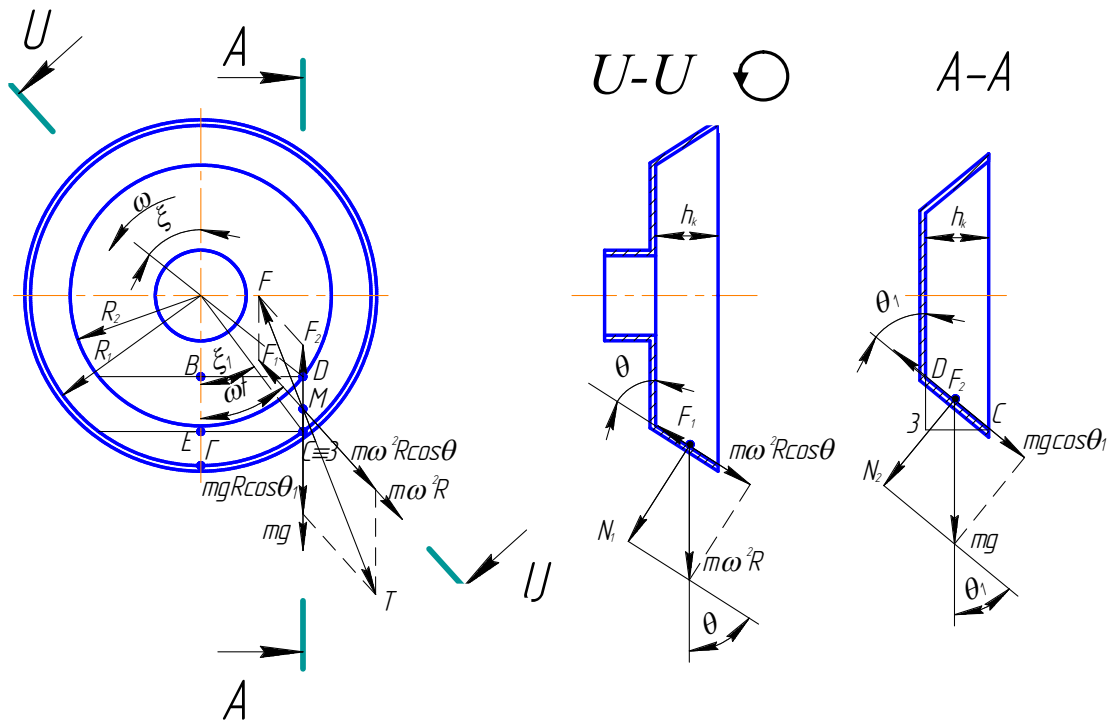


Рис. 3. Кільце висівного диска в дії

Виходячи з рисунку 3 визначимо кут підймання туків конічною поверхнею кільця висівного диска:

$$\operatorname{tg} \theta_1 = h_k / D3, \quad (1)$$

де  $D3 = R_1 - R_2 \cos \xi - R_2 \sin \xi \cdot \operatorname{tg}(\xi_1 / 2) = R_1 - R_2 (\cos \xi - \sin \xi \cdot \operatorname{tg}(\xi_1 / 2))$ .

Оскільки  $R_2 \sin \xi = R_1 \sin \xi_1$ , то кут  $\xi_1$  можна визначити:

$$\xi_1 = \arcsin(R_2 \sin \xi / R_1). \quad (2)$$

Умовою скочування частинки з конічної поверхні є  $T > F$ , або  $mg \cdot \cos \theta_1 > mg \cdot \sin \theta_1 \operatorname{tg} \varphi$ , тоді

$$\theta_1 < 90^\circ - \varphi. \quad (3)$$

Аналізуючи наведені залежності, при параметрах висівного диска (наприклад,  $R_1=46,5\text{мм}$ ;  $R_2=40\text{мм}$ ;  $h_k=10\text{мм}$ ;  $\theta=60^\circ$ ) вже при повороті його на  $\xi=5^\circ$  умова (3) починає виконуватися, тобто  $\theta_1 = 51^\circ < (90^\circ - 37^\circ) = 53^\circ$ .

Як видно з графіків (рис. 4), частинка туків буде підійматись внутрішньою поверхнею кільця диска без відносного руху тим вище, чим більший кут нахилу твірної поверхні. Якщо кільце диска циліндричне ( $\theta=90^\circ$ ), то частинка нерухомо буде знаходитись на його поверхні при повороті диска на кут до  $38^\circ$ , що може створити, при відповідних умовах роботи дозатора, перешкоди для звільнення кільця від туків. Тому для гарантованого своєчасного звільнення диска від туків, кільце диска необхідно виконувати конічним. Кут нахилу твірної конічної поверхні вважаємо достатнім  $\theta=60^\circ$ , що забезпечує підймання нерухомої частинки туків усього на  $\xi=14^\circ$  у зоні дії порогу 2 (рис. 5).

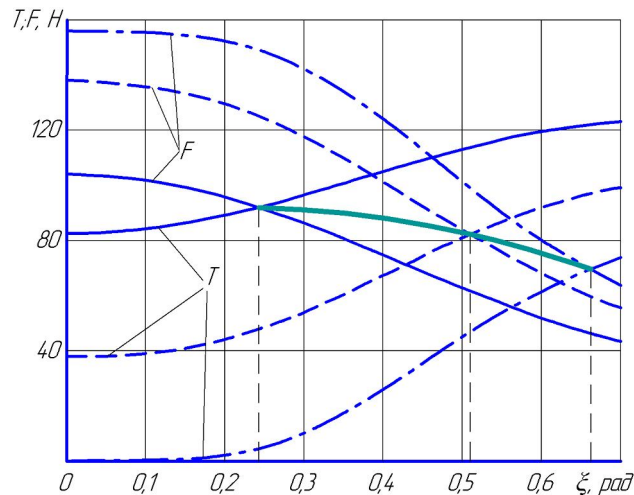


Рис. 4. Залежності діючих сил від кута підйому туків конічним кільцем диска:  $T(\xi)$  – рівнодіюча сила від сили ваги та відцентрової сили, з врахуванням змінювання кута  $\xi$ ;  $F(\xi)$  – рівнодіюча сила тертя частинки по конічній поверхні кільця висівного диска: — при  $\theta=60^\circ$ , --- при  $\theta=75^\circ$ , - · - · при  $\theta=90^\circ$ .

Для визначення розмірів розвантажувального отвору в кожусі корпусу лійки скористаємося формулою визначення продуктивності вільного витікання матеріалу крізь отвір у нижній частині ємності [6]:

$$q_o = F_o \cdot \gamma \cdot g_0 \cdot t_1 \geq q_w, \quad (4)$$

звідки:

$$F_o \geq q_w / \gamma \cdot g_0 \cdot t_1 \quad (5)$$

$$\text{де } g_0 = \sqrt{\frac{gR_e}{f_0}};$$

$$R_e - \text{гідралічний радіус отвору, } R_e = F_o / (2a_1 + 2b_1);$$

$$F_o - \text{площа розвантажувального отвору } (a_1 \cdot b_1);$$

$a_1$  та  $b_1$  – боки прямокутного розвантажувального вікна у кожусі корпусу лійки (для вільного витікання гранул крізь це вікно, мінімальну площу отвору якого можна визначити за формулою:  $F_o \geq 50,24 \cdot d_r^2$  [7], а його розміри повинні бути такими:  $a_1 > 3d_r$  та  $b_1 > 3d_r$ ,  $d_r$  – діаметр максимальних гранул);

$f_0$  – коефіцієнт внутрішнього тертя туків;

$$t_1 - \text{час одного оберту шнека } (t_1 = \frac{60}{n_w});$$

$n_w$  – частота обертання шнека.

Для визначення розмірів висівного вікна Е (рис. 5) скористаємося формулою [7]:

$$q_e = 2\pi \cdot r_e \cdot F'_e \cdot \gamma \cdot \varepsilon_e \geq q_0, \quad (6)$$

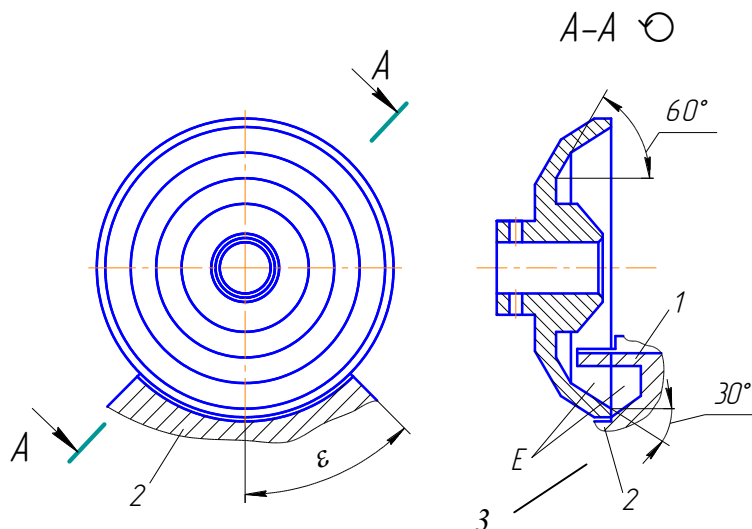
звідки:

$$F'_e \geq \frac{q_0}{2\pi \cdot r_e \cdot \gamma \cdot \varepsilon_e}, \quad (7)$$

де  $F'_e$  – площа висівного вікна;

$r_6$  – радіус від центра висівного диска до центра висівного вікна;

$\varepsilon_6$  – коефіцієнт заповнення висівного вікна.



**Рис. 5. Конструкція дозатора:**

**1 – кожух корпуса лійки; 2 – поріг; 3 – висівний диск; E – висівне вікно**

### Висновки

Результати дослідження показали можливість визначення спроможності дозатора сприяти покращенню рівномірності розподілу добрив у рядку.

Для перетворення шнекового туковисівного апарата з хорошого дозатора і недостатньо хорошого розподільника туків у рядку у хороший дозатор і хороший розподільник за рахунок додаткового пристрою (дозатора), конструкція якого подібна конструкції внутрішньореберчастого висівного апарата, з кутом підймання туків диском по порозу дозатора до  $45^0$ . Встановлені залежності для вибору параметрів вікна у кожусі та висівного вікна від параметрів шнека та максимального розміру гранул мінеральних добрив, що висіваються. Різниця між площею розвантажувального отвору і площею висівного вікна полягає у тому, що крізь розвантажувальне вікно туки витікають вільно зі швидкістю вільного витікання, а крізь висівне вікно вони виносяться примусово внутрішньою конічною поверхнею висівного диска. На основі теоретичного аналізу роботи туковисівних апаратів запропонована нова оригінальна конструкція шнекового спірального-дискового апарата.

### Список літератури

1. Барсуков А.И. Эффективность локального внесения основного удобрения под яровую пшеницу при различных видах обработки почв / А.И. Барсуков, В.К. Зинченко // Бюллетень ВИУА. – 1980. - №53. – С. 41-44.
2. Белов Г.Д. Механизация локального внесения минеральных удобрений / Г.Д. Белов, В.А. Дьяченко. – Минск : Урожай, 1977. – 220 с.
3. Вильдрейш Р.Т. Эффективность ленточного внесения основного минерального удобрения под сахарную и кормовую свеклу на дерново-подзолистых почвах / Р.Т. Вильдрейш, Е.Г. Сиротин // Агрохимия. – 1968. – №2. – С. 26-37.
4. Fertilization of No Tillage Corp. The Agronomist University of Maryland, April, 1992.
5. Сисолін П.В. Конструкторські та методичні підходи по підвищенню якості висіву: Монографія / П.В. Сисолін, І.П. Сисоліна. - Кіровоград: КОД, 2012. -152с.
6. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Под ред. Е.С. Босого. - М.: Машиностроение. - 1978.-567 с.

7. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1. Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропивний ; за ред. Черновола М.І. – К. : Урожай, 2001. – 384 с.

### Spisok literatury

1. Barsukov A.I. Effektivnost' lokal'nogo vneseniia osnovnogo udobreniia pod iarovuiu pshenicu pri razlichnyh vidah obrabotki pochv / A.I. Barsukov, V.K. Zinchenko // Biulleten' VIUA. – 1980. – №53. – s. 41-44.
2. Belov G.D. Mehanizaciia lokal'nogo vneseniia mineral'nyh udobrenii / G.D. Belov, V.A. D'iachenko. – Minsk : Urojai, 1977. – 220 s.
3. Vil'dreush R.T. Effektivnost' lentochного vneseniia osnovnogo mineral'nogo udobreniia pod saharuiiu i kormovuiu sveklu na dernovo-podzolistykh pochvah / R.T. Vil'dreush, E.G. Sirotin // Agrohimiia. – 1968. – №2. – s. 26-37.
4. Fertilization of No Tillage Corp. The Agronomist University of Maryland, April, 1992.
5. Sysolin P.V. Konstruktors'ki ta metodychni pidhody po pidvyschenniu iakosti vysivu: Monografiia / P.V. Sysolin, I.P. Sysolina. - Kirovograd: KOD, 2012. - 152s.
6. Teoriia, konstrukciia i raschet sel'skohoziastvennykh mashin / Pod red. E.S. Bosogo. - M.: Mashinostroenie. - 1978.-567 s.
7. Sysolin P.V. Sil's'kogospodars'ki mashiny: teoretychni osnovy, konstrukciia, proektuvannia. Kn. 1. Mashyny dlia ril'nyctva / P.V. Sysolin, V.M. Salo, V.M. Kroпивnyi ; za red. Chernovola M.I. – K. : Urojai, 2001. – 384 s.

## ОБРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА К ТУКОВЫСЕВАЮЩЕМУ АППАРАТУ

**Аннотация:** в статье обоснована актуальность применения туковывсевающего аппарата усовершенствованной конструкции. Определено, что для улучшения качества высева туков, необходимо внедрение выравнивающего устройства к туковывсевающему аппарату, поскольку неравномерность распределения минеральных удобрений ухудшает урожайность различных сельскохозяйственных культур. Рассмотрено влияние изменения нормы высева туков на частоту вращения шнека туковывсевающего аппарата и изменения отношения силы тяжести к центробежной силы в зависимости от частоты вращения высевающего диска. Определено, что основной силой, которая будет действовать на частицу (туков), что находится на коническом кольце высевающего диска, будет сила тяжести частицы. Приведены результаты теоретических исследований основных параметров нового выравнивающего устройства (дозатора) шнекового спирального туковывсевающего аппарата, а именно: угол подъема туков конической поверхностью кольца высевающего диска аппарата, влияние действующих сил на угол подъема туков коническим кольцом диска, производительность высевающего окна и влияние производительности на определение размеров разгрузочного отверстия в кожухе корпуса воронки. Приведенная новая конструкция дозатора и принцип его работы, показали способность дозатора способствовать улучшению равномерности распределения минеральных удобрений в строке.

**Ключевые слова:** туковывсевающий аппарат, качество распределения туков, шнек, дозатор.

## GROUND OF THE CONSTRUCTIVE AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF BATCHING DEVICE FOR A FERTILIZER MACHINE

**Summari:** application of fertilizer devices of improved construction is grounded in the article. It is necessary for the improvement of quality of sowing of fertilizers, as an unevenness of mineral fertilizers distributing worsens the productivity of different agricultural cultures. Influence of change of norm of sowing of fertilizers on frequency of rotation of screw of devices of fertilizers and change of relation of force of weight to centrifugal force depending on frequency of rotation of sowing disk are considered. The basic force which impacts on a particle (fertilizers) and is located on the conical ring of sowing disk is the force of weight of particle. The results of theoretical researches of basic parameters of new leveler device (metering device) of screw spiral devices of fertilizers are following: corner of raising of fertilizers by the conical surface of ring of sowing disk of vehicle, influence of operating forces on the corner of getting up of fertilizers by the conical ring of disk, productivity of sowing window and influence of the productivity on determining a size unloading opening in the sheepskin coat of watering-can. The new construction of metering device and principle of its work is proposed. It improves possibility of metering device to provide equitability of mineral fertilizers in a line.

**Key words:** fertilizer devices, quality of fertilizers distributing, screw, batching (metering) device.