

Список літератури

1. Іноземцев Г. Б. Проблеми розвитку електротехнологій в аграрному виробництві України / Г. Б. Іноземцев // Енергетика і автоматика. – 2011. – №1. – С. 12.
2. Верецагин И. П. Основы электрогазодинамики дисперсных систем / И. П. Верецагин. – М.: Энергия, 1974. – 480 с.
3. Іноземцев Г. Б. Науково-технічні передумови електросепарування насінневих сумішей в первинному насінництві / Г. Б. Іноземцев, В. О. Паранюк // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – 2007. – Т. 2, вип. 8. – С. 56–63.

Приведенные результаты исследований, которые демонстрируют влияние электромагнитной энергии на активацию развития растительных объектов.

Электромагнитная энергия, энергетический ресурс, доза электромагнитной энергии, экспозиция обработки, развитие и рост растений.

The results of studies that demonstrate the effect of electromagnetic energy to activate the development of plant facilities.

Electromagnetic energy, energy resources, dose of electromagnetic energy, exposure processing, development and growth of plants.

УДК 631.331.93:621.86.067:532.511

ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РУХУ НАСІННЄВИХ МАТЕРІАЛІВ У ЗАВАНТАЖУВАЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ

***В. М. Пришляк, кандидат технічних наук
Вінницький національний аграрний університет***

Представлена конструкція установки для виготовлення насінневих стрічок, які можуть мати практичне використання під час сівби сільськогосподарських культур на присадибних, тепличних, науково-дослідних та інших ділянках. Досліджена динаміка руху насінневих матеріалів у завантажувальних пристроях сівалок і виведені аналітичні залежності для визначення кінематичних і конструктивних параметрів розробки, а також побудовано графічні залежності руху зернин для змінних умов і режимів роботи.

Насінневі стрічки, зернина, динаміка руху, завантажувальні і формувальні пристрої.

© В. М. Пришляк, 2015

Постановка проблеми. Проектування багатьох сільськогосподарських машин, зокрема висівних та інших апаратів сівалок неможливе без визначення кінематичних і динамічних параметрів переміщення матеріалів по робочих поверхнях машин. У висівних апаратах переміщення частинок може відбуватися як зі взаємодією з іншими елементами так і без них. Тому визначення траєкторій руху окремих частинок і параметрів їх взаємодії з поверхнями, в тому числі рухомих деталей апаратів, є важливою для вирішення науковою проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Питаннями посіву зернових матеріалів, дослідження кінематичних і динамічних параметрів машин для сівки зернобобових, технічних та інших сільськогосподарських культур займались П. М. Василенко [1], Б. М. Гевко, О. Л. Лящук, Ю. Ф. Павельчук, В. М. Пришляк, І. І. Чвартацький, М. Л. Заяць, Р. І. Лотоцький [2, 3], П. М. Заїка [4], В. П. Чичкин [5], И. Э. Груздев, Р. Г. Мирзоєв, В. И. Янков [6], Герман Х. [7] та інші. Однак цілий ряд проблемних питань потребують подальших досліджень.

Мета досліджень – розробка установки для виготовлення насінневих матеріалів у завантажувальних пристроях сівалок з визначенням кінематичних і динамічних параметрів.

Результати досліджень. Установка для виготовлення насінневих стрічок (рис. 1) виконана у вигляді рами 1, на якій змонтовані всі вузли. З лівої сторони рами встановлено ліву вертикальну стійку 2, а з правого кінця – праву вертикальну стійку 3. Знизу лівої вертикальної стійки 2 на кронштейні 4, на осі 6 встановлена гофрована бухта 5 з можливістю кругового повертання. На правій вертикальній стійці 3 у верхній частині на осі 7 встановлена гладка стрічка 8 з можливістю кругового повертання. Між лівою 2 і правою 5 вертикальними стійками встановлено стрічковий конвеєр 9.

У гофрованої стрічки 5 віддаль між сусідніми виїмками 10 гофр 11 є рівною віддалі між зернинами при їх висіві у ґрунт. При її розмотуванні гофрована стрічка 5 є у взаємодії з лівим кінцем стрічкового конвеєра 9. Крім цього по ходу руху стрічкового транспортера 9, на якому встановлена гофрована стрічка 5 з насінною 12, наприклад, цукрового буряка і дозою мінерального добрива 13, яка подається з дозатора 13 відомої конструкції, який встановлено на кронштейні 14 під гофрованою стрічкою 5 над стрічковим транспортером 9. Подача мінерального добрива здійснюється в автоматичному режимі від фотоелемента 15, жорстко встановленого знизу дозатора відомим способом, а з лівого кінця над стрічковим конвеєром на кронштейні жорстко встановлено апарат з виходом зернин в гнізда сферичних виїмок. Другий апарат внесення мінеральних добрив 13 відомої конструкції встановлено на другому кронштейні по ходу руху конвеє-

рної стрічки, який працює від фотоелемента, встановленого внизу під ним. Під бухтою гладкої стрічки 8 на кронштейні 16 встановлено формувальний зубчастий інструмент 17, зуби якого розміщені рівномірно по колу, віддаль між зубами 18 дорівнює віддалі між сусідніми насінинами 12, розміщеними на нижній гофрованої стрічці. Поверх лівого кінця стрічкового конвеєра 9 жорстко на кронштейні 19 встановлено однозерновий висівний апарат 20 з насіннеукладачем 21 насінин 12 у гофровану нижню стрічку 10. З лівого кінця рами 1 встановлено привід 22, за допомогою якого здійснюється привід всіх механізмів відомим способом. Намотування насінневих стрічок з насінням здійснюється в бухту 23 на вісь 24, яка встановлена на підставках 25. Керування апаратом здійснюється з пульта керування 26.

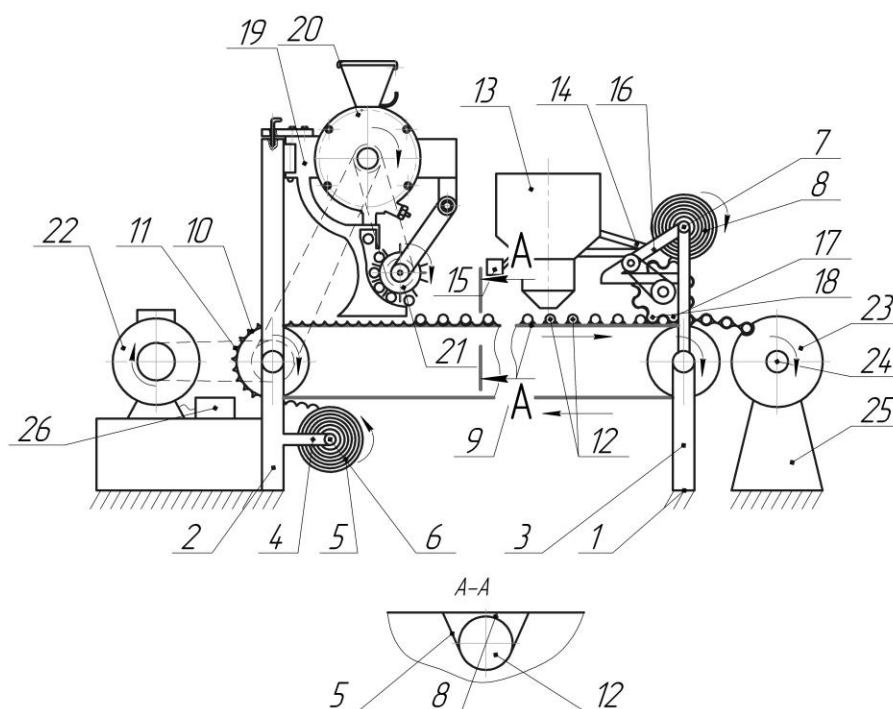


Рис. 1. Установка для виготовлення насінневих стрічок.

Робота апарата здійснюється наступним чином. Гофрована стрічка 5 розмотується і за допомогою скотчу її кінець кріпиться до стрічки стрічкового конвеєра 9. Проводиться наладка апарата, після якої встановлюють апарат на стенд і здійснюється процес склеювання насінневих стрічок з насінням. Стрічковий конвеєр 9 подає гофровану стрічку 5 під висівний апарат 20, який за допомогою насіннеукладача 21 вкладає насінини 12 у виїмки 5 гофр. При подальшому переміщенні з бухти 8 подається гладка стрічка 8, за допомогою формувального інструмента 17 і зубів 18 здійснюється склеювання гофрованої сторони з зернинами 12 з верхньою гладкою стрічкою 8, які покриті відповідною клейкою речовиною. Після чого насіннева стрічка намотується на вісь 24 в бухту 23 на підставці 25.

В процесі подачі зернових матеріалів у сівалках лопатевими робочими органами швидкість руху насінини може досягати значних величин, що може призвести до травмування насіння. Крім цього можливе травмування насіння за умов одночасного його переміщення по лопатці та циліндричній поверхні корпусу сівалки. Тому важливим є дослідити швидкість переміщення зернини та довжину канавки, по якій подається зернина. Розрахункову схему подачі насіння лопатевим робочим органом зображено на рис. 2.

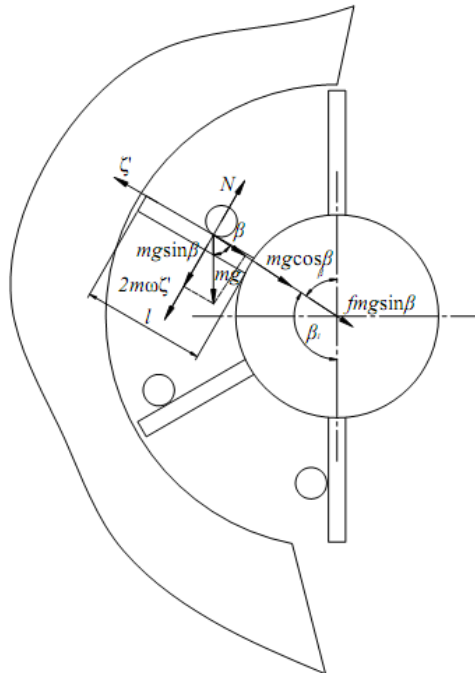


Рис. 2. Розрахункова схема подачі насіння лопатевим робочим органом в зону вивантаження.

При обертанні лопатки, зернина, яка поступила на її поверхню, буде обертатися разом з нею і переміщуватися по її поверхні. Під час повороту на певний кут β_1 зернина буде здійснювати лише коливний рух, після повороту на кут $\beta > \beta_1$ зернина буде переміщуватися в радіальному напрямку вздовж лопатки. При цьому на зернину діють наступні сили:

– сила ваги зернини: $G = mg$, де m – маса зернини, кг; g – прискорення вільного падіння, m/c^2 .

– відцентрова сила $F_g = mr\omega^2$, де r – радіус розміщення зернини, м. ω – частота обертання лопатевого робочого органа.

– сила Коріоліса – $F_k = 2mr\omega\xi'$, де ξ – швидкість переміщення зернини вздовж лопатки, м/с.

– сила тертя $F_m = f \cdot N$, де f – коефіцієнт тертя між зерниною та поверхнею лопатки; N - нормальна реакція лопатки.

Сума проєкцій всіх сил, що діють на зернину в напрямку, перпендикулярному до поверхні лопатки:

$$N = 2m \cdot \omega \xi' + mg \cdot \sin \beta. \quad (1)$$

Сума проєкцій сил:

$$m\xi'' = r\omega^2 - mg \cos \beta - fN. \quad (2)$$

Після перетворення:

$$m\xi'' = r\omega^2 - g \cos \beta - \frac{t}{m} N. \quad (3)$$

Підставляємо формулу (1) у формулу (3):

$$m\xi'' = r\omega^2 - g \cos \beta - 2m \cdot \omega \xi' - fg \cdot \sin \beta.$$

Приймаючи до уваги те, що $r = \zeta$ рівняння (4) запишемо наступним чином:

$$\xi'' + 2t\omega\xi' - \omega^2\xi = -g \cos \beta - tg \sin \beta. \quad (4)$$

При рівномірному обертанні лопатевого колеса:

$$\beta = \omega t. \quad (5)$$

Тому рівняння (5) запишемо наступним чином:

$$\xi'' + 2t\omega\xi' - \omega^2\xi = -g \cos \beta - tg \sin \beta. \quad (6)$$

Загальний розв'язок рівняння (7) складається з додаткової функції ξ_1 та часткового розв'язку ξ_2 :

$$\xi = \xi_1 + \xi_2. \quad (8)$$

Корені характеристичного рівняння додаткової функції будуть рівні [1]:

$$\lambda_1 = \omega(-t + \sqrt{1+t^2}), \quad (9)$$

$$\lambda_2 = \omega(-t - \sqrt{1+t^2}). \quad (10)$$

При цьому додаткову функцію можна представити наступним чином:

$$\zeta_1 = c_1 e^{\lambda_1 t} + c_2 e^{\lambda_2 t}. \quad (11)$$

Часткове рішення має вигляд:

$$\zeta_2 = -A \sin \omega \cdot t - B \cos \omega \cdot t, \quad (12)$$

$$A = \frac{2fg}{2 \cdot \omega^2(1+t^2)}, \quad A = \frac{-f^2 \cdot g + g}{2 \cdot \omega^2(1+t^2)}.$$

Підставляючи значення рівняння (11) та (12) у формулу (8) одержимо:

$$\zeta = c_1 e^{\lambda_1 t} + c_2 e^{\lambda_2 t} - \frac{2fg \sin \omega t}{\omega^2(1+t^2)} - \frac{g(1-t^2) \cdot \cos \omega t}{2\omega^2(1+t^2)}. \quad (13)$$

Постійні c_1 та c_2 знаходимо із початкових умов: при $t=0$; $\zeta=0$; $\zeta'=0$:

$$c_1 = \frac{g \cdot \lambda_2(1-t^2) - fg \cdot \omega}{2 \cdot \omega^2(1+t^2)(\lambda_2 - \lambda_1)}, c_2 = \frac{2 \cdot fg \cdot \omega - g \cdot \lambda_1(1-t^2)}{2 \cdot \omega^2(1+t^2)(\lambda_2 - \lambda_1)}.$$

Швидкість переміщення зернини знаходимо диференціюючи рівняння (13):

$$\zeta' = c_1 \cdot \lambda_1 \cdot e^{\lambda_1 t} + c_2 \cdot \lambda_2 \cdot e^{\lambda_2 t} - \frac{fg \cos \omega t}{\omega \cdot (1+t^2)} - \frac{g(1-t^2) \cdot \cos \omega t}{2\omega(1+t^2)}. \quad (14)$$

Час t , на протязі якого зернина досягає вершини лопатки:

$$t = \frac{l}{\zeta'}, \quad (15)$$

де: l – довжина лопатки, м.

Щоб забезпечити контакт зернини лише із лопаткою в межах циліндричної частинки корпусу сівалки необхідно, щоб забезпечувалась умова:

$$l \geq \frac{\beta_1}{\omega} \cdot \zeta,$$

де: β_1 – кут повороту лопатки в межах циліндричної зони.

Також для зменшення травмування зернини необхідно, щоб виконувалась умова:

$$\zeta' \leq \zeta'_{\max},$$

де: ζ'_{\max} – максимально допустима швидкість удару зернини, м/с.

Максимальну частоту обертання лопатевого робочого органу можна знайти із формули (14), підставивши відповідні значення.

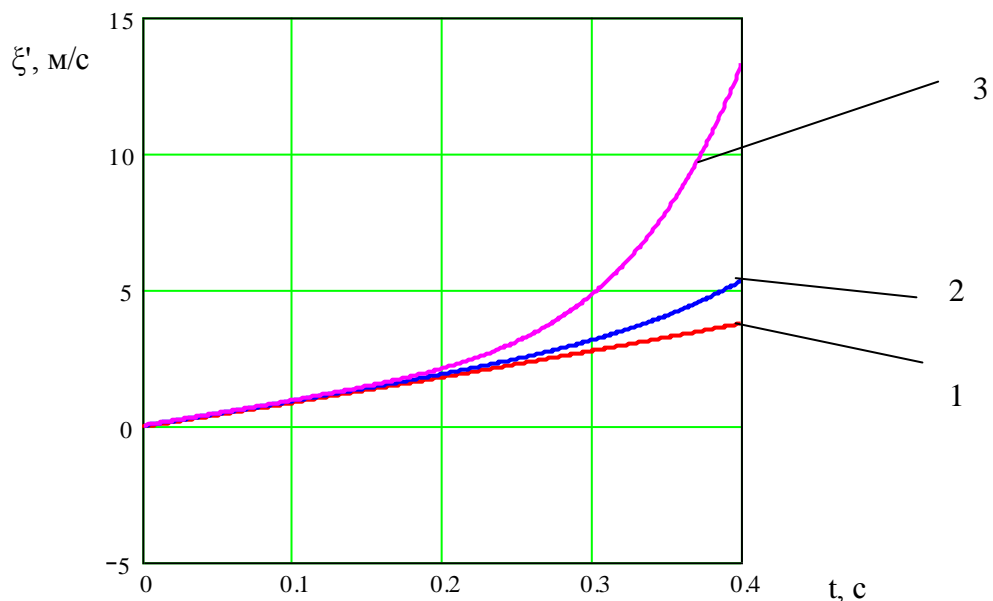


Рис. 3. Графік зміни швидкості переміщення зернини в часі $f=0,15$: 1 – $\omega=4$ рад/с; 2 – $\omega=8$ рад/с; 3 – $\omega = 12$ рад/с.

На рис. 3 представлено графіки зміни швидкості переміщення зернини в часі, якщо коефіцієнт тертя $f=0,15$. На рис. 4 представлено графік переміщення зернини в часі, якщо коефіцієнт тертя $f=0,15$.

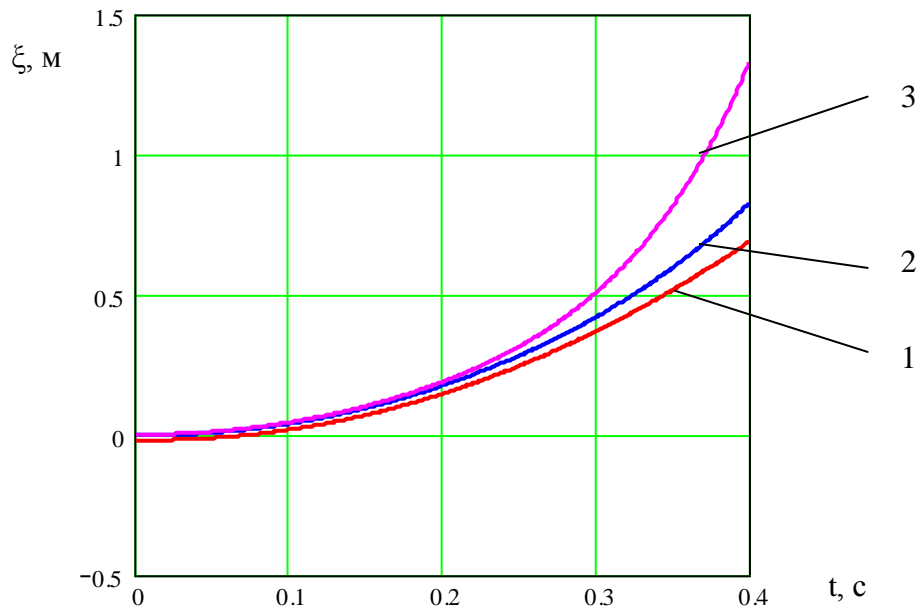


Рис. 4. Графік переміщення зернини в часі при $f=0,15$: 1 – $\omega=4$ рад/с; 2 – $\omega=8$ рад/с; 3 – $\omega=12$ рад/с.

На рис. 5 представлено графік зміни швидкості переміщення зернини від частоти обертання лопатевого робочого органу при $t=0,2$ с.

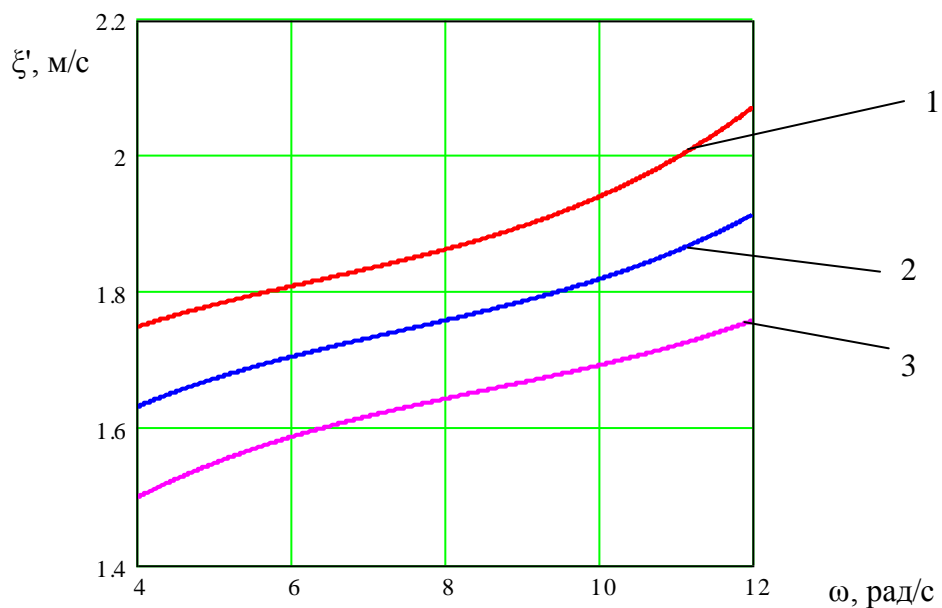


Рис. 5. Графік зміни швидкості переміщення зернини від частоти обертання лопатевого робочого органу $t=0,2$ с: 1 – $f=0,15$; 2 – $f=0,2$; 3 – $f=0,25$.

На рис. 6 представлено графік зміни переміщення зернини від частоти обертання лопатевого робочого органу при $t=0,2\text{с}$.

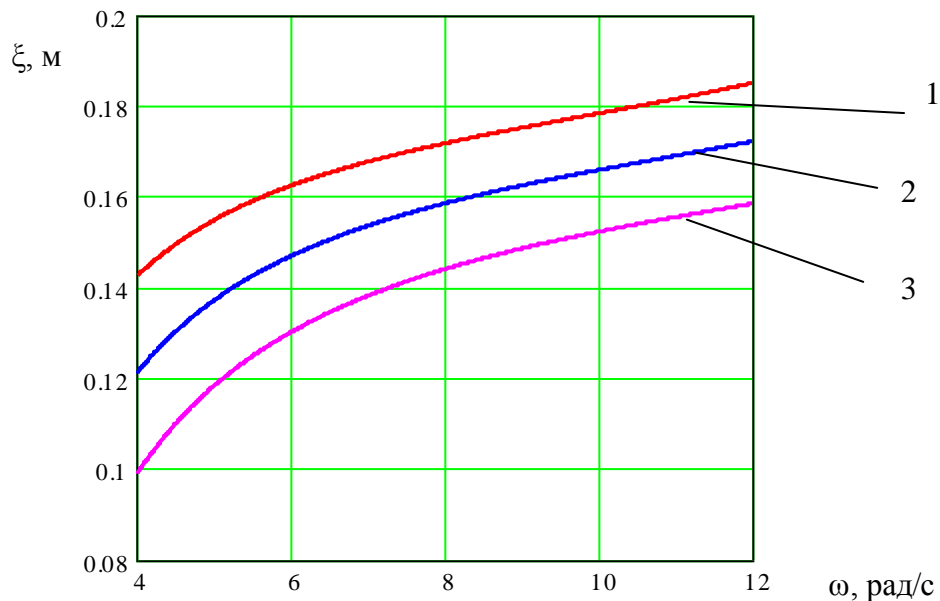


Рис. 6. Графік зміни переміщення зернини від частоти обертання лопатевого робочого органу $t=0,2\text{с}$: 1 – $f=0,15$; 2 – $f=0,2$; 3 – $f=0,25$.

Як видно з графіків, із збільшенням часу та кутової швидкості руху зернини її лінійна швидкість також збільшується. Рекомендується при виборі кінематичних параметрів механізмів установки для виготовлення насіннєвих стрічок користуватися вище приведеними графічними залежностями.

Висновки

1. Розроблена динаміка руху насіннєвих матеріалів у завантажувальних пристроях сівалок і виведені аналітичні залежності для визначення кінематичних і конструктивних параметрів. В результаті розв'язування одержаних рівнянь побудовані графічні залежності руху зернин від різних змінних параметрів.

2. Запропонована конструкція установки для виготовлення насіннєвих стрічок може мати практичне використання під час посіву сільськогосподарських культур на присадибних, тепличних, науково-дослідних та інших ділянок.

Список літератури

1. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П. М. Василенко. – К.: УСХА, 1960. – 284 с.
2. Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин: монографія / Б. М. Гевко, О. Л. Лящук, Ю. Ф. Павельчук, В. М. Пришляк та ін. – Тернопіль: Вид. ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. – 238 с.

3. Гевко Б. М. Математичне моделювання руху зерна по рухомим поверхням висівних апаратів / Б. М. Гевко, Р. І. Лотоцький, В. М. Пришляк // Сільськогосподарські машини. – Вип. 26. – Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2013. – С. 27–35.
4. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння / П. М. Заїка. – Х.: Око, 2002. – 452 с.
5. Чичкин В. П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. Теория, конструкция, расчет / В. П. Чичкин. – Кишинев: Житница, 1984. – 391 с.
6. Груздев И. Э. Теория шнековых устройств / И. Э. Груздев, Р. Г. Мирзоев, В. И. Янков. – Л.: ЛГУ, 1978. – 144 с.
7. Герман Х. Шнековые машины в технологии / Х. Герман / Перевод с нем. Л. Г. Веденяпиной / Под общей ред. М. Л. Фридмана. – Л.: Изд-во «Химия» Ленинградское отделение, 1975. – 280 с.

Разработана конструкция установки для изготовления семенных лент, которые могут иметь практическое использование при посеве сельскохозяйственных культур на приусадебных, тепличных, научно-исследовательских и других участках. Исследована динамика движения семенных материалов в загрузочных устройствах сеялок и выведены аналитические зависимости для определения кинематических и конструктивных параметров разработки, при этом построены графические зависимости движения зерен для переменных условий и режимов работы.

Семенные ленты, зерно, динамика движения, загрузочные и формовочные устройства.

The construction of installations for production of seed tapes that may have practical use in sowing crops in gardens, greenhouses, research and other areas is presented. The dynamics of the movement of seed drills to boot devices and analytical dependences for determination of kinematic and structural parameters of development, with built motion graphics depending grains to changing conditions and operating modes are done in the article.

Seed tapes, grain, dynamic of motion, loading and molding devices.