**N E W S**
OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
**SERIES OF AGRICULTURAL SCIENCES**
ISSN 2224-526X
Volume 5, Number 35 (2016), 114 – 122

**S. O. Nukeshev, I. K. Mamyrbaeva, T. E. Sankibay, A. T. Balabekova**

S. Seifullin Kazakh agro technical university, Astana, Kazakhstan

# SUBSTANTIATION OF CONSTRUCTIVE ARRANGEMENTS FERTILIZER DISTRIBUTING VIBRATOR DEVICE

**Abstract.** In the agriculture of the Republic of Kazakhstan the widespread use of intra-making technology of the main dose of fertilizer is slow due to the lack of necessary equipment. The instruments intended for this purpose, sowing machines are not fully served by. agro-requirements on uniformity and stability of seed and working bodies are buried - on the distribution of fertilizers in the soil. As a result, these machines are not widely used in the production.

To solve the problem of uniform distribution of fertilizers in the soil, the unification of machines for applying mineral and organic fertilizers it is presented placement unit for placement of the main dose of organic and mineral fertilizers. Obtaining a uniform flow of fertilizer is carried out through the use of a compensating chamber between vibrating plate mounted under the seeding window. Theoretical studies were based on the laws of classical mechanics. As a result of theoretical investigations it was proved the constructive setup diagram between vibrating plate and its amplitude-frequency characteristics.

**Keywords:** fertilizer distributing device, fertilizers, uprugiysterzhen, pin, damper, bunker svodorazrushitel.

**С. О. Нукешев, И. К. Мамырбаева, Т. Е. Санкибаев, А. Т. Балабекова**

Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Астана, Казахстан

# ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ВИБРАТОРА ТУКОВЫСЕВАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

**Аннотация.** В сельском хозяйстве Республики Казахстан широкое применение технологий внутрипочвенного внесения основной дозы удобрений осуществляется медленно из-за отсутствия необходимой техники. На орудиях, предназначенных для этой цели, высевающие аппараты не в полной мере выполняли агротребования по равномерности и устойчивости высева, а заделывающие рабочие органы – по распределению удобрений внутри почвы. В результате эти машины не нашли широкого применения в производстве.

Для решения проблемы равномерного распределения удобрений внутри почвы, унификации машин для внесения минеральных и органических удобрений предложено высевающее устройство для внесения основной дозы органоминеральных удобрений. Получение равномерного потока удобрений осуществляется за счет применения компенсирующей камеры с вибрируемой пластиной, установленной под высевным окном. Теоретические исследования опирались на закономерности классической механики. В результате теоретических исследований обоснована конструктивная схема установки вибрируемой пластины и ее амплитудно-частотные характеристики.

**Ключевые слова:** туковысевающее устройство, минеральные удобрения, упругий стержень, штифт, шиберная заслонка, бункер, сводоразрушитель.

**Введение.** Известно, что за последние 40-50 лет содержание гумуса в почвах, используемых в производстве зерновых культур в Республике Казахстан снизилось на 20-30 процентов. Основной причиной считают ветровую эрозию и низкую степень применения удобрений. Поэтому в условиях рискованного земледелия Северного Казахстана важное значение в борьбе с эрозией почвы имеет применение минеральных и органических удобрений [1-3]. Под действием удобрений зерновые культуры хорошо укореняются и растут, чем значительно смягчается вредное воздействие ветров на почву. К тому же на удобренных участках зерновые культуры дают больше соломы, здесь можно оставлять более высокую стерню. К примеру, внесение в почву 45 кг удобрений, содержащих 11% азота и 48% фосфора, привело к увеличению веса соломы яровой пшеницы на 0,6-0,8 т/га [4]. Следовательно, без усиленного применения минеральных удобрений, адресного локального внесения органических удобрений проблему повышения плодородия почвы не решить [1, 2, 5].

В практике сельского хозяйства Республики Казахстан внедрение в производство технологий внутрипочвенного внесения повышенной дозы удобрений до посева и при посеве осуществляется медленно из-за отсутствия необходимой техники, хотя перспективность и экологическая безопасность данного способа не вызывают сомнений [6-13].

Цель настоящей работы – теоретическое обоснование конструктивной схемы установки вибрируемой пластины туковысевающего устройства для основного внесения органоминеральных удобрений.

**Материалы и методы исследований.** Для решения проблемы равномерного распределения удобрений внутри почвы, унификации машин для внесения минеральных и органических удобрений на кафедре технической механики Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина разработано высевающее устройство для внесения основной дозы органоминеральных удобрений [14].

Высевающее устройство состоит из бункера со сводоразрушителем и заслонкой. У высевного окна бункера на ведущем и ведомом роликах поступательно движется гибкий транспортер со штифтами. Скорость транспортера может меняться с помощью ременного вариатора или бесступенчатой коробки. У ведомого ролика установлен приемник пневмотукопровода.

Устройство работает следующим образом. Удобрение самотеком и с помощью сводоразрушителя попадают в высевное окно, и далее на поступательно движущийся транспортер. Удобрение, вовлекаемое штифтами, распределяется на поверхности транспортера и транспортируется на сход. На сходе, у ведомого ролика удобрения с транспортера перемещается в приемник пневмотукопровода и распределяются по сошникам. Призматические штифты расположены шевроном, т.е. есть возможность изменения углов атаки, тем самым удобрение равномерно распределяется на поверхности транспортера. Норма высева регулируется изменением частоты вращения ведущего ролика, а также изменением угла атаки штифтов на транспортере.

Предварительные поисковые исследования показали, что удобрение через высевное окно попадают на поступательно движущийся транспортер неровным слоем. А это в свою очередь приводит к неравномерному распределению органоминеральных удобрений в почве.

Для получения равномерно распределенного слоя удобрений на транспортере предложено техническое решение, заключающееся в установлении после высевного окна компенсирующей камеры [15].

Внутри компенсирующей камеры продольно установлена упругая пластина 11, в центре которой одним концом закреплен стержень 12 (рисунок 1). Другой конец стержня подсоединен к вибратору 13, установленному снаружи компенсирующей камеры.

В этом случае технологический процесс высева осуществляется следующим образом. Непрерывный поток удобрения подается в высевное окно 3 и далее поток проходит в компенсирующую камеру, где под воздействием пластины 1, вибрирующей в диапазоне звуковой частоты, получается псевдоожиженное состояние и удобрение ровным слоем попадает на поступательно движущийся транспортер. Удобрение, вовлекаемое штифтами, распределяется ровным слоем на поверхности транспортера и транспортируется в приемник пневмотукопровода, затем распределяется по сошникам. Проведенные поисковые опыты показали, что применение вибрирующей пластины в среде гранулированных минеральных и органических удобрений позволяет также разрушать комки удобрений и исключает сводообразование.

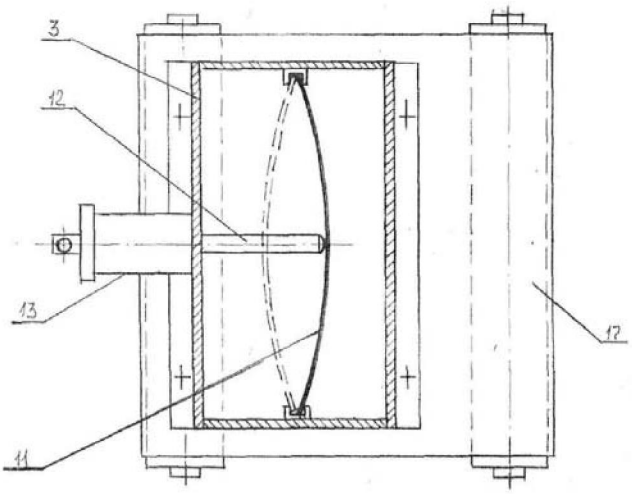


Рисунок 1 – Компенсирующая камера туковысевающего устройства

**Результаты и обсуждение.** Ранее нами рассмотрены колебания высевающей системы машины для внесения удобрений. Создана динамическая модель дозатора посредством матричной механики как система с семью степенями свободы. Приведены числовые и графические результаты определения собственных частот, а также затухающих и вынужденных колебаний системы, состоящей из корпуса бункера и вибрирующей пластины.

Для обоснования конструктивной схемы установки вибрируемой пластины туковысевающего устройства рассмотримизгибные колебания вибрируемой пластины в качестве одномерной континуальной системы. Модель вибрируемой пластины представлена в виде конструкции, состоящей из двух стержней – *АВ* и *ДС* (рисунок 2). Концы тонкого упругого стержня *АВ* закреплены. Стержень *ДС* концом *С* закреплен к середине стержня *АВ* и может перемещаться перпендикулярно к стержню *АВ*. При этом стержень *АВ* может совершать поперечные колебания. На него через стержень *СД* действует возмущающая сила Р.

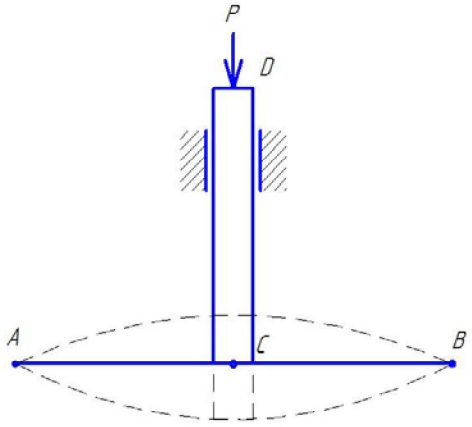


Рисунок 2 – Схема установки стержней

В начале рассмотрим собственные изгибные колебания стержня АВ, предположив, что концы стержня закреплены жестко. Случай шарнирного закрепления обоих концов приведен в литературе [16].

На основании гипотезы Бернулли и пренебрегая силами инерции частиц стержня в их движении вдоль оси дифференциальное уравнение изгибных колебаний стержня в случае балки постоянного сечения без учета сопротивления внешней среды [17] запишется в виде:

$$\frac{\partial^4 x}{\partial z^4} + \frac{m_0}{EI} \cdot \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где $x(z,t)$ – динамическая функция смещений; $EI$– жесткость при изгибе в плоскости колебаний; $m_0$ – масса единицы длины стержня; $a = \sqrt{\frac{EI}{m_0}}$ – скорость распространения фронта волны в стержне.

Соответствующее собственным колебаниям решение уравнения движения (1) представляем в форме:

$$x(z,t) = u(z)\cos(pt + \varphi), \quad (2)$$

где $u(z)$ – амплитудная функция; $p$ – угловая частота колебаний, $\varphi$ – начальная фаза.

Подставив (2) в (1), имеем:

$$\frac{d^4 u}{dz^4} - \alpha^4 u = 0, \quad (3)$$

где $\alpha^4 = \frac{p^2 m_0}{EI} = \frac{p^2}{a^2}$.

Корни характеристического уравнения,соответствующего уравнению (3), равны $\pm\alpha$ и $\pm\alpha\sqrt{-1}$. В соответствии с этим решения однородного уравнения (3) выражаются через тригонометрические и показательные функции аргумента $(\alpha z)$. Однако значительное удобство представляет использование введенных А. Н. Крыловым комбинаций этих функций. Обозначая функции Крылова символами $K_1, K_2, K_3, K_4$, можем представить решение уравнения (3) в форме:

$$u(z) = C_1 K_1(\alpha z) + C_2 K_2(\alpha z) + C_3 K_3(\alpha z) + C_4 K_4(\alpha z), \quad (4)$$

где $C_1, \ldots, C_4$ – постоянные интегрирования;

$$K_1(\alpha z) = \frac{1}{2}(ch\alpha z + \cos\alpha z);\ K_2(\alpha z) = \frac{1}{2}(sh\alpha z + \sin\alpha z);$$

$$K_3(\alpha z) = \frac{1}{2}(ch\alpha z - \cos\alpha z);\ K_4(\alpha z) = \frac{1}{2}(sh\alpha z - \sin\alpha z). \quad (5)$$

На каждом конце балки имеются два граничных условия, зависящие от способа закрепления.

В случае жесткого закрепления концов стержня граничные условия для левого конца запишется в виде:

$$u(0) = 0;\ \left.\frac{du}{dz}\right|_{z=0} = 0, \quad (6)$$

а на правом конце стержня:

$$u(l) = 0;\ \left.\frac{du}{dz}\right|_{z=l} = 0. \quad (7)$$

Применим граничные условия (6) с учетом (5). Получим:

$$u(0) = C_1 \cdot 1 = 0 \rightarrow C_1 = 0$$

$$\left.\frac{du}{dz}\right|_{z=0} = C_2\alpha = 0 \rightarrow C_2 = 0$$

В этом случае решение (4) дифференциального уравнения (3) упрощается:

$$u(z) = C_3 K_3(\alpha z) + C_4 K_4(\alpha z). \quad (8)$$

Теперь применим граничные условия (7):

$$\left.\begin{array}{l} u(l) = C_3 K_3(\alpha l) + C_4 K_4(\alpha l) = 0 \\ \left.\frac{du}{dz}\right|_{z=l} = C_3\alpha K_2(\alpha l) + C_4\alpha K_3(\alpha l) = 0 \end{array}\right\}.$$

Тогда

$$\left.\frac{du}{dz}\right|_{z=l} = C_4\alpha\left(-\frac{K_4(\alpha l)}{K_3(\alpha l)} \cdot K_2(\alpha l) + K_3(\alpha l)\right) = 0.$$

С учетом, что $C_4\alpha \neq 0$ имеем уравнение частот, выраженное через функции Крылова виде:

$$K_3^2(\alpha l) - K_2(\alpha l) \cdot K_4(\alpha l) = 0, \tag{9}$$

где введены обозначения $\lambda = \alpha l$ или $\alpha = \frac{\lambda}{l}$.

Применив выражения функций Крылова (5), получим:

$$\cos\lambda = \frac{1}{ch\lambda} \tag{10}$$

Графическое решение этого уравнения показано на рисунке 3. Точки пересечения двух линий дают значения $\lambda$. Из рисунка следует, что корни уравнения (10) бесконечны. Нулевое значение $\lambda$ соответствует поступательному или вращательному движению балки как жесткого тела. Корни уравнения (10): $\lambda_1 = 4{,}694$; $\lambda_2 = 7{,}854$, а при $\kappa > 2$ решение можно представить в виде:

$$\lambda_\kappa = \frac{2\kappa-1}{2}\pi, k = 1,2,3, \ldots \tag{11}$$

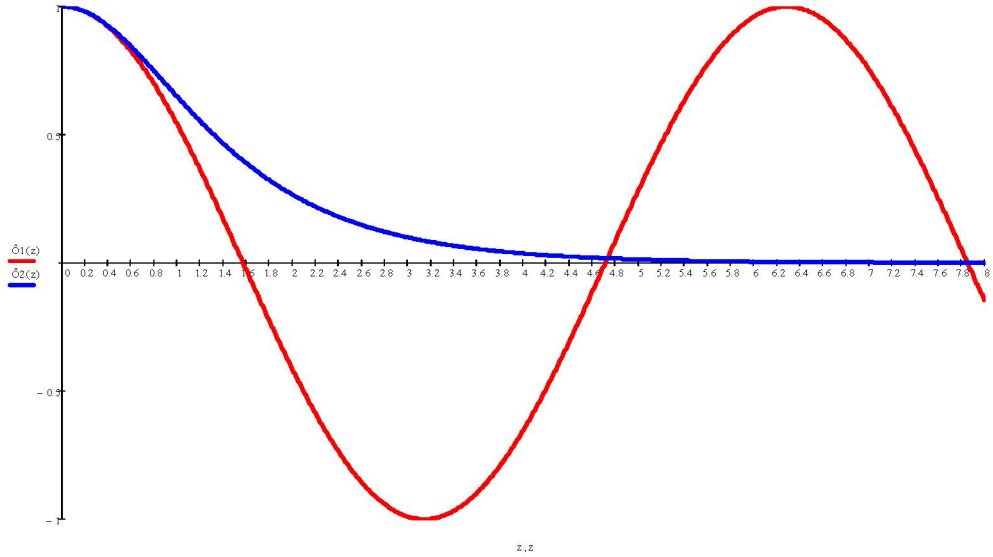


Рисунок 3 – Графическое решение уравнения частот (10)

Частоты колебаний определяются по формуле:

$$p_\kappa = \frac{\lambda_\kappa^2}{l^2}\sqrt{EI/m_0} = \frac{\lambda_\kappa^2}{l^2}a. \tag{12}$$

Амплитудные функции определяются уравнением:

$$u_\kappa(z) = K_4(\lambda_\kappa) \cdot K_3\left(\lambda_\kappa \frac{z}{l}\right) - K_3(\lambda_\kappa) \cdot K_1\left(\lambda_\kappa \frac{z}{l}\right), k = 1,2,3, \ldots \tag{13}$$

Нормальные частоты и формы собственных колебаний стержня с жестко закрепленными концами определены выше. Применим полученные результаты для решения задачи о вынужденных колебаниях стержня, когда на середину стержня приложена периодический возмущающая сила, разложив вынужденные колебания по собственным функциям системы и выразив решение в виде бесконечного ряда. Преимуществом указанного метода является его общность.

Согласно методу главных координат смещение любой точки балки может быть представлено в виде:

$$x(z,t) = \sum_{\kappa=1}^{\infty} q_\kappa(t) \cdot u_\kappa(z). \tag{14}$$

где $u_\kappa(z)$ – прогиб при том нормальном колебании (амплитудная функция); $q_\kappa(t)$ – функция времени (главная координата), определяемая из уравнения:

$$\ddot{q}_\kappa + p_\kappa^2 q_\kappa = Q_\kappa(t)/\mathfrak{M}_\kappa. \tag{15}$$

Здесь $p_к$–$к$-я собственная частота, определяемая выражением (11), $Q_к$ – обобщенная сила, равная сумме произведений возмущающих сил на перемещения точек их приложения при – томнормальном колебании, $\mathfrak{M}_к = \int_0^l u_к^2 m_0 dz$ – обобщенная масса. Для балки постоянного сечения на жестких опорах упругая линия при –томколебании, представляет собой линию, соответствующую выражению (13).

Таким образом, обобщенная масса:

$$\mathfrak{M}_к = \int_0^l \left(K_4(\lambda_к)\cdot K_3\left(\lambda_к \frac{z}{l}\right) - K_3(\lambda_к)\cdot K_1\left(\lambda_к \frac{z}{l}\right)\right)^2 m_0 dz = \frac{m_0 l}{4} B_k, \quad (16)$$

где постоянная величина обозначена:

$$B_k = \left[(sh\lambda_к - \sin\lambda_к - ch\lambda_к + \cos\lambda_к)^2\left(\frac{1}{4\lambda_к} sh(2\lambda_к) + \frac{1}{2}\right) - \right.$$
$$-((sh\lambda_к - \sin\lambda_к)^2 - (ch\lambda_к - \cos\lambda_к)^2)\left(\frac{2}{\lambda_к} ch\lambda_к(\cos\lambda_к + \sin\lambda_к) - 2\right) +$$
$$\left. +(sh\lambda_к - \sin\lambda_к + ch\lambda_к - \cos\lambda_к)^2\left(\frac{1}{4\lambda_к}\sin(2\lambda_к) + \frac{1}{2}\right)\right] \quad (17)$$

Обобщенная сила:

$$Q_к = P(t)u_к(l/2) = P_0\left(K_4(\lambda_к)\cdot K_3\left(\frac{\lambda_к}{2}\right) - K_3(\lambda_к)\cdot K_4\left(\frac{\lambda_к}{2}\right)\right)\sin\omega t, \quad (18)$$

Уравнение, определяющее функции $q_к(t)$, принимает форму:

$$\ddot{q}_к + p_к^2 q_к = \frac{4P_0}{m_0 l B_k}\sin\omega t. \quad (19)$$

Решение этого уравнения имеет вид:

$$q_к(t) = \frac{4P_0}{m_0 l\cdot B_k(p_k^2 - \omega^2)}\sin\omega t. \quad (20)$$

Смещение в любом сечении стержня при вынужденных колебаниях определяются формулой:

$$x(z,t) = \frac{4P_0}{m_0 l}\sin\omega t \sum_{к=1}^{\infty} \frac{K_4(\lambda_к)\cdot K_3\left(\lambda_к \frac{z}{l}\right) - K_3(\lambda_к)\cdot K_1\left(\lambda_к \frac{z}{l}\right)}{B_k(p_k^2 - \omega^2)}. \quad (21)$$

Прогибы обращаются в бесконечность, если частота возмущения $\omega$ совпадает с одной из частот собственных колебаний балки.

Теперь рассмотрим задачу об изгибных колебаниях стержня с жестким закреплением обоих концов при наличии вязкого трения, когда коэффициенты вязкого трения пропорциональны массам или жесткостям элементов системы. Дифференциальное уравнение движения стержня с учетом внешнего и внутреннего трения записывается в виде:

$$EI\left(\frac{\partial^4 x}{\partial z^4} + \alpha_2 \frac{\partial^5 x}{\partial z^4 \partial t}\right) + m_0 \frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + \alpha_1 \frac{\partial x}{\partial t} = 0. \quad (22)$$

где $\alpha_1$ – коэффициент, учитывающий внешнее трение, $\alpha_2$ – коэффициент, учитывающий внутреннее трение.

Уравнение (22) имеет решение вида (14): $x(z,t) = q_к(t)u_к(z)$, где $u_к(z)$ – $к$-я форма собственных колебаний бруса без трения (13).

Подставив выражение (14) в уравнение (22), и учитывая, что функция $u_к(z)$ удовлетворяет дифференциальному уравнению (3), получим дифференциальное уравнение, определяющее обобщенную координату $q_к(t)$:

$$\ddot{q_к} + (\alpha_1 + p_к^2\alpha_2)\dot{q_к} + p_к^2 q_к = 0, k = 1,2,3,\ldots \quad (23)$$

Обозначим $2n_к = \alpha_1 + p_к^2\alpha_2$. Значения коэффициента $n_к$ принимают на основе экспериментальных данных. Так, например, при гармоническом возмущении частоты, учитывая, что ни потери на внутреннее трение для большинства материалов, ни конструкционный гистерезис от частоты не зависят, полагают $n_к$ обратно пропорциональным частоте возмущения.

Дифференциальное уравнение (23) запишется в виде:

$$\ddot{q_к} + 2n_к\dot{q_к} + p_к^2 q_k = 0, k = 1,2,3, \ldots \quad (24)$$

Решение дифференциального уравнения (24) с учетом начальных условий $t = 0, q_k(0) = q_{k0};\ , \dot{q}_k(0) = \dot{q}_{k0}$:

$$q_k = A_k e^{-nt}\sin(p_k^* t + \varphi_0), \quad (25)$$

где $p_k^* = \sqrt{p_к^2 - n^2}, A_k = \sqrt{q_{k0}^2 + \frac{(\dot{q}_{k0}+nq_{k0})^2}{p_к^2-n^2}}, \varphi_0 = arctg\left(\frac{q_{k0}\sqrt{p_к^2-n^2}}{\dot{q}_{k0}+nq_{k0}}\right)$.

Дифференциальное уравнение вынужденных колебаний под действием периодической возмущающей силы с учетом затухания в главных координатах запишется в виде:

$$\ddot{q_к} + 2n_к\dot{q_к} + p_к^2 q_k = \frac{4P_0}{m_0 l B_k}\sin\omega t\,., k = 1,2,3,.. \quad (26)$$

При $n_к < p_к$общее решение уравнения (26) примет вид

$$q_k = e^{-n_k t}(C_1 cos(p_k^* t) + C_2 sin(p_k^* t)) + \frac{h_k}{\sqrt{(p_к^2-\omega^2)^2+4n_k^2\omega^2}}\sin(\omega t - \varepsilon), \quad (27)$$

где $h_k = \frac{4P_0}{m_0 l B_k}, \varepsilon = arctg\frac{2n_k\omega}{p_к^2-\omega^2}, C_1 и C_2.$ – постоянные интегрирования.

Уравнение (27) показывает, что тело совершает сложное колебательное движение и можно считать, что по истечении некоторого промежутка времени, называемого периодом установления, тело будет совершать только вынужденные колебания.

Ниже приведены расчеты амплитуды вынужденных колебаний для некоторых обобщенных координат когда $P_0 = 50Н, \omega = 50Гц, m_0 l = 0{,}1068кг$,

| | $\lambda_1 = 4{,}694$ $n_1 = 0{,}9$ | $\lambda_2 = 7{,}854$ $n_2 = 0{,}8$ | $\lambda_3 = 10{,}995$ $n_2 = 0{,}6$ | $\lambda_4 = 14{,}137$ $n_2 = 0{,}4$ |
|---|---|---|---|---|
| $\frac{h_k}{\sqrt{(p_к^2-\omega^2)^2+4n_k^2\omega^2}}$ | -0,000084 | -0,178 | -0,368 | -0,739 |

**Заключение**. Таким образом, решена задача об изгибных колебаниях стержня с жесткими закреплениями обоих концов как одномерной модели вибрируемой пластины бункера машины для внесения удобрений. Применение метода главных координат дало возможность определить собственные частоты, амплитудные формы собственных колебаний без учета и с учетом сопротивления среды, а также изучить вынужденные колебания в случае действия на середину стержня периодической возмущающей силы. Собственные частоты стержня приблизительно совпали с результатами расчета модели бункера, определенными ранее. Поэтому можно отметить, что априори установленная схема установки вибратора компенсирующей камеры является верной. Результат работы можно использовать для дальнейшего анализа влияния характеристик колебаний на неравномерность и неустойчивость высева основной дозы минеральных удобрений.

**ЛИТЕРАТУРА**

[1] Куришбаев А.К. Состояние и проблемы зернового производства в Республике Казахстан// Вестник с.-х. науки Казахстана.-2003.- № 11. – С.4.

[2] Елешев Р.Е. Агрохимическое обслуживание в Казахстане: состояние и перспективы // Вестник с.-х. науки Казахстана. –2005. – № 9.– С. 20.

[3] Бараев А.И. Почвозащитное земледелие. – М.: Колос, 1975.– С.3– 120.

[4] Хорошилов И.И. О зарубежном опыте производства зерна и продуктов животноводства в районах сходных в природном отношении с районами целинных земель. – М.: Колос, 1966. – 223 с.

[5] Госсен Э.Ф. К вопросу об агроландшафтном районировании пашни Северного Казахстана с помощью дистанционного зондирования // Сборник статей по мат. Докладов науч.-теор. Конф. «Освоение целинных и залежных земель: история и современность » (4-6 декабря 2003 года).– Астана: КазАУ им. С.Сейфуллина, 2004.– С.78.

[6] Сулейменов М.К. Интенсивная технология возделывания яровой пшеницы. – Алма– Ата: Кайнар, 1988. – С.18.

[7] Вахрамеев Ю.И. и др. Локальное внесение удобрений. – М.: Росагропромиздат, 1990. – С.9.

[8] Хаджиев А.Х. Технологические основы механизации внесения органоминеральных удобрений под хлопчатник. – Янгиюль, 2002. – 170 с.

[9] Черненок В.Г. Диагностики условий фосфорного питания и потребности культур в удобрениях в условиях Северного Казахстана //Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах.: сб. докладов межд. Науч.– практ. Конф., посв. 50– летию РГП «НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева» МСХ РК. – Шортанды, 2006. – С.265– 270.

[10] Каплан И. Качество внесения удобрений. Монография. Миннеаполис– США. – 2004. – С.244.

[11] Черноволов В.А. Проблемы совершенствования машин для внесения минеральных удобрений /В.А. Черноволов //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – №5. – С. 17… 18.

[12] Черненок В.Г. Рекомендации «Научные основы и практические приемы управления плодородием почв и продуктивностью культур в Северном Казахстане». – Астана, 2009. – 66 с.

[13] Филонов В.М. Роль удобрений в интенсификации земледелия//Современные проблемы почвозащитного земледелия и пути повышения устойчивости зернового производства в степных регионах: сб. докладов межд. науч.-практ. конф., посв. 50-летию РГП «НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева» МСХ РК. – Шортанды, 2006. – С.257– 264.

[14] Патент 9706 U Респ. Беларусь, МПК A 01C 15/00 ; заявитель Белорус.гос. аграр. Техн. Ун-т. – № u 20130387 ; заявл. 05.06.2013; опубл. 30.12.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. Цэнтр інтэлектуал. Уласнасці. – 2013. – № 5. – С.226.

[15] Заключение НИИС РК №12-4/444 от 11.06.2015 года о выдаче инновационного патента на изобретение по заявке №2014/1425.1 «Высевающее устройство».

[16] Бидерман В.Л. Прикладная теория механических колебаний. – М.: Высшая школа, 1972.–416 с.

[17] Василенко Н.В. Теория колебаний. – К.: Вища школа, 1992. – 430 с.

**REFERENCES**

[1] Kurishbaev A.K. Sostojanie i problemy zernovogo proizvodstva v Respublike Kazahstan// Vestnik s.-h. nauki Kazahstana.-2003.- № 11. – S.4.

[2] Eleshev R.E. Agrohimicheskoe obsluzhivanie v Kazahstane: sostojanie i perspektivy // Vestnik s.-h. nauki Kazahstana. –2005. – № 9.– S. 20.

[3] Baraev A.I. Pochvozashhitnoe zemledelie. – M.: Kolos, 1975.– S.3– 120.

[4] Horoshilov I.I. O zarubezhnom opyte proizvodstva zerna i produktov zhivotnovodstva v rajonah shodnyh v prirodnom otnoshenii s rajonami celinnyh zemel'. – M.: Kolos, 1966. – 223 s.

[5] Gossen Je.F. K voprosu ob agrolandshaftnom rajonirovanii pashni Severnogo Kazahstana s pomoshh'ju distancionnogo zondirovanija // Sbornik statej po mat. Dokladov nauch.-teor. Konf. «Osvoenie celinnyh i zalezhnyh zemel': istorija i sovremennost' » (4-6 dekabrja 2003 goda).– Astana: KazAU im. S.Sejfullina, 2004.– S.78.

[6] Sulejmenov M.K. Intensivnaja tehnologija vozdelyvanija jarovoj pshenicy. – Alma– Ata: Kajnar, 1988. – S.18.

[7] Vahrameev Ju.I. i dr. Lokal'noe vnesenie udobrenij. – M.: Rosagropromizdat, 1990. – S.9.

[8] Hadzhiev A.H. Tehnologicheskie osnovy mehanizacii vnesenija organomineral'nyh udobrenij pod hlopchatnik. – Jangijul', 2002. – 170 s.

[9] Chernenok V.G. Diagnostiki uslovij fosfornogo pitanija i potrebnosti kul'tur v udobrenijah v uslovijah Severnogo Kazahstana //Sovremennye problemy pochvozashhitnogo zemledelija i puti povyshenija ustojchivosti zernovogo proizvodstva v stepnyh regionah.: sb. dokladov mezhd. Nauch.– prakt. Konf., posv. 50-letiju RGP «NPC zernovogo hozjajstva im. A.I. Baraeva» MSH RK. – Shortandy, 2006. – S.265– 270.

[10] Kaplan I. Kachestvo vnesenija udobrenij. Monografija. Minneapolis– SShA. – 2004. – S.244.

[11] Chernovolov V.A. Problemy sovershenstvovanija mashin dlja vnesenija mineral'nyh udobrenij /V.A. Chernovolov //Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2000. – №5. – S. 17… 18.

[12] Chernenok V.G. Rekomendacii «Nauchnye osnovy i prakticheskie priemy upravlenija plodorodiem pochv i produktivnost'ju kul'tur v Severnom Kazahstane». – Astana, 2009. – 66 s.

[13] Filonov V.M. Rol' udobrenij v intensifikacii zemledelija//Sovremennye problemy pochvozashhitnogo zemledelija i puti povyshenija ustojchivosti zernovogo proizvodstva v stepnyh regionah: sb. dokladov mezhd. Nauch.– prakt. Konf., posv. 50-letiju RGP «NPC zernovogo hozjajstva im. A.I. Baraeva» MSH RK. – Shortandy, 2006. – S.257– 264.

[14] Patent 9706 U Resp. Belarus', MPK A 01S 15/00 ; zajavitel' Belorus.gos. agrar. Tehn. Un-t. – № u 20130387 ; zajavl. 05.06.2013; opubl. 30.12.2013 // Aficyjny bjul. / Nac. Cjentr intjelektual. Ulasnasci. – 2013. – № 5. – S.226.

[15] Zakljuchenie NIIS RK №12-4/444 ot 11.06.2015 goda o vydache innovacionnogo patenta na izobretenie po zajavke №2014/1425.1 «Vysevajushhee ustrojstvo».

[16] Biderman V.L. Prikladnaja teorija mehanicheskih kolebanij. – M.: Vysshaja shkola, 1972.–416 s.

[17] Vasilenko N.V. Teorija kolebanij. – K.: Vishha shkola, 1992. – 430 c.

**С. О. Нукешев, И. К. Мамырбаева, Т. Е. Санкибаев, А. Т. Балабекова**

С. Сейфуллин ат. Қазақ агротехникалық университеті, Астана, Қазақстан

## ТҰҚЫМ СЕБЕТІН ҚҰРЫЛҒЫНЫҢ ДІРІЛДЕТКІШІ КОНСТРУКТИВТІК ҮЛГІСІНІҢ НЕГІЗДЕМЕСІ

**Түйін сөздер:** тұқым себетін құрылғы, минералды тыңайтқыш, серпінді білік, бүркеншіксіз шеге, шиберлі жапқыш, бункер, дөңес бұзушы.

**Аннотация.** Қазақстан Республикасының ауыл шаруашылығында тыңайтқыш технологиясының басты дозасын енгізу кеңінен қолданылатын ішкі байланысты қажетті құрал-жабдықтарды болмауына баяу болды. Нәтижесінде, бұл машиналар кеңінен өндіру кезінде пайдаланылмайтын.

Топырақта тыңайтқыштар біркелкі бөлу мәселесін шешу үшін, минералды және органикалық тыңайтқыштар қолдану үшін машиналар біріздендіру органикалық тыңайтқыштың негізгі мөлшерін жасауға егілген құрылғысы ұсынылды. Тыңайтқыш бірыңғай ағынын алу тұқым терезесінде астына орнатылған шақтама пластинасының арасындағы өтемақы камераның пайдалануы арқылы жүзеге асырылады. Теориялық зерттеулер классикалық механика заңдарына негізделген. Теориялық зерттеулер нәтижесінде дірілдеткіш пластинаны және оның амплитудасының жиілікті сипаттамалары арасындағы сындарлы орнату сызбасы дәлелденді.