

УДК 631.331

05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ ВИБРАЦИОННОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

Тлишев Адам Измаилович

к.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код: 1872-2847

email: a_tlishev@mail.ru

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Жадько Валерия Витальевна

магистр, Scopus Author ID: 57220178312,

РИНЦ SPIN-код: 7615-6998,

velari99@gmail.com

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина», 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

В статье представлено описание устройства и технологического процесса работы модернизированной зерновой сеялки СЗ-3,6 с разработанным на кафедре процессы и машины в агробизнесе вибрационным высевающим аппаратом. Целью данной работы является исследование управляемого процесса качественного дозирования семян пшеницы без их повреждения с помощью вибрационных высевающих аппаратов, устанавливаемых на зерновую сеялку СЗ-3,6 вместо заводских катушечных высевающих аппаратов. Представлен расчет параметров и обоснование режимов работы вибрационного высевающего аппарата позволяющих распределять семена заданного количества на засеваемые площади. Модернизация сеялки заключается в замене катушечного высевающего аппарата на вибрационный высевающий аппарат. Геометрические параметры корпуса вибрационного высевающего аппарата соответствуют аналогичным параметрам серийного катушечного высевающего аппарата, что позволяет оставить без изменения элементы сеялки, с которыми сопрягаются корпуса вибрационных высевающих аппаратов

Ключевые слова: ЗЕРНОВАЯ СЕЯЛКА, РАБОЧАЯ СКОРОСТЬ, ВИБРАЦИОННЫЙ ВЫСЕВАЮЩИЙ АППАРАТ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ЧАСТОТА КОЛЕБАНИЙ, ЧИСЛО ОБОРОТОВ, ЗАДАТЧИК НОРМЫ ВЫСЕВА, ПЕРЕДАТОЧНОЕ ОТНОШЕНИЕ, МОМЕНТ ВНЕШНИХ СИЛ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-176-016>

UDC 631.331

05.20.01 - Technologies and means of mechanization of agriculture (technical sciences)

STUDYING A VIBRATION SEEDER

Tlishev Adam Izmailovich,

Cand.Tech. Sci, professor

RSCI SPIN code: 1872-2847

email: a_tlishev@mail.ru

FGBOU «Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin», 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina, 13

Zhadko Valeria Vitalievna

Bachelor, Scopus Author ID: 57220178312,

RSCI SPIN-code: 7615-6998,

velari99@gmail.com

FGBOU «Kuban state agrarian University named after I. T. Trubilin», 350044, Russia, Krasnodar, Kalinina, 13

The article presents a description of the device and technological process of operation of the modernized grain seeder SZ-3,6 with a vibration seeding device developed at the department of processes and machines in agribusiness. The purpose of this work is to study the controlled process of high-quality dosing of wheat seeds without damaging them using vibratory sowing devices installed on the SZ-3.6 grain seeder instead of factory reel-to-reel sowing devices. The calculation of the parameters and justification of the operating modes of the vibratory sowing device allowing to distribute seeds of a given amount over the sown area are presented. The modernization of the seeder consists in replacing the reel-type sowing device with a vibrating sowing device. The geometrical parameters of the housing of the vibratory sowing device correspond to those of the serial reel-type sowing device, which allows leaving unchanged the elements of the seeder, with which the housings of the vibrating sowing devices mate

Keywords: GRAIN SEEDER, WORKING SPEED, VIBRATING SEEDING UNIT, PRODUCTIVITY, VIBRATION FREQUENCY, NUMBER OF ROTATIONS, SEEDING RATE PROBLEM, TRANSMISSION RATIO, EXTERNAL MOMENT

В Российской Федерации пшеница является важнейшей культурой и под его возделывание приходится большая часть площадей земельных угодий (21 – 26 млн. га.). Наряду со множеством факторов, урожайность пшеницы зависит от равномерности распределения семян по рядкам, что в свою очередь определяется качеством работы высевающего аппарата сеялок. Для посева зерновых культур используются высевающие аппараты, отличающиеся по конструкции, анализ которых показывает, что они практически все требуют усовершенствования. Так, анализ работы катушечного высевающего аппарата свидетельствует о неравномерности дозирования, при котором коэффициент неравномерности посева превышает 10% при допустимом по ГОСТ 26711-89 – 2,8% [1].

Следующим недостатком катушечного высевающего аппарата является – повреждение семенного материала. Дробление семян пшеницы в катушечных высевающих аппаратах составляет 0,5-2 %, а микроповреждения от 24,3 до 35,7 % [5, 7, 8].

Исследования работы вибрационного высевающего аппарата, разработанного на кафедре процессы и машины в агробизнесе кубанского ГАУ показали, что наиболее перспективным высевающим аппаратом является вибрационный. Под действием вибрации в вибрационном дозирующем устройстве семена «разжижаются» приобретая свойство жидкости, равномерно тонким управляемым слоем, исключая возможность образования сводов истекают через дозирующее окно в семяпровод.

Цель данной работы – исследование управляемого процесса качественного дозирования семян пшеницы без их повреждения с помощью вибрационных высевающих аппаратов, устанавливаемых на зерновую сеялку СЗ-3,6 вместо заводских катушечных высевающих аппаратов.

Задачи исследования: определение оптимальных режимов и параметров работы вибрационного высевающего аппарата позволяющих распределять семена заданного количества на засеваемые площади.

На кафедре процессы и машины в агробизнесе ведутся работы, направленные на разработку универсального метода формирования потоков из общей массы дозаторами семян с использованием вибрации.

На рисунке 1 представлена зерновая сеялка, на которой смонтированы вместо заводских катушечных вибрационные высевальные аппараты, включающая: сошниковую группу 1, спицу 2, раму 3, привод 4 с задатчиком нормы высева 5, импульсно-вибрационный высевальный аппарат 8, семяпроводы 9, упругие рабочие органы для выравнивания поверхности 10. Высевальный аппарат снабжен шкалой 11, для контроля положения регулирующей заслонки 14, которую перемещают рычагом 12. В бункере 13 размещаются семена высеваемой культуры (пшеницы). Высевальный аппарат включает вибрирующий рабочий орган 15, вал 16, рычаг привода рабочего органа 17, возвратную пружину 18, упорную гайку рычага привода вала рабочего органа 19 с контргайкой 20, стойку 21.

Рабочий процесс осуществляется следующим образом. При движении сеялки от привода 4 задатчик нормы высева 5 через рычаг привода воздействует на рабочий орган дозатора с заданной частотой и регулируемой амплитудой. Под действием вибрационных колебаний семена истекают из бункера 7 и попадают на рабочий орган, который совершает колебания с определенной угловой амплитудой. Под действием угловых колебаний рабочего органа семена направляются в семяпровод, туда же одновременно подаются удобрения от серийного туковысевающего аппарата 8. Норма высева семян регулируется изменением положения заслонки 14, частотой колебания рабочего органа и его амплитудой колебания.

На сеялку установлено двадцать четыре высевальных аппарата размещенные на двух валах 16. Сеялка разделена на две секции, имеет два датчика нормы высева и два приводных вала, что позволяет снизить энергозатраты на привод дозаторов. Конструкция предложенного импульсно-вибрационного аппарата разработана так, что она устанавливается на те же крепежные места, что и катушечные высевальные аппараты.

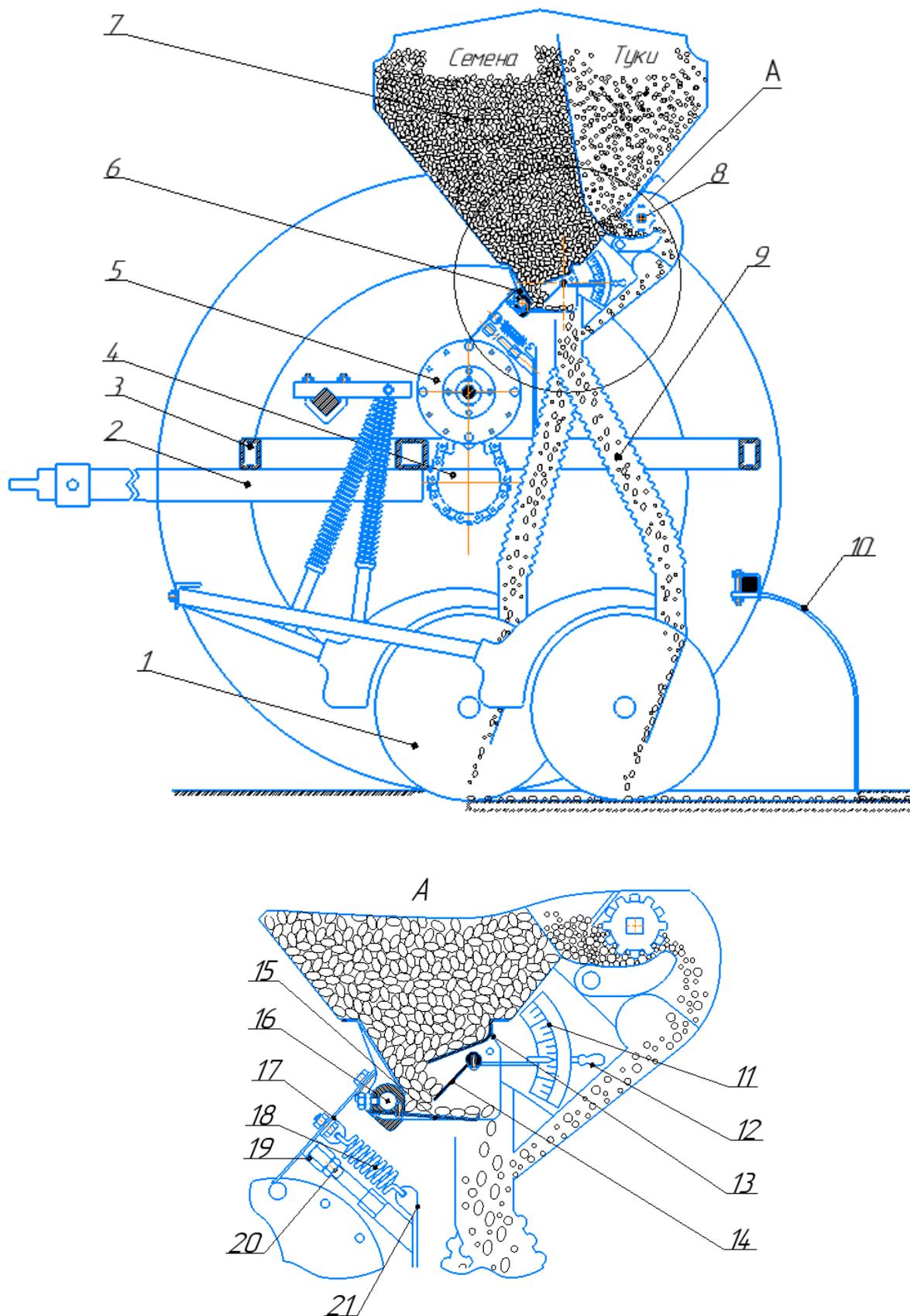


Рисунок 1 – Технологическая схема

Привод вала рабочего органа 16 каждой секции осуществляется от одного задатчика нормы высева 5.

Такое конструктивное решение позволяет производить замену катушечных высевающих аппаратов сеялок без особых затрат ручного труда и материалов. Предложенная конструкция дозатора позволяет использовать ту же методику настройки на заданную норму высева, что и серийная сеялка. При подготовке сеялки к работе, норму высева устанавливают следующим образом: в начале, исходя из агротехнической нормы высева, определяют секундную производительность дозатора при определенной скорости высева. Затем рычаг 12 устанавливают по шкале 11 в нужное положение, под семяпроводы 19 устанавливаются ящики для сбора высеянных семян. Домкратом поднимают одно приводное колесо и вращают его двенадцать раз, что соответствует определенной площади высева. Величина засеваемого участка рассчитывается по формуле:

$$S = \pi \cdot D \cdot n \cdot b, \quad (1)$$

где S – площадь посева, м²;

D – диаметр колеса, м ;

n – число оборотов колеса, шт.;

b – ширина сеялки, м;

$\pi = 3,14$.

Проводятся опыты в трех кратной повторности, определяют среднюю подачу семян и сравнивают ее с расчетной величиной. В случае, не совпадения фактического высева и расчетной величины, выполняют корректировку рычагом 12. Допустимое отклонение от нормы 3%. Остальные регулировки производятся так же, как и у серийных зерновых сеялок.

На рисунке 2 представлена расчетная схема высевающего аппарата.

Схема включает рабочий орган 1 в виде упругой пластину 1, одновременно являющуюся дном вибрационного высевающего аппарата, задат-

чик нормы высева 2, представляющую собой вал с пальцами, дозирующее отверстие 3 сообщающееся с выходным окном 4 через порожек высотой h . К выходному окну 4 подсоединяется семяпровод.

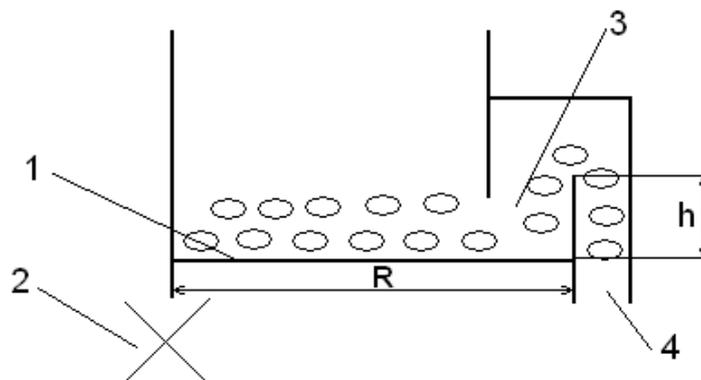


Рисунок 2 Расчетная схема высевающего аппарата:

1 – рабочий орган; 2 – задатчик нормы высева; 3 – дозирующее отверстие; 4 – окно выходное сообщающееся с семяпроводом

Одним из основных показателей работы высевающего аппарата является производительность, которая вычисляется по формуле 2.

$$n_c = \frac{V_c}{l_u}, \quad (2)$$

где V_c – скорость посевного агрегата (сеялки), км/ч; $V_c = 8 \text{ км/ч} = 2,2 \text{ м/с}$;
 l_u – интервал между семенами, м; $l_u = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м}$.

Подставив в формулу 2 значения скорости сеялки 2,2 м/с и интервал между семенами 18 мм получим количество семян, которое должно высеваться за одну секунду.

$$n_c = \frac{2,2}{18 \cdot 10^{-3}} = 122,22 \text{ шт./с.}$$

Основными показателями, от которых зависит количество высеваемых семян, является частота колебаний рабочего органа и размер дозирующего отверстия 3. Определим необходимую частоту колебаний рабочего органа, обеспечивающую заданную производительность и размеры дози-

рующего отверстия 3 (рисунок 2). При работе высевающего аппарата рабочий орган 2 совершает колебания с частотой, обеспечивающей подачу семян через дозирующее отверстие 3 в семяпровод 4. Высота подъема семян h определяется по известной формуле из курса физики.

$$h = \frac{V_0^2}{2g}, \quad (3)$$

где V_0 – начальная скорость бросания, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²; $g = 9,81$ м/с².

Начальная скорость определяется по формуле

$$V_0 = R \cdot \omega, \quad (4)$$

где R – длина рабочего органа, м; $R = 125 \cdot 10^{-3}$ м;

ω – угловая частота колебания рабочего органа, рад/с.

Тогда формула 3 примет вид

$$h = \frac{R^2 \cdot \omega^2}{2g}, \quad (5)$$

или

$$2g \cdot h = R^2 \cdot \omega^2. \quad (6)$$

Отсюда следует, что

$$\omega = \frac{1}{R} \sqrt{2g \cdot h}, \quad (7)$$

Принимаем высоту подъема семян

$$h = 3l_{\text{сем.}}, \quad (8)$$

где $l_{\text{сем.}}$ – длина (средняя) семян пшеницы, м; $l_{\text{сем.}} = 6,6 \cdot 10^{-3}$ м.

$$h = 3 \cdot 6,6 \cdot 10^{-3} = 19,8 \cdot 10^{-3} \approx 20 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Определим угловую частоту колебания рабочего органа

$$\omega = \frac{1}{125 \cdot 10^{-3}} \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ рад/с.}$$

Выразим угловую частоту колебания рабочего органа через его угловую амплитуду

$$\omega = 2 \alpha \cdot \lambda, \quad (9)$$

где α – угловая амплитуда колебания рабочего органа, рад.; $\alpha = 0,2$ рад (11°);

λ – частота рабочего органа, Гц.

Приравнивая формулы 6 и 8 запишем

$$2\alpha \cdot \lambda = \frac{1}{R} \sqrt{2g \cdot h} \quad (10)$$

отсюда

$$\lambda = \frac{\sqrt{2g \cdot h}}{2\alpha \cdot R}. \quad (11)$$

После подстановки получим

$$\lambda = \frac{\sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}}{2 \cdot 0,2 \cdot 0,125} = 12,6 \text{ Гц.}$$

Полученная частота является минимальной, обеспечивающей заданную агротехническую норму.

В виду того, что на практике норма высева лежит в широких пределах $q = 150, 200, 250$ кг/га, принимаем частоту колебаний рабочего органа в пределах $\lambda = 10, 15, 20$ Гц.

Найдем геометрические размеры рабочего органа.

Выбор геометрических размеров дозирующего отверстия аппарата производим исходя из агротехнических норм высева семян на гектар.

Размеры аппарата должны быть выбраны таким образом, чтобы он обеспечивал необходимую норму высева в линейной зависимости от частоты колебаний.

Производительность агрегата определяется по формуле:

$$P_c = \lambda \cdot n_u = \frac{V_0}{l_u}, \quad (12)$$

где n_u – количество семян, подаваемых за каждый импульс, шт.

Отсюда найдем количество семян, подаваемых за один импульс:

$$n_u = \frac{V_c}{l_u \cdot \lambda}. \quad (13)$$

Подставив значения, получим

$$n_u = \frac{2,22}{18 \cdot 10^{-3} \cdot 10} = 12,3 \text{ шт.}$$

Принимаем, что за каждый импульс должно подаваться 12 семян.

Определим площадь дозирующего отверстия.

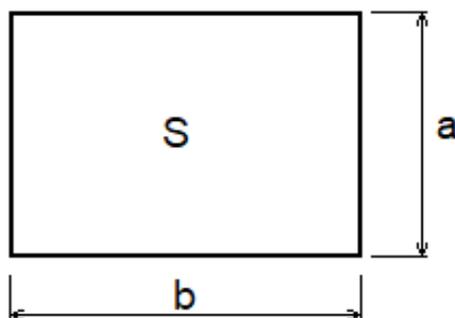


Рисунок 3 Расчетная схема дозирующего отверстия

Найдем площадь отверстия

$$S_{отв.} = b \cdot a = \frac{\pi \cdot l_{сем.}^2}{4} n_u. \quad (14)$$

где b – ширина дозирующего отверстия, мм;

a – длина дозирующего отверстия, конструктивно $a = 20$ мм;

$l_{сем.}$ – средняя длина семян, принимаем $l_{сем.} = 7$ мм.

Отсюда найдем ширину дозирующего отверстия

$$b = \frac{n_u \cdot \pi \cdot l_{сем.}^2}{4a}. \quad (15)$$

Подставив значения, получим

$$b = \frac{12 \cdot 3,14 \cdot 49}{4 \cdot 20} = 23 \text{ мм.}$$

Полученное значение размера ширины дозирующего отверстия является минимальным и учитывая возможную максимальную норму высева, принимаем ширину дозирующего отверстия $b = 30$ мм.

Выполним расчет привода аппарата. Привод осуществляется от ходового колеса сеялки и должен обеспечивать секундную подачу семян в соответствии с агротехническими требованиями.

Исходные данные для расчета:

D_x – диаметр ходового колеса сеялки, $D_x = 1,2$ м;

V_c – рабочая скорость сеялки, $V_c = 8$ км/ч = 2,2 м/с.

Из формулы

$$V_c = \pi \cdot D_x \cdot \lambda_k. \quad (16)$$

где D_x – диаметр ходового колеса сеялки, м;

V_c – рабочая скорость сеялки, м/с;

λ_k – частота вращения ходового колеса, Гц.

Найдем частоту вращения ходового колеса

$$\lambda_k = \frac{V_c}{\pi \cdot D_x}. \quad (17)$$

$$\lambda_k = \frac{2,2}{3,14 \cdot 1,2} = 0,58 \text{ Гц.}$$

Для определения передаточного отношения составим формулу

$$\lambda_{max} = \lambda_3 \cdot n_{II} = \lambda_k \cdot i \cdot n_{II}, \quad (18)$$

где λ_3 – частота вращения задатчика, Гц;

i – передаточное отношение,

n_{II} – количество пальцев, $n_{II} = 12$ шт.

$$i = \frac{\lambda_{\max}}{\lambda_k \cdot n_{II}}. \quad (19)$$

где λ_{\max} – максимальная частота колебаний рабочего органа, Гц.

$$i = \frac{20}{0,58 \cdot 12} = 2,8.$$

Принимаем $i = 3,0$.

Определение жесткости возвратной пружины

На рисунке 4 представлена принципиальная схема взаимодействия рабочего органа, задатчика нормы высева семян в виде валика с пальцами и возвратной пружины рабочего органа. Принятые обозначения параметров рабочего органа: l – длина, a – ширина и b – высот порожка на сходе семя с рабочего органа.

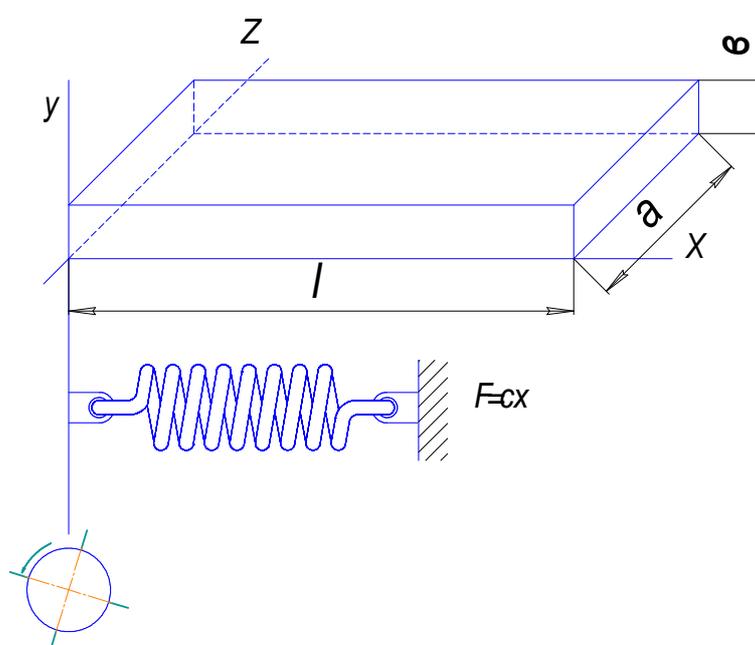


Рисунок 4 – Схема принципиальная

Из уравнения изменения кинетической энергии при вращательном движении найдем момент внешних сил

$$\frac{\sum I_c \cdot \omega^2}{2} = M_{\text{вн}} \cdot \alpha, \quad (20)$$

где α – угол поворота (0,05 рад);

I_c – момент инерции семенной камеры, кг/м²;

ω – угловая частота, с⁻¹;

$M_{\text{вн}}$ – момент внешних сил, Нм.

$$I_c = m_c \cdot n_a, \quad I_c = m_c \cdot \frac{l^2 + b^2}{3} \cdot n_a, \quad (21)$$

где m_c – масса семян в семенной камере, кг;

l – длина рабочего органа, м;

b – высота порожка рабочего органа, м.

n_a – число аппаратов, $n_a = 12$ шт.

$$I = I_c + I_g, \quad (22)$$

где I_g – момент инерции вала привода,

$$I_g = 0,5 m_g \cdot r_g^2, \quad (23)$$

где r_g – радиус вала, м;

m_g – масса вала, кг.

$$m_g = l_g \cdot \frac{\pi \cdot d_g^2}{4} \cdot \rho, \quad (24)$$

где l_g – длина вала, м, $l_g = 1,8$ м;

d_g – диаметр вала, $d = 12 \cdot 10^{-3}$ м;

ρ – плотность материала вала, кг/м³.

$$m_g = 1,8 \cdot \frac{3,14 \cdot (12 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 7800 = 1,6 \text{ кг.}$$

$$I_g = 0,5 \cdot 1,6 \cdot (6 \cdot 10^{-3})^2 = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ кг м}^2.$$

$$m_c = \rho \cdot l \cdot a \cdot b, \tag{25}$$

где a – ширина камеры, м.

$$m_c = 800 \cdot 0,12 \cdot 0,04 \cdot 0,04 = 0,156 \text{ кг},$$

$$I_c = 0,156 \cdot \frac{0,12^2 + 0,04^2}{3} \cdot 12 = 10 \cdot 10^{-3}.$$

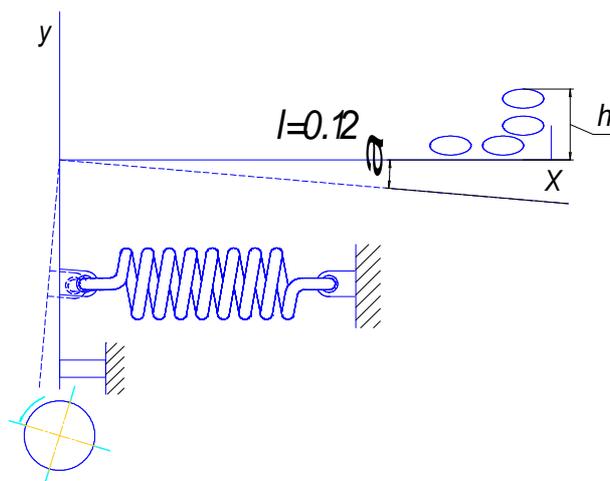


Рисунок 5 – Расчётная схема угловой частоты рабочего органа

Угловую частоту рабочего органа находим из условия подбрасывания семян – $h = 12 \cdot 10^{-3}$ м по формуле

$$h_c = \frac{R^2 \cdot \omega^2}{2g} \tag{26}$$

Отсюда угловая частота определится по формуле

$$\omega^2 = \frac{2gh_c}{R} , \tag{27}$$

$$\omega^2 = \frac{2 \cdot 9,81 \cdot 12 \cdot 10^{-3}}{(0,12)^2} = 16,4 ,$$

следовательно $\omega = 4 \text{ с}^{-1}$.

Находим момент инерции двенадцати аппаратов с валом привода по

формуле 3.21

$$I = 10 \cdot 10^{-3} + 2,9 \cdot 10^{-5} = 10^{-3} \cdot (10 + 0,029) = 10,029 \cdot 10^{-3} \text{ кг м}^2$$

Из уравнения 20 найдем момент внешних сил

$$M_{\text{вн}} = \frac{\Sigma I \omega^2}{2\alpha}, \quad (28)$$

$$M_{\text{вн}} = \frac{10,029 \cdot 10^{-3} \cdot 4^2}{2 \cdot 0,05} = 1,6 \text{ Нм.}$$

Определим значение момента внешних сил следующей зависимостью

$$M_{\text{вн}} = C \cdot X \cdot R_0, \quad (29)$$

Отсюда жесткость пружины C будет равна

$$C = \frac{M_{\text{вн}}}{X \cdot R_0}, \quad (3.30)$$

$$C = \frac{1,6}{5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1} = 312 \text{ Н/м}^2.$$

Зная жёсткость пружины находим геометрические размеры пружины.

Передаваемое пружиной усилие будет равно

$$F = C \cdot X, \quad (3.31)$$

$$F = 312 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 1,56 \text{ Н.}$$

В настоящей работе выполнено обоснование режимов и параметров технологического процесса работы вибрационного высевающего аппарата.

Нами изучено устройство, технологический процесс работы, разработана методика определения производительности вибрационного высевающего аппарата, выполнены расчеты по определению параметров: се-

менной камеры, частоты колебаний рабочего органа, величины дозирующего отверстия, момента инерции элементов аппарата подвергающихся колебаниям, угловой частоты, значения моментов внешних сил и величина усилия передаваемая возвратной пружиной.

Получены условия, позволяющие обеспечить необходимую норму высева семян с заданным интервалом, при котором семена распределяются равномерно по длине рядка.

Полученные результаты подтверждают возможность управления процессом дозирования семян вибрационным высевающим аппаратом, в котором отсутствуют вращающиеся элементы, взаимодействующие с семенами в процессе их транспортирования и дозирования, что полностью исключает их повреждаемость при посеве.

Библиографический список

1. ГОСТ 26711–1989. Сеялки тракторные. Общие технические требования. – Введ. 1990–01–01 – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 11 с.
2. Пат. RU 2173510 С2 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 С 7/02. Ручная сеялка / В. П. Иванов, А. И. Тлишев, А. В. Иванов : заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – №99124679/13 : заявл. 23.11.1999 : 20.09.2001. Бюл. № 26
3. Пат. RU 2206193 С1 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 С 7/02, 7/16. Вибрационная высевающая система ручной сеялки / Е. И. Трубилин, В. П. Иванов, А. И. Тлишев : заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – №2001128533/13 : заявл. 22.10.2001 : 20.06.2003. Бюл. № 17
4. Пат. RU 2218696 С2 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 С 7/16. Вибрационный высевающий аппарат / А. В. Иванов, А. И. Тлишев : заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – №2001110394/12 : заявл. 16.04.2001 : 20.12.2003. Бюл. № 35
5. Пугачёв А. Н. Повреждение зерна машинами / А. Н. Пугачёв. – М : «Колос», 1976. стр. 264-273.
6. Сохт К. А. Машинные технологии возделывания зерновых культур [Монография] / К. А. Сохт. – Краснодар, 2001. – 270 с.
7. Строна И. Г. Травмирование семян и его предупреждение / И. Г. Строна, А. Н. Пугачёв, С. А. Чазов и др.. М: «Колос», 1972. – 160 с.
8. Сысолин П. В. О причинах дробления семян в катушечных высевающих аппаратах сеялок / П. В. Сысолин, А. В. Ликкей, К. Г. Иваница. – «Тракторы и сельскохозяйственные машины», 1971, №4, с. 24-25.

References

1. GOST 26711–1989. Seyalki traktorny`e. Obshhie texnicheskie trebovaniya. – Vved. 1990–01–01 – M.: Izd-vo standartov, 1990. – 11 s.
2. Pat. RU 2173510 C2 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A 01 S 7/02. Ruchnaya seyalka / V. P. Ivanov, A. I. Tlishev, A. V. Ivanov : zayavitel` i patentoobladatel` Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. – №99124679/13 : zayavl. 23.11.1999 : 20.09.2001. Byul. № 26
3. Pat. RU 2206193 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A 01 S 7/02, 7/16. Vibracionnaya vy`sewayushhaya sistema ruchnoj seyalki / E. I. Trubilin, V. P. Ivanov, A. I. Tlishev : zayavitel` i patentoobladatel` Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. – №2001128533/13 : zayavl. 22.10.2001 : 20.06.2003. Byul. № 17
4. Pat. RU 2218696 S2 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A 01 S 7/16. Vibracionny`j vy`sewayushhij apparat / A. V. Ivanov, A. I. Tlishev : zayavitel` i patentoobladatel` Kubanskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet. – №2001110394/12 : zayavl. 16.04.2001 : 20.12.2003. Byul. № 35
5. Pugachyov A. N. Povrezhdenie zerna mashinami / A. N. Pugachyov. – M : «Kolos», 1976. str. 264-273.
6. Soxt K. A. Mashiny`e texnologii vozdel`vaniya zernovy`x kul`tur [Monografiya] /. K. A. Soxt. – Krasnodar, 2001. – 270 s.
7. Strona I. G. Travmirovanie semyan i ego preduprezhdenie / I. G. Strona, A. N. Pugachyov, S. A. Chazov i dr.. M: «Kolos», 1972. – 160 s.
8. Sy`solin P. V. O prichinax drobleniya semyan v katushechny`x vy`sewayushhix apparatax seyalok / P. V. Sy`solin, A. V. Likkej, K. G. Ivanicza. – «Traktory` i sel`skoxozyajstvenny`e mashiny`», 1971, №4, s. 24-25.