

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

«Пензенский государственный аграрный университет»

Совет молодых ученых и специалистов университета

Студенческое научное общество университета

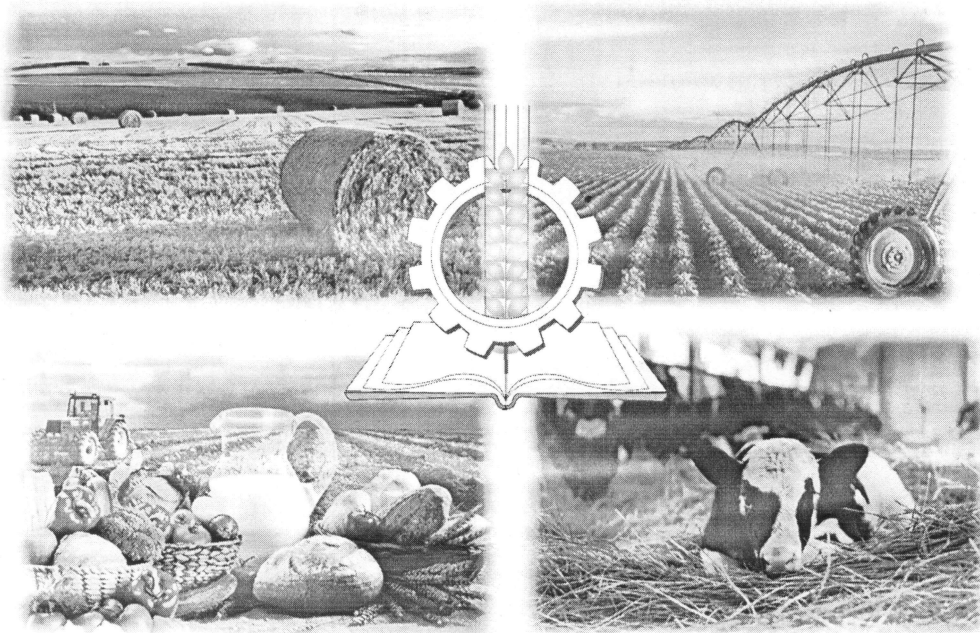
ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ МОЛОДЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Сборник материалов

Международной научно-практической конференции

27-28 марта 2025 г.

ТОМ IV



Пенза 2025

По виду привода сепараторы бывают с ручным приводом, комбинированным приводом и электромеханическим приводом.

Список литературы:

1. Зими́на, К. С. Анализ проблем очистки молока фильтрацией в условиях фермерских хозяйств / К. С. Зими́на, А. В. Яшин, Ю. В. Полывяный // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Всероссийской (национальной) научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 20–21 октября 2021 года. Том II. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 46-48. – EDN LQENHU.
2. Полывяный, Ю. В. Технические системы производства сливочного масла / Ю. В. Полывяный, А. В. Яшин. – Пенза : Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – 252 с. – ISBN 978-5-00196-137-6. – EDN DNISDC.
3. Яшин, А. В. Анализ существующих машин для очистки молока / А. В. Яшин, Ю. В. Полывяный, Е. В. Чарыкова // Организационно-методические аспекты повышения качества образовательной деятельности и подготовки обучающихся по программам высшего и среднего профессионального образования : сборник статей Всероссийской (национальной) научно-методической конференции, Пенза, 04–05 декабря 2019 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2019. – С. 286-288. – EDN KBGVPJ.
4. Конструкция и напряженно-деформированный анализ устройства для первичной обработки молока / А. В. Яшин, В. А. Овтов, Ю. В. Полывяный, А. А. Гусев // Нива Поволжья. – 2022. – № 3(63). – С. 3005. – DOI 10.36461/NP.2022.63.3.015. – EDN COARQB.
5. Конструкция, обоснование геометрических и прочностных параметров зубчато-винтового редуктора / В. А. Овтов, А. В. Поликанов, А. В. Яшин [и др.] // Нива Поволжья. – 2024. – № 1(69). – DOI 10.36461/NP.2024.69.1.008. – EDN DOWTUF.

УДК 631.331

ПРОВЕРКА ПРОЧНОСТИ ЛОЖЕОБРАЗОВАТЕЛЯ СОШНИКА

Ю.А. Алексеев, В.К. Усанкин, Д.В. Гришин

Научный руководитель – к.т.н., доцент Овтов В.А.

Пензенский государственный аграрный университет, г. Пенза, Россия

e-mail: ovtov.v.a@pgau.ru

Ключевые слова: нагрузка, изгибающий момент, прочность, ложеобразователь, сошник, почва.

Аннотация: В статье представлена трехмерная модель сошника, а также расчеты по определению внутренних силовых факторов, действующих на ложеобразователь и проведена его проверка на прочность.

CHECKING THE STRENGTH OF THE COULTER BEDFORMER

Yu.A. Alekseev, V.K. Usankin, D.V. Grishin

Scientific supervisor – candidate of technical sciences, associate professor Ovtov V.A.

Penza state agrarian university, Penza, Russia,

e-mail: ovtov.v.a@pgau.ru

Keywords: load, bending moment, strength, bedformer, coulter, soil.

Annotation: The article presents a three-dimensional model of a coulter, as well as calculations for determining the internal force factors acting on the bedformer and testing its strength.

Формирование борозды сошником оказывает существенную роль на равномерное размещение семян в почве и их прорастания. Ложеобразователь, являясь компонентом сошника, оказывает существенное влияние на плотность почвы на дне борозды, образованной сошником.

В статье приводится расчет внутренних силовых факторов, возникающих в поперечных сечениях ложеобразователя при его работе. Определение внутренних силовых факторов позволят подобрать, материал, размеры поперечного сечения, или провести проверку прочности спроектированного ложеобразователя сошника.

На рисунке 1 представлена спроектированная трехмерная модель сошника по патенту полученным Пензенским ГАУ (патент № 223820).

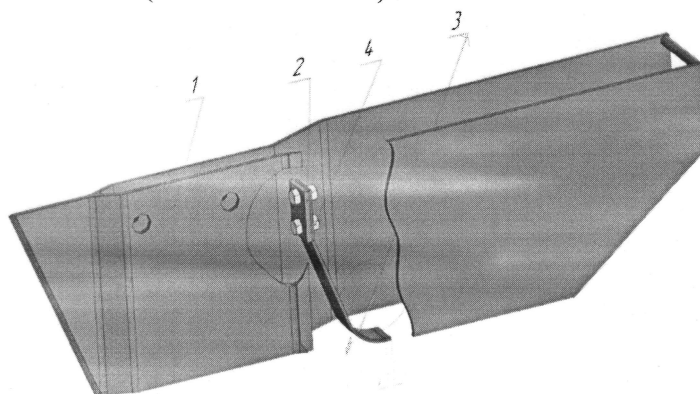


Рисунок 1 – Модель сошника

Напряжение сжатию ($\sigma_{сж}$) черноземной почвы, имеющей глинистый гранулометрический состав при влажности от 22 до 24 % составляет около 0,096 МПа [10]. При этом усилие, воздействующее на почву через ложеобразователь семян полозовидного сошника, должно создавать плотность почвы дна борозды более 1,2 г/см³. В свою очередь уплотнение дна борозды ложеобразователем семян зависит от площади его контакта с почвой.

Напряжения сжатия, возникающие в почве, определяются по формуле

$$\sigma_{сж} = \frac{Q}{A},$$

где A – площадь контакта ложеобразователя с почвой, мм²;

Q – нагрузка, Н.

Длина дуги окружности

$$l_d = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180},$$

где R – радиус дуги, мм, $R=24$ мм;

α – центральный угол, град, $\alpha=20^\circ$.

$$l_d = \frac{\pi \cdot R \cdot \alpha}{180} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 20}{180} = 8,4 \text{ мм.}$$

Площадь контакта ложеобразователя с почвой

$$A = s(l_d + a) = 18(8,4 + 4) = 223 \text{ мм}^2.$$

Нагрузка при имеющихся геометрических параметрах ложеобразователя обеспечивающая необходимое напряжение сжатию ($\sigma_{сж}$) почвы составит

$$Q = s_{сж} \cdot A = 0,096 \cdot 223 = 21,4 \text{ Н.}$$

Рассмотрим расчетную схему ложеобразователя и действующую внешнюю нагрузку F равной нагрузке $Q=21,4$ Н на криволинейный ложеобразователь (рисунок 2).

Проводим произвольное сечение по участкам и составляем уравнения внутренних силовых факторов.

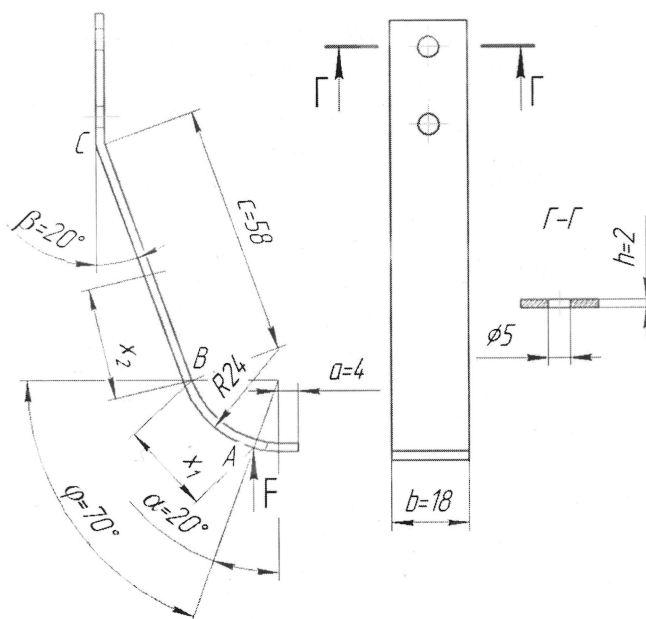


Рисунок 2 – Геометрические параметры ложеобразователя

Первый криволинейный участок АВ где $0^\circ \leq \varphi \leq 70^\circ$;

$$M_{x1} = F \cdot R \cdot \sin \varphi.$$

$$\text{При } \varphi = 0 \quad M_A = 21,4 \cdot 24 \cdot \sin 0 = 0 \text{ Нмм};$$

$$\text{при } \varphi = 70 \quad M_B = 21,4 \cdot 24 \cdot \sin 70 = 483 \text{ Нмм}.$$

$$Q_{x1} = F \cdot \cos \varphi.$$

$$\text{При } \varphi = 0 \quad Q_A = 21,4 \cdot \cos 0 = 21,4 \text{ Н}; \text{ при } \varphi = 70 \quad Q_B = 21,4 \cdot \cos 70 = 7,32 \text{ Н}.$$

$$N_{x1} = -F \cdot \sin \varphi.$$

$$\text{При } \varphi = 0 \quad N_A = -21,4 \cdot \sin 0 = 0 \text{ Н};$$

$$\text{при } \varphi = 70 \quad N_B = -21,4 \cdot \sin 70 = -20,1 \text{ Н}.$$

Второй участок ВС где $0^\circ \leq x_2 \leq 58$;

$$M_{x2} = F \cdot (24 \cdot \sin 70 + \sin \beta x_2).$$

$$\text{При } x_2 = 0 \quad M_B = 21,4 \cdot (24 \cdot \sin 70 + \sin 20 \cdot 0) = 483 \text{ Нмм};$$

$$\text{при } x_2 = 58 \quad M_C = 21,4 \cdot (24 \cdot \sin 70 + \sin 20 \cdot 58) = 907 \text{ Нмм}.$$

$$Q_{x2} = F \cdot \cos \varphi$$

$$\text{При } x_2 = 0 \quad Q_B = 21,4 \cdot \cos 70 = 7,32 \text{ Н}; \text{ при } x_2 = 58 \quad Q_C = 21,4 \cdot \cos 70 = 7,32 \text{ Н}.$$

$$N_{x2} = -F \cdot \sin \varphi.$$

$$\text{При } x_2 = 0 \quad N_B = -21,4 \cdot \sin 70 = -20,1 \text{ Н};$$

$$\text{при } x_2 = 58 \quad N_C = -21,4 \cdot \sin 70 = -20,1 \text{ Н}.$$

Результаты выполненных расчетов показывают, что максимальный изгибающий момент в месте крепления ложеобразователя составит 907 Нмм.

Условие прочности ложеобразователя ползоровидного сошника подверженного деформации изгиба запишется в следующем виде:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_x}, \leq [\sigma],$$

где $[\sigma]$ – допускаемое нормальное напряжение изгиба, МПа;

W_x – осевой момент сопротивления поперечного сечения ложеобразователя, мм³.

Допускаемое нормальное напряжение определится по формуле

$$[\sigma] = \frac{\sigma_r}{n},$$

где σ_T – предел текучести материала ложеобразователя, МПа, для стали 65Г, $\sigma_T = 785$ МПа.
 n – коэффициент запаса прочности, $n = 1,5 \dots 2,0$, принимаем $n = 2,0$.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{785}{2,0} = 392,5 \text{ МПа.}$$

Осевой момент сопротивления поперечного сечения ложеобразователя при поперечных размерах $b=18$ мм и $h=2$ мм и $d=5$ мм.

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} - \frac{d \cdot h^2}{6} = \frac{18 \cdot 2^2}{6} - \frac{5 \cdot 2^2}{6} = 8,67 \text{ мм}^3.$$

Расчетные напряжения изгиба в опасном сечении

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{907}{8,67} = 104,7 \text{ МПа.}$$

Расчетные напряжения изгиба ложеобразователя в опасном сечении значительно ниже допускаемых напряжений $104,7 \text{ МПа} < 392,5 \text{ МПа}$, следовательно, прочность спроектированного ложеобразователя обеспечена.

Список литературы

1. Модернизация сошниковой группы зерновой сеялки для подпочвенного рассева семян / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев // Нива Поволжья. – 2017. – № 2(43). – С. 61-66. – EDN YRPKFD
2. Патент № 2562535 С1 Российская Федерация, МПК А01С 7/20. Сошник для подпочвенного разбросного посева семян: № 2014106050/13: заявл. 18.02.2014: опубл. 10.09.2015 / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, А.В. Сибирев [и др.]; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN ZFKHNB
3. Сводоразрушитель в бункере лукопосадочной машины / А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев, П.А. Емельянов, В.А. Овтов // Сельский механизатор. – 2015. – № 9. – С. 16-17. – EDN UISTQD
4. Патент № 2492615 С2 Российская Федерация, МПК А01С 11/02. Пневмомеханический высаживающий аппарат с вибрационно-ориентирующим питателем для ориентированной донцем вниз посадки лука-севка: № 2011142657/13: заявл. 21.10.2011: опубл. 20.09.2013 / П.А. Емельянов, В.А. Овтов, А.Г. Аксенов; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Пензенская государственная сельскохозяйственная академия". – EDN DGEODN
5. Теоретические исследования щеточного устройства для заделки лукович в борозде / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев // Нива Поволжья. – 2018. – № 1(46). – С. 103-108. – EDN YTBVAR
6. Результаты полевых испытаний пропашной сеялки 2bq-8F-MTR в агрегате с тракторами 2 класса / М.А. Терехин, А.А. Тыкушин, М.А. Семаев [и др.] // Нива Поволжья. – 2024. – № 4(72). – DOI 10.36461/NP.2024.72.4.004. – EDN OYRFWL
7. Воронюк, Б.А. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений (методы исследования, приборы, характеристики). Текст. / Б.А. Воронюк // М.: Колос, 1970. – 423 с.
8. Напряженно-деформированный анализ вала шнекового ориентирующего устройства / В. А. Овтов, А. В. Яшин, В. М. Гудин [и др.] // Сурский вестник. – 2020. – № 4(12). – С. 66-69. – EDN XREFDE.
9. Овтов, В. А. Напряженно-деформированный анализ деталей и узлов посевной секции зерновой сеялки / В. А. Овтов, А. В. Яшин, Д. Ю. Халеев // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 5. – С. 96-98. – DOI 10.28983/asj.y2021i5pp96-98. – EDN TKFKVJ.
10. Яшин, А. В. Напряженно-деформированный анализ дискового сошника зерновой сеялки / А. В. Яшин, В. А. Овтов, Д. Ю. Халеев // Сурский вестник. – 2020. – № 4(12). – С. 78-82. – EDN QYOOWW.
11. Результаты полевых испытаний пропашной сеялки 2bq-8F-MTR в агрегате с тракторами 2 класса / М. А. Терехин, А. А. Тыкушин, М. А. Семаев [и др.] // Нива Поволжья. – 2024. – № 4(72). – DOI 10.36461/NP.2024.72.4.004. – EDN OYRFWL.