

during the passage of the air flow throttle, thereby the unevenness of filling of the cylinders, which ultimately has a positive effect on technical, economic and environmental indicators. Aerodynamic study of inlet system was conducted to determine their aerodynamic characteristics and represented a sequential statistical aerodynamic venting for standard and upgraded intake system. When carrying out statistical studies of aerodynamic intake system was flushed separately from the engine, was not taken into account the effect of the engine's moving parts, such as valve or piston, so de is not taken into account the influence of the neighboring cylinders, so statistical studies are unable to provide the full picture of the dynamic processes occurring in a real engine. Therefore carried out engine tests regular and upgraded intake systems in scroll mode were carried out.

**Key words:** intake system; throttle valve; position sensor.

#### References

1. Agafonov, A. N., Slesarenko I. V., Gudz V. N., Harlanov A. V., Pchelnikov D. P., Razuvaev, A. V. Experimental investigations of the operation of the internal combustion engine with improved air supply system // Engine engineering, 2007. No. 2, - Pp. 11-15.
2. Abrosimova, M. V., Zholobov A. A., Shelyakin I. N. Estimation of parameters of gas exchange in internal combustion engines numerical simulation // Bulletin of NGIEI No. 2, Knyaginino, 2017. - P.35-45.
3. Abrosimova, M. V., Zholobov A. A., Shelyakin I. N. Evaluation of the filling of the cylinder of the internal combustion engine, fresh charge on the basis of numerical modeling // Bulletin of NGIEI No. 10, Knyaginino, 2016. - P. 47-54.
4. Hamburg, D. Y. Hydrogen. M.: Book on demand. 2012.- 672p.
5. Golev, B. Y. Numerical calculation of the motion of the air charge in the intake channel of the screw and the cylinder of a diesel engine // Fundamental and applied problems of perfection of piston engines: Materials of XII International scientific-practical conference, Vladimir, 2010, Pp. 29-31.
6. Zholobov, L. A., Suvorov, E. A., Design and experimental determination of parameters of the intake system of the internal combustion engine at partial loads.-2014.-P. 29-38
7. Kolchin, A. N., Calculation of automobile and tractor engines/A. N. Kolchin, A. P. Demidov. -M.: Higher school, 2002.
8. Efras V. V., Golev B. Yu, Numerical modeling of inlet ports//engine engineering, 2007, No. 4, - Pp. 24-27.
9. Yanovich Yu. V. Influence of the swirling flow in the inlet channel at the structure of the charge motion in the cylinder // Materials of VIII scientific-practical conference, Vladimir, 2001, -Pp. 268-271.

#### Information about the authors

**Zholobov Lev Alexeyevich**, Professor, Candidate of Technical Sciences, Department of Operation of Mobile Power Tools and Agricultural Machinery, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 603107, Nizhny Novgorod, PR. Gagarina, 97, e-mail: jolobovlev@yandex.ru tel:+7-951-910-11-51;

**Abrosimova Maria Vladimirovna**, Postgraduate of the Chair of Operation of Mobile Power Tools and Agricultural Machinery, Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 603107, Nizhny Novgorod, PR. Gagarina, 97, e-mail: abrosimova-mari@mail.ru tel: +7-904-787-87-23;

**Shelyakin Ivan Nikolaevich**, Postgraduate of the Chair of Operation of Mobile Power Tools and Agricultural Machinery of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy, 603107, Nizhny Novgorod, Pr. Gagarina, 97, e-mail: shelyakin\_i@gsi-marine.com tel: +7-952-769-63-36.

УДК 631.358:635.34

#### АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ БЕРЕЖНОЙ ОТГРУЗКИ КОЧАНОВ ПРИ МАШИННОЙ УБОРКЕ КАПУСТЫ

**С.С. Алатырев, И.С. Кручинкина, А.С. Алатырев, А. П. Юркин**  
Чувашская государственная сельскохозяйственная академия  
428003, Чебоксары, Российская Федерация

**Аннотация.** При традиционной машинной уборке капусты кочаны повреждаются в значительной степени, что отрицательно сказывается на сохранности их в период хранения. Основная часть повреждений происходит во время отгрузки кочанов элеватором капустоуборочной машины в кузов транспортного средства. В этой связи разработан новый способ машинной уборки кочанной капусты [8] в щадящем режиме. В нем в отличие от традиционного кочаны сначала бережно отгружаются в щадящем режиме на гибкий корытообразной формы настил, установленный над съемными контейнерами в кузове сопровождающего транспортного средства. Затем кочаны с настила бережно перекадываются вручную в контейнеры для последующей закладки в них на хранение. В целях избегания механических повреждений кочанов необходимо предотвращать их падение друг на друга при отгрузке. Следовательно, кочаны капусты после падения на гибкий настил должны откатываться на безопасное место, откуда удобнее было бы доставать их при перекладке в контейнеры. Наиболее предпочтительным местом накопления кочанов на гибком настиле является участок, находящийся на расстоянии не больше вытянутой руки от его края. Для выполнения

данного условия, то есть обеспечения эффективного функционирования приспособления, используемого с помощью нового способа уборки капусты, теоретически обоснованы его основные параметры. Установлено, что следует располагать кромки гибкого настила на разных уровнях, причем кромка, находящаяся ближе к капустоуборочному комбайну, должна быть выше дальней кромки на величину  $h$ , определяемую из условия  $h/l > \mu$ ; ширину полотна настила по периметру кривой провисания следует принять согласно выражению  $S = l + 7h^2/6l$  (здесь  $l$  – ширина пролета настила,  $\mu$  – коэффициент трения качения кочана по поверхности настила).

**Ключевые слова:** новый способ уборки капусты, гибкий настил, обоснование параметров.

**Введение.** При традиционной машинной уборке капусты кочаны повреждаются в значительной степени [9], что отрицательно сказывается на сохранности продукции в период хранения [7].

Основная часть повреждений происходит во время отгрузки кочанов элеватором капустоуборочной машины в кузов транспортного средства навалом и с последующей закладки на хранение в буртах [5].

В этой связи предложен новый способ машинной уборки кочанной капусты [8] в щадящем режиме, который реализуется на базе капустоуборочного комбайна МКК-1 [3], разработанного в Чувашской ГСХА совместно с ЗАО «Техма» группы компаний «Техмашхолдинг» (г. Чебоксары).

В отличие от традиционного способа уборки капусты сначала кочаны бережно отгружают с помощью капустоуборочного комбайна 1 на гибкий настил 2 корытообразной формы, установленный на специальной стойке над съемными контейнерами в кузове сопровождающего транспортного средства 3 (рис. 1). Затем кочаны с настила бережно перекадывают в контейнеры 4, ориентируя кочерыгами в стороны их бортов.

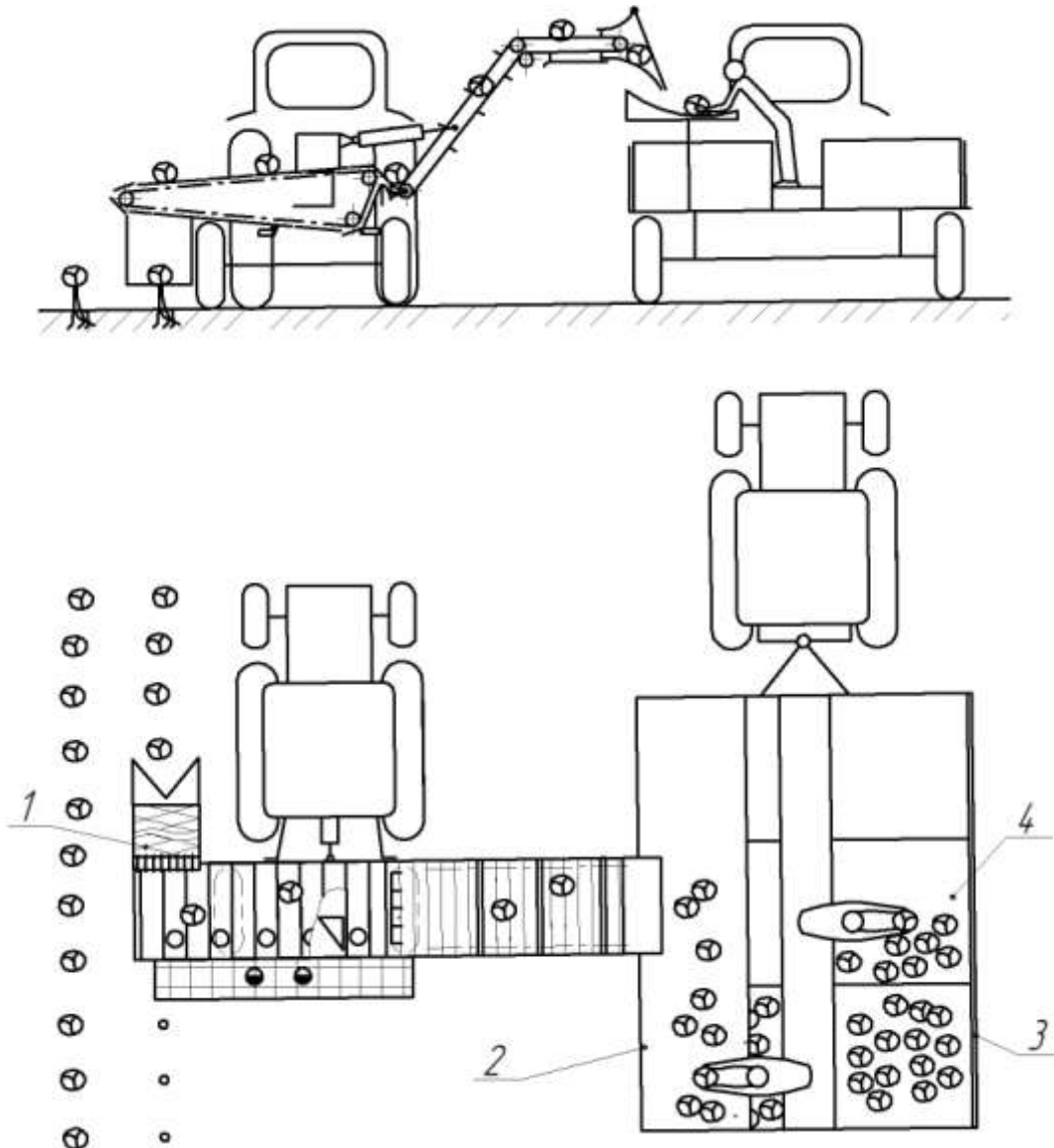


Рисунок 1 – Новый способ машинной уборки белокочанной капусты в щадящем режиме

**Цель и задачи исследования.** Эффективность функционирования приспособления, используемого при осуществлении нового способа уборки капусты для обеспечения бережной отгрузки кочанов, зависит от его конструктивных параметров, в частности, от формы кривой провисания гибкого настила, координат нижней точки провисания настила и от ширины пролета и ширины полотна настила.

В этой связи целью исследований является выявление рациональных значений названных параметров.

Для достижения обозначенной цели поставлены следующие задачи:

- описать методологию расчета основных параметров предложенного приспособления;
- проанализировать характер влияния названных параметров на процессы отгрузки кочанов капусты.

**Материалы и методы исследования.** Для того, чтобы избежать механических повреждений кочанов необходимо предотвратить падение кочанов друг на друга при отгрузке. Следовательно, кочаны капусты после падения на гибкий настил должны откатываться на безопасное место, откуда удобнее было бы доставать их при перекладке в контейнеры. Выполнение данного условия в основном зависит от формы кривой провисания гибкого настила (рис.2).

Наиболее предпочтительным местом накапливания кочанов на гибком настиле является участок его края, находящийся ближе к рабочим на расстоянии, не большем длины их вытянутых рук [4]. При этом становится удобно доставать кочаны при перекладке их в контейнеры, а зона выгрузки кочанов на настил будет иметь максимальную ширину, что облегчает условия контроля взаимного положения сопровождающего транспортного средства и уборочного агрегата в работе.

Для выполнения указанного условия кромки гибкого настила следует располагать на разных уровнях, причем кромка, находящаяся ближе к капустоуборочному комбайну, должна быть выше дальней кромки на величину  $h$  (см. рис. 2).

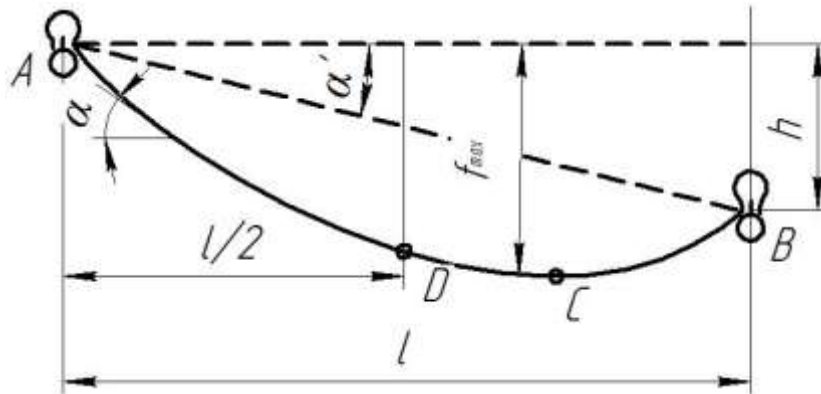


Рисунок 2 – Схемы размещения гибкого настила на стойке

Для выявления условий откатывания кочанов после падения на настил в зону накопления в окрестности точки C (см. рис. 2) рассмотрим его предельное положение равновесия (рис. 3).

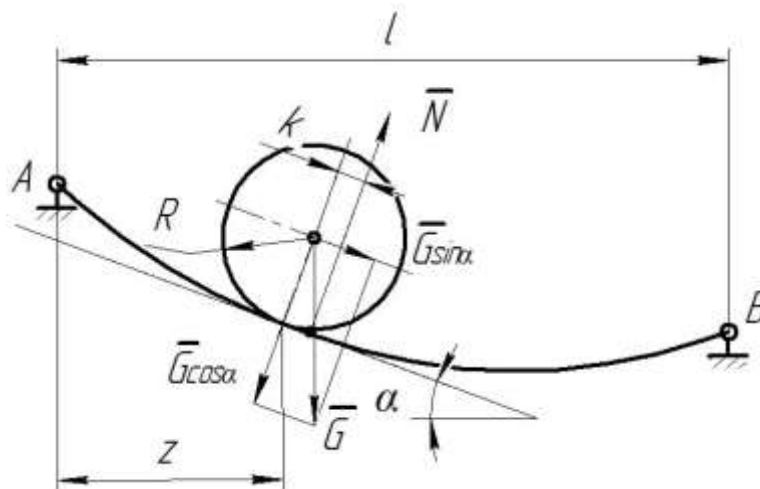


Рисунок 3 – Схема к определению условия перекатывания кочана на гибком настиле

В предельном положении на кочан капусты будут действовать силы тяжести  $\bar{G}$  и реакции  $\bar{N}$ . Из-за местной деформации поверхности настила и кочана в зоне контакта сила реакции  $\bar{N}$  окажется смещенной от его центра в сторону качения на величину  $k$  [2].

Разложим силу  $\bar{G}$  на составляющие  $G \cdot \sin \alpha$  и  $G \cdot \cos \alpha$ . Тогда из равенства моментов:

$$R \cdot G \cdot \sin \alpha = kN,$$

где  $R$  - радиус кочана,

$\alpha$  - угол наклона касательной к кривой провисания настила в точке падения кочана к горизонту.

Или с учетом  $N = G \cdot \cos \alpha$

$$G \cdot \sin \alpha = \frac{k}{R} G \cos \alpha.$$

Отсюда предельным условием равновесия кочана капусты на настиле является:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{k}{R} = \mu,$$

где  $\mu$  - коэффициент трения качения кочана капусты по прорезиненной поверхности гибкого настила ( $\mu = 0,4 \dots 0,6$ ) [1].

Таким образом, кочан капусты будет скатываться после падения на настил при условии

$$\operatorname{tg} \alpha > \mu. \quad (1)$$

Заметим, величина угла  $\alpha$  наклона касательной к горизонту зависит от координат  $z$  рассматриваемого сечения настила. Причем в пределах пролета  $l$  настила  $AB$  условие (1) выполняется не во всех точках.

Таким образом, характер движения кочанов после падения на настил зависит от места его падения и вида кривой провисания.

Для более полного представления о кривой провисания настила рассмотрим равновесие его в целом (рис. 4, а) и равновесие его части (рис. 4, б).

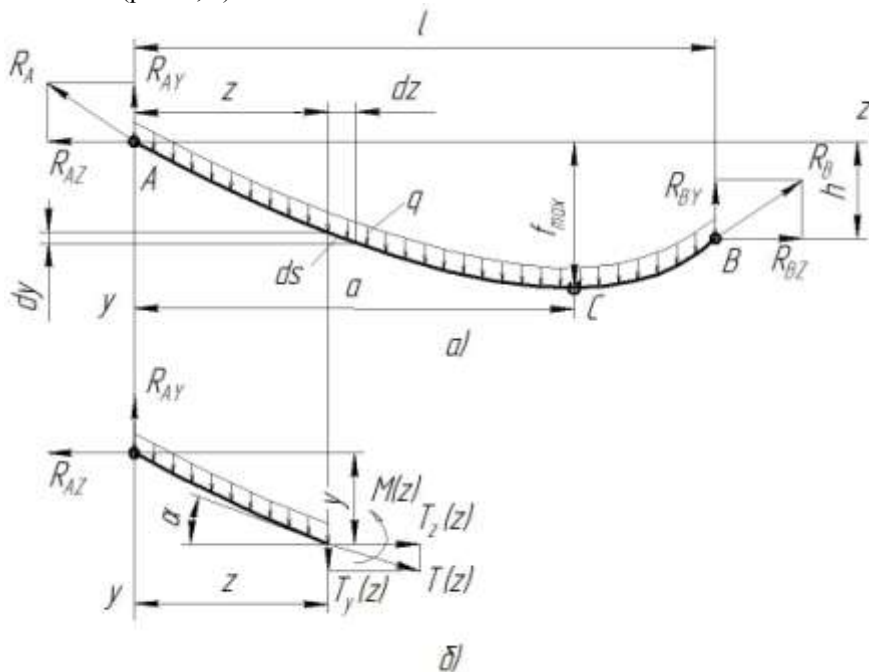


Рисунок 4 – Схема к определению уравнения кривой провисания гибкого настила

Основной нагрузкой гибкого настила является собственный вес, распределенный по всей ширине равномерно с интенсивностью  $q$ . В точках закрепления  $A$  и  $B$  усилия, действующие в настиле, равны реакциям  $R_A$  и  $R_B$ . Представляя реакции опор в виде горизонтальных ( $R_{Az}$  и  $R_{Bz}$ ) и вертикальных ( $R_{Ay}$  и  $R_{By}$ ) составляющих, выразим уравнения равновесия:

а) для всего настила

$$\left. \begin{aligned} -R_{Az} + R_{Bz} &= 0, \\ -R_{Ay} - R_{By} + ql &= 0, \\ R_{Az}h - R_{Ay}l + \frac{ql^2}{2} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

б) для его части

$$\left. \begin{aligned} -R_{Az} + T_z(z) &= 0, \\ -R_{Ay} + T_y(z) &= 0, \\ -R_{Ay}z + R_{Az}y + \frac{qz^2}{2} + M(z) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Допуская, что настил является абсолютно гибким, то есть  $M(z) = 0$ , [6] и решая совместно выражения (2) и (3), выразим уравнение кривой провисания настила в виде:

$$y = \left( \frac{ql}{2T_z(z)} + \frac{h}{l} \right) z - \frac{qz^2}{2T_z(z)} \quad (4)$$

(здесь  $T_z(z)$  – горизонтальная составляющая натяжения настила, одинаковая во всех сечениях,  $H$ ;  $l$  – длина пролета,  $m$ ;  $h$  – разность высот расположения краев настила,  $m$ ).

**Результаты исследования и их обсуждение.** Анализируя выражение (4) следует заметить, что кривая провисания настила имеет аналитическое выражение параболы. В этой кривой с точки зрения характера протекания процесса отгрузки кочанов капусты представляет интерес положение точки  $C$ , являющейся самой нижней точкой провисания настила.

Следовательно, кочаны после падения на настил будут накапливаться в окрестности этой точки.

Положение точки  $C$  определим, исследуя функцию (4) на экстремум. Для этого ее дифференцируем по  $z$  и получим:

$$\frac{dy}{dz} = \frac{ql}{2T_z(z)} + \frac{h}{l} - \frac{qz}{T_z(z)}. \quad (5)$$

Приравняв выражение (5) нулю, после преобразований получим:

$$z = a = \frac{l}{2} + \frac{T_z(z)h}{ql}. \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, что положение точки  $C$  наибольшего провисания настила зависит от величины горизонтальной составляющей его натяжения  $T_z(z)$ . При  $T_z(z) = \frac{ql^2}{2h}$   $a = l$ , то есть положение наибольшего провисания совпадает с положением опоры  $B$  (рис. 4, а). В этом случае кочаны капусты, скатываясь по настилу, могут выпасть с него, что нежелательно с точки зрения обеспечения сохранности продукции.

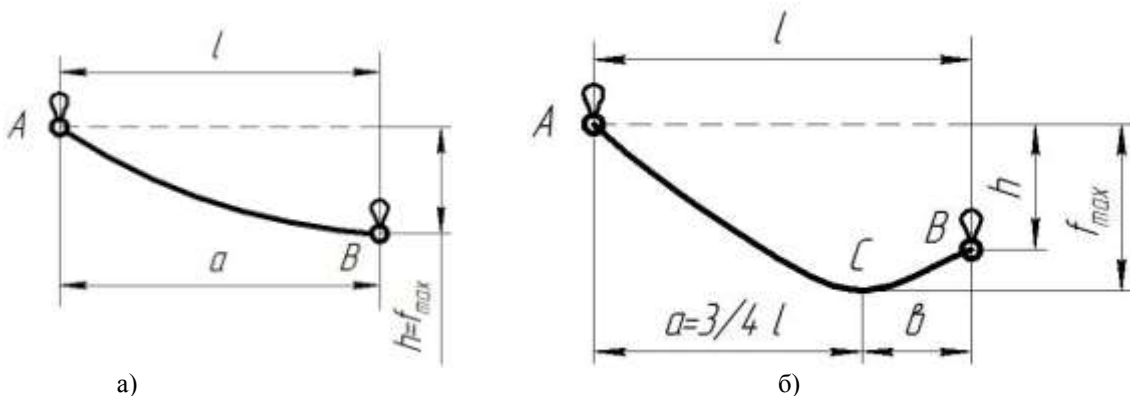


Рисунок 5 – Характерные случаи расположения нижней точки кривой провисания настила

При  $T_z(z) = \frac{ql^2}{4h}$  нижняя точка провисания  $C$  находится в пределах пролета настила на расстоянии

$a = \frac{3}{4}l$  от опоры  $A$  (на расстоянии  $b = \frac{1}{4}l$  от опоры  $B$ ), что является наиболее предпочтительным условием для данного приспособления (см. рис. 5, б), так как при этом кочаны капусты после отгрузки будут

накапливаться в зоне, откуда рабочим удобно будет доставать их при перекладке в контейнеры, так как она будет находиться в пределах вытянутой руки рабочего, в частности при  $l = 1\text{ м}$   $h = 0,25\text{ м}$ .

Заметим, при  $\alpha' = \arctg \frac{h}{l} \gg \mu$  на участке  $AD$  для всех  $z$   $\alpha \gg \mu$  (см. рис.2), причем в точке  $D$

$\alpha = \arctg \frac{h}{l}$ , следовательно, кочаны будут откатываться с места падения в зону накопления. Поэтому

участок настила  $AD$  можно принять в качестве зоны отгрузки кочанов.

Для изложенных выше условий рассмотрим ширину полотна настила по периметру, изучив геометрию линии его провисания.

На линии провисания настила выделим элементарный участок  $ds$  (см. рис. 4,а). Длину элементарного участка, считая его прямолинейным, можно выразить следующей зависимостью:

$$ds = \sqrt{dz^2 + dy^2}.$$

или

$$ds = \left[ 1 + \left( \frac{dy}{dz} \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} dz. \quad (7)$$

Раскладывая выражение (7) в ряд по формуле биннома Ньютона, получим

$$ds = \left[ 1 - \frac{1}{2} \left( \frac{dy}{dz} \right)^2 + \frac{1}{2 \cdot 4} \left( \frac{dy}{dz} \right)^4 + \frac{1}{2 \cdot 4 \cdot 6} \left( \frac{dy}{dz} \right)^6 \dots \right] dz.$$

Ограничиваясь первыми двумя членами ряда, получим:

$$ds \cong \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{dy}{dz} \right)^2 \right] dz. \quad (8)$$

Подставляя в выражение (8) вместо  $\frac{dy}{dz}$  выражение (5), получим:

$$ds \cong \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{ql}{2T_z(z)} + \frac{h}{l} - \frac{qz}{T_z(z)} \right)^2 \right] dz.$$

Тогда ширина полотна настила по периметру кривой провисания будет:

$$S \cong \int_0^l \left[ 1 + \frac{1}{2} \left( \frac{ql}{2T_z(z)} + \frac{h}{l} - \frac{qz}{T_z(z)} \right)^2 \right] dz.$$

После интегрирования и преобразований получим:

$$S = l + \frac{q^2 l^3}{24 T_z^2(z)} + \frac{h^2}{2l}.$$

Или при  $T_z(z) = \frac{ql^2}{4h}$

$$S = l + \frac{7h^2}{6l}. \quad (9)$$

Подставляя в выражение (9) значения  $l = 1\text{ м}$ ,  $h = 0,25\text{ м}$ , получим ширину полотна  $S$ , равную  $1,073\text{ м}$ .

#### Выводы

Для обеспечения эффективного функционирования предложенного приспособления для бережной отгрузки кочанов при машинной уборке капусты кромки гибкого настила следует:

1) располагать на разных уровнях, причем кромка, находящаяся ближе к капустоуборочному комбайну, должна быть выше дальней кромки на величину  $h$ , определяемую исходя из условия  $\frac{h}{l} \gg \mu$ ;

2) принять ширину полотна настила по периметру кривой провисания согласно выражению

$$S = l + \frac{7h^2}{6l}.$$

#### Литература

1. Алатырев, А. С. Обоснование конструкции и параметров отгрузочного устройства капустоуборочного комбайна: дис. ... канд. техн. наук. – Чебоксары, 2016. – 165 с.
2. Алатырев, А. С. Определение места отгрузки кочанов капусты на упругом лотке /А. С. Алатырев, С. С. Алатырев // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: сборник статей Международной научно-практической конференции, 2015. – С. 550-554.
3. Алатырев, С. С. Малогабаритный капустоуборочный комбайн –эффективное техническое средство для современного овощеводства / С. С. Алатырев, Н. Н. Тончева, А. О. Григорьев, К. А. Савеличев, И. С. Алатырева, А. О. Васильев, Р. В. Андреев // Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 3. – С. 14-17.
4. Алатырев, С. С. Обоснование конструкции и параметров приспособления для бережной отгрузки кочанов капусты при машинной уборке /С. С. Алатырев, И. С. Кручинкина, А. П. Юркин, А. С. Алатырев // Тракторы и сельхозмашины. – 2017. - № 3. – С. 41-44.
5. Алатырев, С. С. Обоснование параметров устройства для отгрузки кочанов капусты в кузов транспортного средства / С. С. Алатырев, А. О. Григорьев, А. С. Алатырев // Тракторы и сельхозмашины, 2015. – №9. – С. 11-14.
6. Беляев, Н. М. Сопротивление материалов / Н. М. Беляев, Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». – М.: Наука, 1976. – 608 с.
7. Кручинкина, И. С. К вопросу снижения повреждаемости кочанов при машинной уборке капусты / И. С. Кручинкина, А. С. Алатырев // Продовольственная безопасность и устойчивое развитие АПК: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: ФГБОУ ВПО ЧГСХА, 2015. – С. 617–620.
8. Пат. 2554403 Российская Федерация, МПК А01D45/26. Способ уборки кочанной капусты и устройство для его осуществления / С. С. Алатырев, А. П. Юркин, В. В. Воронин, И. С. Кручинкина, А. С. Алатырев; заявитель и патентообладатель Алатырев С. С., Юркин А. П., Воронин В. В., Кручинкина И. С., Алатырев А. С.; 2014110585/13; заявл. 19.03.2014; опубл. 27.06.2015; Бюл. № 18. – 2 с.
9. Романовский, Н. В. Технологии механизированной уборки белокочанной капусты / Н. В. Романовский, М. С. Гузанов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 1. – С. 49-52.

#### Сведения об авторах

1. **Алатырев Сергей Сергеевич**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: s\_alatyrev1955@mail.ru, тел. 8 937 391 13 50;
2. **Кручинкина Ирина Сергеевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры математики, физики и информационных технологий, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; тел. 8 917 653 34 38;
3. **Алатырев Алексей Сергеевич**, кандидат технических наук, ассистент кафедры транспортно-технологических машин и комплексов, Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29); тел. 8 905 027 39 57; **Юркин Алексей Петрович** – аспирант кафедры транспортно-технологических машин и комплексов ФГБОУ ВО «Чувашская государственная сельскохозяйственная академия» (428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; тел. 8 917 661 14 74).

#### ANALYTICAL SUBSTANTIATION OF THE CONSTRUCTIVE PARAMETERS OF THE APPLIANCE FOR THE CAREFUL LOADING OF CABBAGE-HEADS AT MACHINE HARVESTING CABBAGE

**S.S. Alatyrev, I.S. Kruchinkina, A.S. Aiatyrev, A.P. Yurkin**  
*Chuvash State Agricultural Academy*  
 428003, Cheboksary, Russian Federation

**Abstract.** *The heads are damaged to a large extent when traditional machine-harvesting cabbage, which adversely affects their safety during storage. The main part of the head damage It turns out on the elevator at time of shipment in body of transport facilities. In this regard, a new way of machine-harvesting of cabbage heads is developed (pat. №2554403) in sparing conditions. In it, unlike the traditional first carefully shipped in sparing conditions on the flexible floor of trough-shaped form, which is installed above removable containers in body of the accompanying transport facilities. After that the cabbage heads are carefully put your hands to the containers for subsequent putting them for storage. In order to avoid mechanical damage to the heads it is necessary to prevent the heads falling on each other during shipment. Consequently, cabbage-heads after falling on a flexible floor must go to a safe place, where it was convenient for workers to get them, when folded into containers. The most preferred place of accumulation of heads on flexible floor is at a distance, no more than by the outstretched hand of the worker from his edge. To fulfill this*

condition, i.e. for providing of the effective functioning device, that is used in the new method of harvesting cabbage, his basic parameters theoretically justified. It is established that the edge of flexible flooring needs to be at different levels, moreover, the edge, which is closer to the cabbage-harvesting machine, must be higher the edge by the magnitude  $h$ , which is determined from the condition  $\frac{h}{l} > \mu$ ; width of the deck floor along the perimeter of the sagging curve should be taken according to the expression  $S = l + 7h^2/6l$  (here  $l$  – width of floor,  $\mu$  – coefficient of rolling friction over the floor surface).

**Key words:** a new way of cabbage harvesting; flexible floor; the estimation of parameters.

#### References

1. Romanovskiy, N.V. Mechanized cabbage harvesting / N.V. Romanovskiy, M.S. Guzanov // Agricultural machines and technologies, 2014. – Nr. 1. - P. 49-52.
2. Kruchinkina, I.S. The question of reduction of damage to cabbage-heads at machine cabbage harvesting // Materials of the International Scientific and Practical Conference «Food security and sustainable development of agro-industrial complex». – Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy, 2015. – P. 617 - 620.
3. Alatyrev, S.S. Substantiation of parameters of device for cabbage heads dispatch into vehicle body/ S.S. Alatyrev, A.O. Grigoryev, A.S Alatyrev // Tractors and agricultural machinery, 2015. – Nr. 9. – P. 11-14.
4. Pat. 2554403 Russian Federation, MPK A01D45/26. A way of cabbage-harvesting and the device for its implementation / S.S. Alatyrev, A.P. Yurkin, V.V. Voronin, I.S. Kruchinkina, A.S. Alatyrev; applicant and patent holder Alatyrev S.S., Yrkin A.P., Voronin V.V., Kruchinkina I.S., Alatyrev A.S. - 2014110585/13; declared 19.03.2014; published 27.06.2015; Bulletin Nr. 18.
5. Alatyrev, S.S. Compact cabbage-harvesting machine - Effective technical means for modern vegetable grower / S.S. Alatyrev, N.N. Toncheva, A.O. Grigoryev, K.A. Savelichev, I.S. Kruchinkina, A.O. Vasilyev, R.V. Andreev // Tractors and agricultural machinery – 2010. – Nr. 3. – P. 14-17.
6. Alatyrev, S.S. The estimation of construction and parameters for careful loading of cabbage heads by machine-harvesting // Tractors and agricultural machinery, 2017. – Nr. 3. – P. 41-44.
7. Alatyrev, A.S. The place definition of loading cabbage on the elastic tray / A.S. Alatyrev, S.S. Alatyrev // Materials of the International Scientific and Practical Conference «Food security and sustainable development of agro-industrial complex». – Cheboksary: Chuvash State Agricultural Academy, 2015. – P. 550 - 554.
8. Alatyrev, A.S. The estimation of construction and parameters discharge device of a cabbage-harvesting machine: Dissertational work of candidate of technical sciences. – Cheboksary, 2016. – P. 165.
9. Belayev, N.M. Resistance of materials / N.M. Belayev, The main edition of physical and mathematical literature publishing house "Science", 1976. – P. 608.

#### Information about authors:

1. **Alatyrev Sergey Sergeevich**, Doctor of Technical Sciences, Chuvash State Agricultural Academy (428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29, e-mail: s\_alatyrev1955@mail.ru, tel. 8 937 391 13 50;
2. **Kruchinkina Irina Sergeevna**, Candidate of Technical Sciences, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29; tel. 8 917 653 34 38;
3. **Alatyrev Aleksey Sergeevich**, Candidate of Technical Sciences, Assistant, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29, tel. 8 905 027 39 57;
4. **Yurkin Aleksey Petrovich**, Post Graduate Student, Chuvash State Agricultural Academy, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, K. Marks str., 29, tel. 8 917 661 14 74

УДК 621.815

#### ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ КОНТАКТА НА ДОЛГОВЕЧНОСТЬ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ (на примере подшипниковых посадок)

**Ю.В. Иваншиков, Ю.Н. Доброхотов, Р.В. Андреев**

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия  
428003, Чебоксары, Российская Федерация

**Аннотация.** В статье для прогнозирования ресурса предложена аналитическая зависимость износа поверхности контакта неподвижного соединения с натягом вследствие фреттинг-коррозии. Приводятся результаты экспериментальных исследований зависимости изменения натяга неподвижного соединения кольца подшипника с валом от наработки. Представлены результаты расчета коэффициента перехода, который осуществлен с помощью сопоставления результатов испытаний образцов-аналогов соединения промежуточного вала коробки передач трактора К-700А и подшипника 313 с результатами эксплуатационных наблюдений. Представленная номограмма комплексно связывает способ финишной