

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ПАРАМЕТРОВ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ БЕРЕЖНОЙ ОТГРУЗКИ КОЧАНОВ КАПУСТЫ ПРИ МАШИННОЙ УБОРКЕ

THE ESTIMATION OF CONSTRUCTION AND PARAMETERS FOR CAREFUL LOADING OF CABBAGE HEADS BY MACHINE-HARVESTING

С.С. АЛАТЫРЕВ, д.т.н.
И.С. КРУЧИНКИНА, к.т.н.
А.П. ЮРКИН
А.С. АЛАТЫРЕВ

Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, Чебоксары, Россия, if7@academy21.ru

S.S. ALATYREV, DSc in Engineering
I.S. CRUCHINKINA, PhD in Engineering
A.P. YURKIN
A.S. ALATYREV

Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, Russia, if7@academy21.ru

При традиционной машинной уборке капусты ее кочаны в значительной степени механически повреждаются, что снижает их лежкость при хранении. Основная часть повреждений приходится на процессы отгрузки кочанов элеватором в кузов транспортного средства навалом и разгрузки его при закладке капусты на хранение в буртах. В существующих конструкциях и известных работах не найдены решения на практическом уровне, которые можно было бы реализовать с максимальной результативностью на уборке белокочанной капусты. В этой связи цель исследования состоит в обосновании конструкции и основных параметров приспособления для бережной отгрузки кочанов капусты при машинной уборке. Для этого предложен новый способ машинной уборки капусты (патент РФ № 2554403), где в отличие от традиционного способа кочаны сначала отгружают в шадящем режиме на гибкий настил корытообразной формы, установленный на специальной стойке над съемными контейнерами в кузове сопровождающего транспортного средства. Затем кочаны с настила бережно перекалывают в контейнеры для последующей закладки их на хранение. Эффективность использования предложенного приспособления и степень снижения повреждаемости кочанов в процессе отгрузки зависит от его конструктивного исполнения и корректного обоснования параметров. Характер протекания процесса отгрузки кочанов существенно зависит от вида кривой провисания корытообразной формы настила. С целью обоснования конструкции и параметров приспособления для бережной отгрузки кочанов капусты при машинной уборке предложена математическая модель конструкции, используя которую, определены необходимые параметры предложенного приспособления.

Ключевые слова: машинная уборка капусты, гибкий настил корытообразной формы, положение наибольшего провисания.

When cabbage is traditionally machine-cleaned, its heads are mechanically damaged to a considerable extent, which reduces their shelf life during storage. The bulk of the damage is attributed to the processes of shipment of the heads to the body of the vehicle in bulk and unloading it when laying cabbage for storage in the coats. In existing designs and well-known works, no practical solutions were found, which could be realized with maximum efficiency in harvesting cabbage. In this regard, the aim of the study is to substantiate the design and basic parameters of the device for the careful shipment of cabbage heads during machine harvesting. For this purpose, a new method for machine harvesting cabbage is proposed (patent RF 2554403), where, unlike the traditional method, the head is first shipped in a sparing mode on a flexible trough-shaped flooring installed on a special rack above the detachable containers in the body of the accompanying vehicle. Then the heads from the flooring are gently transferred to containers for subsequent storage in them. The efficiency of the use of the proposed device and the degree of reduction of head damage in the process of shipment depends on its design and correct justification of the parameters. The nature of the flow of the process of shipment of heads is essentially dependent on the type of sagging curve of the trough-like form of the flooring. For the purpose of substantiating the design and parameters of the device for careful shipment of cabbage heads during machine cleaning, a mathematical model of the construction is proposed, using which the necessary parameters of the proposed device are determined.

Keywords: cabbage machine cleaning, flexible trough flooring, position of greatest sagging.

Введение

При традиционной машинной уборке кочаны капусты механически повреждаются в значительной степени, что снижает их лежкость при хранении [1].

Основная часть повреждений приходится на процессы отгрузки кочанов элеватором в кузов транспортного средства навалом и разгрузки его при закладке капусты на хранение в буртах.

Цель исследования

В настоящее время, как показывает проведенный анализ, процесс отгрузки овощной продукции при машинной уборке в кузов транспортного средства частично изучен отечественными [2] и зарубежными [3] учеными. Предложены технические решения [4], направленные на снижение повреждаемости овощей при машинной уборке. Однако в существующих конструкциях и известных работах не найдены решения на практическом уровне, которые можно было реализовать с максимальной результативностью на уборке белокочанной капусты.

В этой связи цель исследования состоит в обосновании конструкции и основных параметров приспособления для бережной отгрузки кочанов капусты при машинной уборке.

Материалы и методы исследования

В рамках поставленной цели предложен новый способ машинной уборки капусты, позволяющий значительно снизить повреждаемость кочанов при отгрузке и закладке на хранение [5].

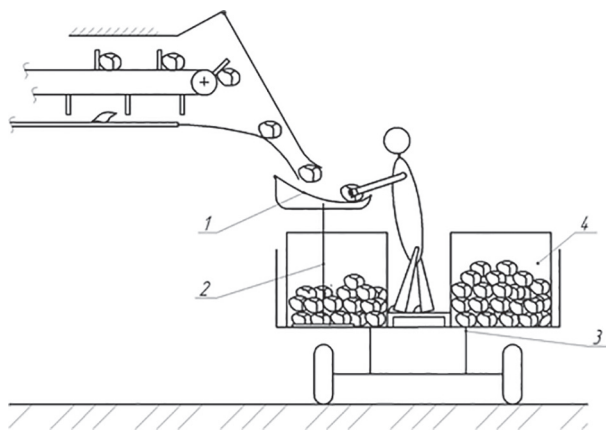


Рис. 1 Схема отгрузки кочанов с использованием гибкого настила при машинной уборке капусты для длительного хранения

При этом в отличие от традиционного способа уборки кочаны сначала отгружают на гибкий настил корытообразной формы 1, установленный на специальной стойке 2 на платформе транспортного средства 3 над съемными контейнерами 4 (рис. 1). Одновременно рабочие, находясь на платформе, достают кочаны с поверхности настила и бережно укладывают в контейнеры 4, ориентируя кочерыгами в сторону бортов.

После наполнения контейнеров кочанами капусты транспортное средство отправляют в хранилище, где с помощью вилочного погрузчика груженные контейнеры заменяют порожними, оставляя гибкий настил 1 со стойкой 2 на платформе для выполнения последующего цикла работы. Далее транспортное средство с порожними контейнерами и описанным выше приспособлением отправляется на поле для сопровождения капустоуборочного комбайна.

Оставленные контейнеры с кочанами капусты устанавливают в хранилище в штабелях с помощью того же вилочного погрузчика.

Эффективность использования приспособления и степень снижения повреждаемости кочанов в процессе отгрузки зависят от его конструктивного исполнения и корректного обоснования параметров.

Так, в данном приспособлении края подвеса гибкого настила могут находиться как на одном (рис. 2, а), так и на разных уровнях (рис. 2, б).

Из приведенных схем наиболее предпочтительной является схема на рисунке 2, б, когда край В находится ниже края А на величину h . В этом случае кочаны капусты после падения на настил скатываются вниз по наклонной по-

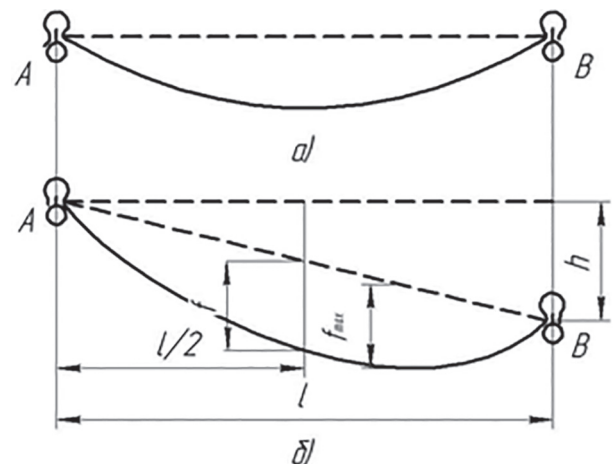


Рис. 2. Схемы размещения гибкого настила на стойке

верхности и занимают устойчивое положение на месте наибольшего провисания f_{\max} у правого края настила. Этим исключается вероятность соударения кочанов между собой в процессе отгрузки.

При этом, также кочаны накапливаются в том месте, откуда их легко доставать рабочим при перекладке в контейнеры.

Характер протекания процесса отгрузки кочанов существенно зависит от вида кривой провисания настила. Для более полного представления о кривой провисания настила считаем его идеально гибким. Тогда, полагая растягивающие усилия в любом сечении настила касательными к кривой провисания, действующие в настиле усилия в точках крепления А и В равны реакциям R_A и R_B .

Представляя реакции опор в виде горизонтальных (R_{AZ}, R_{BZ}) и вертикальных (R_{AY}, R_{BY}) составляющих и рассматривая систему в статике (рис. 3), найдем:

$$\sum F_{KZ} = -R_{AZ} + R_{BZ} = 0;$$

$$\sum F_{KY} = -R_{AY} - R_{BY} + ql = 0;$$

$$\sum m(F_K) = R_{AZ}h - R_{AY}l + \frac{ql^2}{2} = 0,$$

откуда

$$R_{AZ} = R_{BZ}; \quad (1)$$

$$R_{AY} = \frac{ql}{2} + R_{AZ} \frac{h}{l}; \quad (2)$$

$$R_{BY} = \frac{ql}{2} - R_{AZ} \frac{h}{l}.$$

Из рассмотрения равновесия части гибкого настила (рис. 3, б) находим:

$$\sum F_{KZ} = -R_{AZ} + T_z(z) = 0;$$

$$M(z) = -R_{AY}z + R_{AZ}y + \frac{qz^2}{2}.$$

Для абсолютно гибкого настила $M(z) = 0$. Тогда:

$$R_{AZ} = T_z(z); \quad (3)$$

$$R_{AZ}y + \frac{qz^2}{2} - R_{AY}z = 0. \quad (4)$$

Из полученных выражений (1) и (3) видно, что во всех сечениях настила горизонтальная составляющая усилия одинаковая, т.е.:

$$R_{AZ} = R_{BZ} = T_z(z).$$

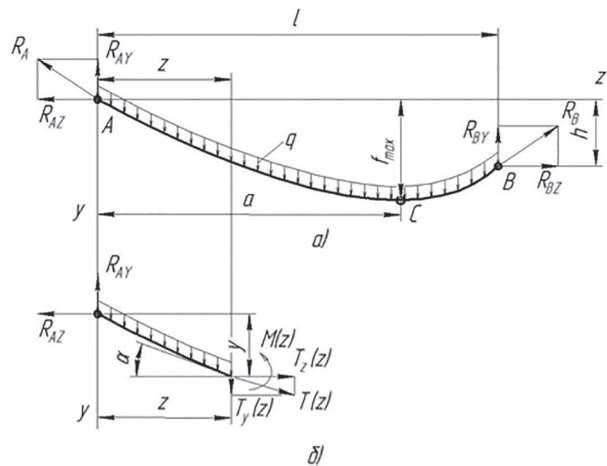


Рис. 3. Схема к определению уравнения кривой провисания гибкого настила

Решая совместно выражения (4) и (2), выразим уравнение кривой провисания настила в виде:

$$y = \left(\frac{ql}{2T_z(z)} + \frac{h}{l} \right) z - \frac{qz^2}{2T_z(z)}. \quad (5)$$

Результаты и их обсуждение

Анализируя выражение (5), 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 нижней точки кривой провисания С с координатами $z = a$, $y = f_{\max}$.

Положение точки С определим, исследуя функцию (5) на экстремум, т.е., приравняв нулю dy/dz :

$$\frac{dy}{dz} = \frac{ql}{2T_z(z)} + \frac{h}{l} - \frac{qz}{T_z(z)} = 0,$$

откуда

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

Из выражения (6) видно, что положение точки С наибольшего провисания настила зависит от величины горизонтальной составляющей его натяжения $T_z(z)$. При $T_z(z) = \frac{ql^2}{2h}$ $a = l$, т.е. положение наибольшего провисания совпадает с положением опоры В (рис. 4, а).

В этом случае кочаны капусты, скатываясь по настилу, возможно будут перекатыться через борт края и падать в контейнеры, что нежелательно с точки зрения обеспечения сохранности продукции.

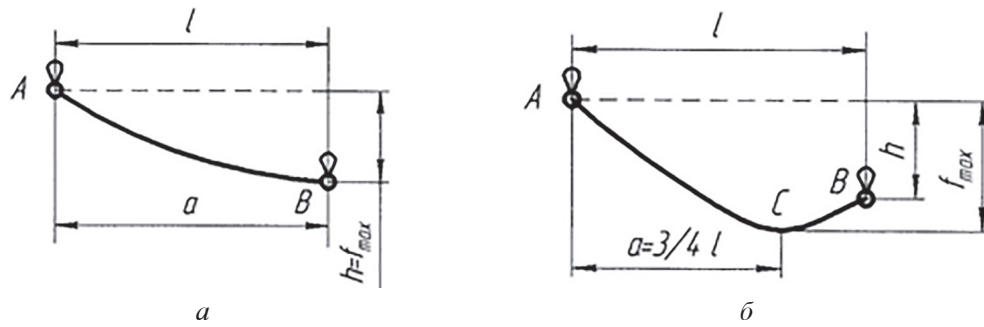


Рис. 4. Характерные случаи расположения нижней точки кривой провисания настила

При $T_z(z) = \frac{ql^2}{4h}$ низшая точка провисания находится в пределах пролета настила на расстоянии $a = \frac{3}{4}l$ от опоры А, что является наиболее предпочтительным условием для данного приспособления (рис. 4, б), так как при этом кочаны капусты после отгрузки будут накапливаться в зоне расположения наибольшего провиса настила и удобно располагаться на нем для последующей бережной перекладки в контейнеры вручную.

В этой связи рекомендуется обеспечивать в приспособлении натяжение настила на величину, равную $ql^2/4h$.

Если выбрать в качестве материала для настила транспортерную ленту типа ТК-200-2 ($q = 354$ Н/м при ширине пролета $l = 1000$ мм, длине пролета 3900 мм применительно для кузова тракторной тележки 2-ПТС-4,5) при $h = 250$ мм, $T_z(z) = 354$ Н.

При этом ширина ленты настила L_{AB} (между точками А и В), вычисленная как длина кривой провисания согласно выражению (6), составляет 1075 мм.

Заключение

Предложена конструктивно-технологическая схема приспособления для бережной отгрузки кочанов капусты при машинной уборке и укладке их в контейнеры для последующей закладки на хранение.

Предложенная математическая модель конструкции и найденные параметры могут быть приняты за основу при проектировании предложенного приспособления.

Литература

1. Алатырев С.С., Григорьев А.О., Алатырев А.С. Обоснование параметров устройства для отгрузки кочанов капусты в кузов транспортного средства // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 9. С. 11–14.

2. Свирин С.Н. Параметры и режимы работы транспортера-загрузчика контейнеров и транспортных средств на пунктах послеуборочной обработки белокочанной капусты: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ленинград – Пушкин, 1986. 16 с.
3. Voss R., Gaede H. Neue kohlernte-maschine bei der Ernte Von Blumenkohl und Kolrabi erprobt // Feldwirtschaft. 1983. Jg. 24. Nr. 11. P. 494–497.
4. Шамонин В.И., Сергеев А.В., Федькин Д.С. Повышение качества овощной продукции при механизированной уборке в контейнеры // Молодой ученый. 2015. № 23 (103). С. 433–436.
5. Алатырев С.С., Кручинкина И.С., Юркин А.П., Алатырев А.С. Новый способ уборки кочанной капусты // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 5. С. 18–20.

References

1. Alatyrev S.S., Grigor'ev A.O., Alatyrev A.S. Justification of the parameters of the device for dispatch of cabbage heads to the body of the vehicle. Traktory i sel'khoz mashiny, 2015. No 9, pp. 11–14 (In Russ.).
2. Svirin S.N. Parametry i rezhimy raboty transportera-zagruzchika konteynerov i transportnykh sredstv na punktakh posleuborochnoy obrabotki belokochannoy kapusty: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk [Parameters and modes of operation of the conveyor-loader of containers and vehicles at post-harvest processing points for white cabbage. Abstract. Dissertation for Candidate of Technical Science degree]. Leningrad-Pushkin, 1986. 16 p.
3. Voss R., Gaede H. Neue kohlernte-maschine bei der Ernte Von Blumenkohl und Kolrabi erprobt // Feldwirtschaft. 1983. Jg. 24. Nr. 11. P. 494–497.
4. Shamonin V.I., Sergeev A.V., Fed'kin D.S. Improving the quality of vegetable products during mechanized harvesting in containers. Molodoy uchenyy. 2015. No 23 (103), pp. 433–436 (In Russ.).
5. Alatyrev S.S., Kruchinkina I.S., Yurkin A.P., Alatyrev A.S. New way of harvesting cabbage. Traktory i sel'khoz mashiny, 2015. No 5, pp. 18–20 (In Russ.).