

УДК 631.352.99

## ПРИМЕНЕНИЕ МОДЕРНИЗИРОВАННОЙ БОТВОУДАЛЯЮЩЕЙ МАШИНЫ ДЛЯ СКАШИВАНИЯ ЛЮЦЕРНЫ

Д. И. Фролов

В работе представлены способы уборки многолетних трав на примере люцерны. Проведен анализ машин для скашивания люцерны, выявлены их преимущества и недостатки. Была предложена модернизация ботвоудаляющей машины, с целью использования ее на посевах люцерны для скашивания с заданной степенью измельчения и укладки в валок регулируемой ширины.

*Ключевые слова:* ботвоудаляющая машина, листостебельная масса, люцерна.

### Введение

В условиях комплексной механизации животноводства большое значение в создании прочной кормовой базы имеют многолетние травы. В кормовых рационах животных необходим определенный уровень белка, при недостатке которого снижается продуктивность животных. Многолетние бобовые травы, такие как люцерна относятся к культурам дающим полноценные белки с содержанием аминокислот лизина, лейцина и др. Многолетние травы используются для получения силоса, сена, заготовок травяной муки и подкормки животных [1–3].

При уборке многолетних трав могут быть применены различные технологии.

Заготовка рассыпного сена (рис. 1) включает следующие операции: кошение, ворошение, сгребание в валки, копнение, перевозку к месту хранения и скирдование.

Ускоренная уборка бобовых трав с плющением

стеблей предусматривает скашивание и плющение травы косилками-плющилками.

Заготовка измельченного сена отличается тем, что провяленную траву во время подбора из валков измельчают и доставляют в хранилища башенного типа для досушивания активным вентилированием.

Заготовка прессованного сена предусматривает прессование пресс-подборщиком из валков травы, просушенной до влажности 20...22%. Тюки подбирают подборщиком-тюкоукладчиком и формируют в штабеля на краю поля.

Уборка сеяных трав с приготовлением сенажа предусматривает подбор и измельчение травы, провяленной до влажности 50...55%, и закладывание ее на хранение в герметические башни или бетонированные траншеи шириной 6...8 м и глубиной 2,5...4 м.

Приготовление витаминной травяной муки осуществляется путем высушивания травы, измельченной при скашивании или при подборе валков,



Рис. 1. Скашивание люцерны для рассыпного сена

в специальных агрегатах (сушилках). Храниться может в порошкообразном состоянии или в виде гранул, приготовленных с применением специального оборудования.

Наиболее трудоемкими операциями при уборке люцерны являются скашивание и подбор. На скашивании многолетних трав широко использовались самоходные косилки-плющилки Е-301, Е-302, Е-303 (рабочая скорость 5,54–6,68 км/ч, производительность основного времени 0,5–0,65 га на 1 метр ширины захвата, рабочая ширина захвата – 4,1 м), но с прекращением их выпуска появилась сложность в поддержании их в рабочем состоянии. Причем потери из-за повышенного среза достигали 5%, что было обусловлено недостаточной степенью копирования рельефа поля.

В последнее время большое распространение получил ротационный дисковый аппарат и соответственно косилки на его основе [4, 5]. Ротационный режущий аппарат представляет из себя брус со смонтированными на нем роторами (тарелками или дисками) и установленными на них режущими ножами. Ножи вращающиеся с большой частотой вращения срезают траву по принципу бесподпорного среза, что позволило существенно повысить рабочую скорость при выполнении среза, почти в 1,5–2 раза, по сравнению с жатками с сегментно-пальцевым режущим аппаратом. Так по этому принципу работают машины фирмы Samazs Z 015, KDF 390 303 (рабочая скорость 7,2–7,57 км/ч, производительность основного времени 0,71 га на 1 метр ширины захвата, рабочая ширина захвата –

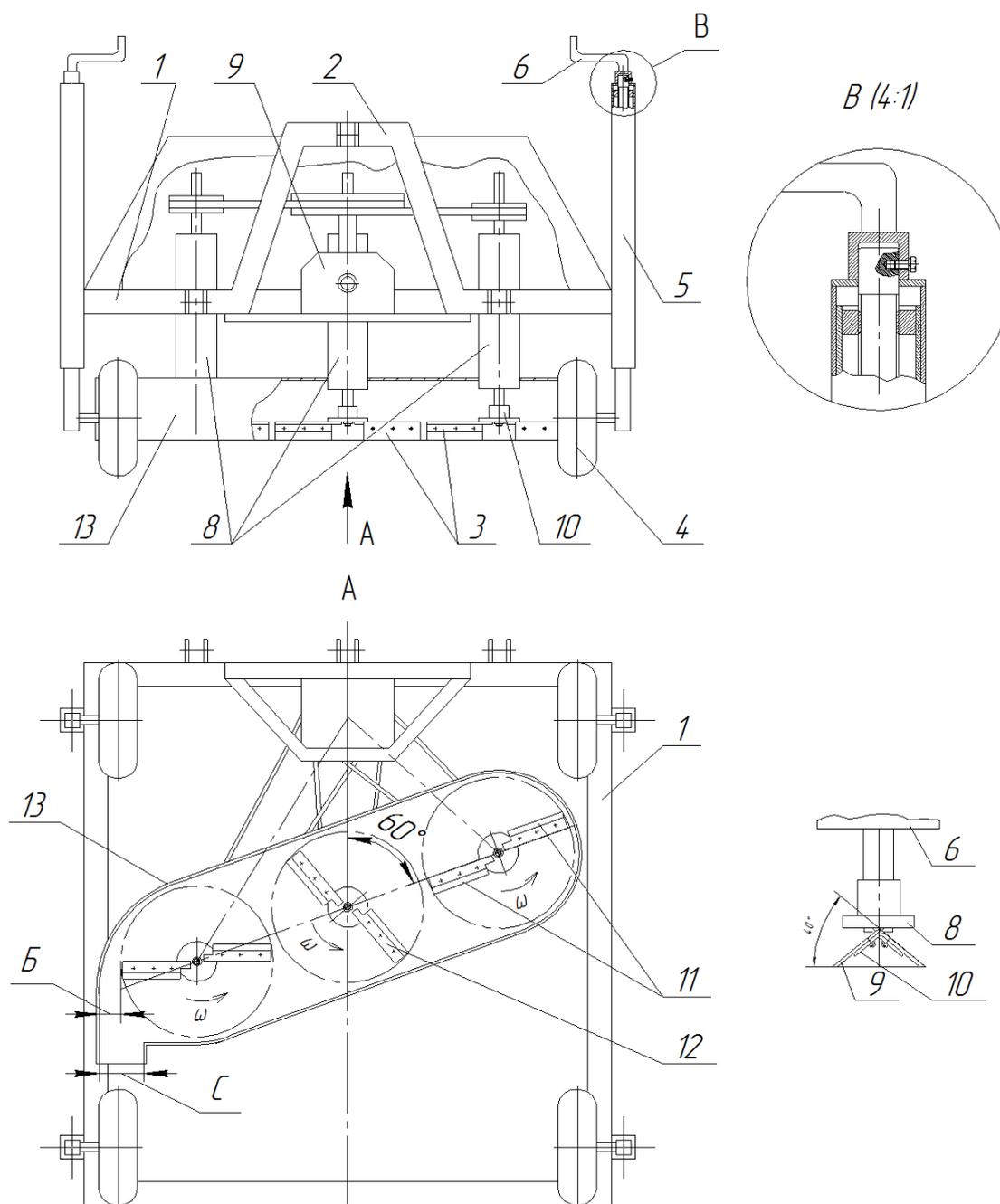


Рис. 2. Ботвоудаляющая машина (патент РФ №2339208)

3,5;3,7 м) и фирмы ZIEGLERA MASINBUVE FS-332303 (рабочая скорость 9,1 км/ч, производительность основного времени 0,86 га на 1 метр ширины захвата, рабочая ширина захвата – 3,2 м) .

При использовании этих машин существенное количество отказов происходило из-за изломов и изгибов ножей роторов – как следствие приводящие к изломам роторов, разрушению подшипников вала ротора, излому ступицы роторов, что говорило о плохой защищенности элементов режущего аппарата от попадания камней.

Для решения проблемы повышения производительности и степени универсальности машин предлагается модернизировать ботвоудаляющую машину с ротационным режущим аппаратом [6, 7] и применить ее для скашивания люцерны.

**Целью** данной работы являлась модернизация ботвоудаляющей машины с возможностью скашивания посевов люцерны в валок.

В процессе выращивания животных решаются задачи по их кормлению, включая вопросы принятой в хозяйстве технологии кормления: нормирование питательных веществ, способы заготовки, хранения, подготовки кормов и приготовления кормовой смеси, транспортировки, раздачи и скармливания кормосмесей, соблюдения гигиены и т.п.

#### Объекты и методы исследований

Известна ботвоудаляющая машина [8], содержит раму 1 (рис. 2) с устройством для присоединения к трактору 2 и рабочие органы 3 с вертикальной осью вращения. Рама имеет четыре стойки 5 с механизмом механического регулирования высоты скашивания 6, опирающиеся на пневматические колеса 4. Для передачи крутящего момента с помощью ременных передач 7 на три симметрично расположенных вала 8 на раме 1 установлен кони-

ческий редуктор 9. Вала 8 находятся в вертикальной плоскости расположенной под углом  $50^{\circ} \dots 60^{\circ}$  к продольной оси рамы 1, при этом средний вал установлен в точке пересечения вертикальной плоскости и оси рамы 1. На нижнем конце каждого вала 8 с помощью фланца 10 смонтированы рабочие органы 3, включающие два кронштейна крепления 12, на которых закреплены ножи 11 под углом  $40^{\circ}$  к горизонтальной плоскости по ходу их вращения, установленные попарно напротив друг друга на одной горизонтальной оси фланца 10. Ширина каждого ножа 11 равна  $1/2$  его длины, а режущая кромка имеет нижнюю заточку. Сверху ножи 11 закрыты кожухом 13, имеющим ботвоотводящее окно, при этом нижняя открытая часть кожуха 13 расположена в одной плоскости с плоскостью резания ножей 11. В местах установки крайних ножей 11 кожух 13 имеет закругление радиусом большим радиуса траектории вращения ножей 11 на  $20 \dots 25$  мм, при этом наибольшее расстояние Б от боковой стенки ботвоотводящего окна до наружной кромки ножа составляет  $1/2$  длины ножа. Ширина ботвоотводящего окна С не более ширины междурядья убираемой культуры.

#### Результаты и их обсуждение

Для модернизации данной машины с целью скашивания люцерны и укладки ее в валок предлагается изменить кожух (рис. 3). Для укладки валка предлагается изменить ширину ботвоотводящего окна, предусмотреть возможность регулирования. С целью увеличения полноты скашивания и адаптации ботвоудаляющей машины для скашивания люцерны переднюю часть кожуха заменить на гибкую тканевую основу.

Модернизированная ботвоудаляющая машина будет работать следующим образом.

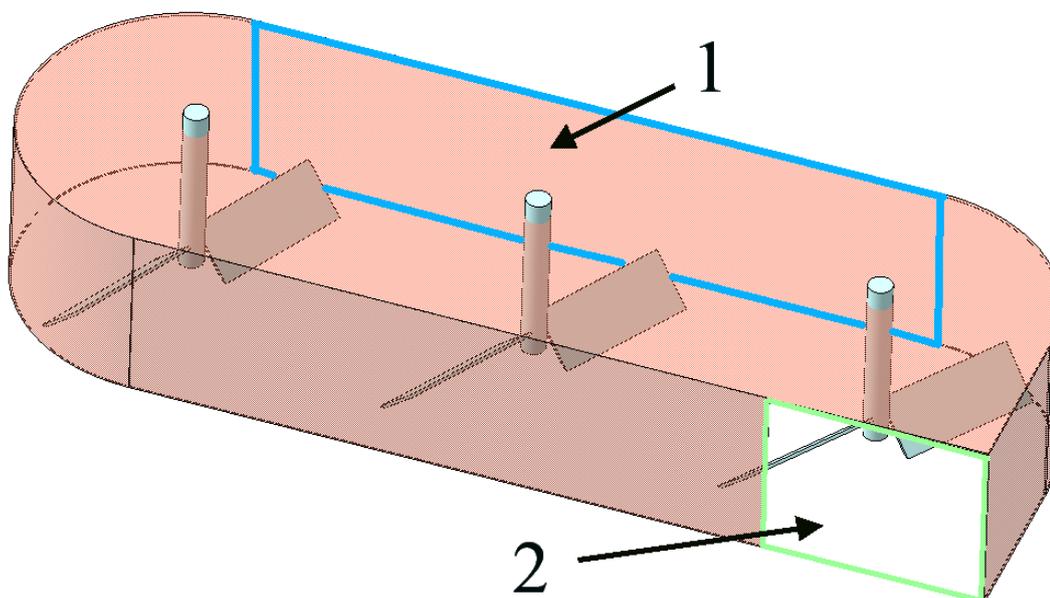


Рис. 3. Модернизация кожуха ботвоудаляющей машины: 1 – Гибкая тканевая основа; 2 – Ботвоотводящее окно.

При движении машины (рис.2) происходит копирование рельефа поля при помощи четырех пневматических колес 4, установленных на стойках 5 с механизмом механического регулирования высоты скашивания 6, которые позволяют регулировать высоту скашивания люцерны.

При вращении рабочих органов 3 машины с определенной частотой вращения [9–12], включающих ножи 11, трава люцерны срезается и измельчается.

При вращении рабочего органа ботвоудаляющего устройства под ним создается разрежение и поток воздуха [13], направленный от земли. Этот поток воздуха втягивает лежащую полегшую люцерну. Одновременно с создаваемым рабочим органом разрежением через щель между кожухом и землей всасывается воздух, при этом на полегшую люцерну начинает действовать еще подъемная сила и аэродинамический момент, которые способствуют поднятию люцерны и подводу ее в зону резания ножей. Элементы ножей, находящиеся на различных расстояниях от вала, вращаются с неодинаковыми скоростями. Вследствие этого ножи с постоянной шириной и углом наклона создают разрежение, изменяющееся по длине ножей. Это приводит к радиальным перемещениям воздуха и срезанной массы люцерны в проточной полости ножей и отвода, что способствует откидыванию срезанной массы к ботвоотводящему окну и укладки ее в рядок.

Благодаря тому, что три симметрично располо-

женных вала 8, находятся в вертикальной плоскости и расположены под углом  $50^\circ \dots 60^\circ$  к продольной оси рамы 1, а средний вал установлен в точке пересечения вертикальной плоскости и оси рамы, происходит перекрытие зон резания рабочих органов 3, что способствует полному скашиванию люцерны по всей ширине грядки.

В местах установки крайних ножей 11 кожух 13 имеет закругление радиусом большим радиуса траектории вращения ножей 11 на 20...25 мм, что позволяет избежать скапливания срезанной массы внутри кожуха 13 и производить ее отвод от рабочих органов к ботвоотводящему окну и укладки в валок нужной ширины.

### Выводы

В результате проведенного анализа машин для скашивания было установлено преимущество машин с ротационными рабочими органами при уборке многолетних трав. Была предложена модернизация ботвоудаляющей машины, а конкретно кожуха, с целью использования ее на посевах люцерны для скашивания с заданной степенью измельчения и укладки в валок регулируемой ширины.

В дальнейших исследованиях планируется изучить влияние различных факторов на надежность рабочих органов модернизируемой ботвоудаляющей машины при скашивании люцерны, а также получить оптимальные конструктивные и режимные параметры ее работы.

### Список литературы

1. Ларюшин, Н.П. Уборка без задержек/Н. П. Ларюшин, А.М. Ларюшин, Д.И. Фролов//Сельский механизатор. – 2007. – № 7. – С. 48–49.
2. Фролов, Д.И. Повышение питательности экструдированных кормов для животных / Д.И. Фролов, В.А. Никишин // Сборник научных трудов Sworld. 2014. Т. 7. № 4. С. 98–101.
3. Ларюшин, А.М. Совершенствование технологии уборки лука / А.М. Ларюшин, Н.П. Ларюшин, Д.И. Фролов // Труды Международного Форума по проблемам науки, техники и образования. – М.: Академия наук о Земле, 2007. – С. 17–18.
4. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 153 с.
5. Фролов, Д.И. Разработка обрезчика ботвы лука и сорных растений с обоснованием конструктивных и режимных параметров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01/Фролов Дмитрий Иванович. – Пенза, 2008. – 18 с.
6. Фролов, Д.И. Обоснование рациональных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука/Д.И. Фролов, С.В. Чекайкин//XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. № 6 (22). С.158–161.
7. Ларюшин, Н.П. Оптимальные параметры ботвоудаляющего рабочего органа обрезчика листостебельной массы/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Тракторы и сельхозмашины. – 2010. – № 2. – С. 15–17.
8. Пат. 2339208 Российская Федерация, МПК А 01 D 23/02. Ботвоудаляющая машина / Н.П. Ларюшин, С.А. Сущёв, Д.И. Фролов, А.М. Ларюшин. – № 2007109990/12; заявл. 19.03.2007; опубл. 27.11.2008, Бюл. № 33. – 8 с.: ил.
9. Фролов, Д.И. Обоснование оптимальной частоты вращения рабочего органа ботвоудаляющей машины / Д.И. Фролов, А.А. Курочкин, Г.В. Шабурова // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. – № 3. – С. 18–23.
10. Ларюшин, Н.П. Обоснование конструктивно-режимных параметров ботвоудаляющего устройства

- при лабораторных исследованиях/Н. П. Ларюшин, А. М. Ларюшин, Д. И. Фролов//Нива Поволжья.– 2008.– № 2 (7) .– С. 46–51.
11. Фролов, Д. И. Моделирование процесса удаления ботвы лука рабочим органом ботвоудаляющей машины/Д. И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Известия Самарской ГСХА.– 2014.– № 3.– С. 29–33.
  12. Фролов Д. И. Определение оптимальных параметров ботвоудаляющей машины на посевах лука /Д.И. Фролов, А. А. Курочкин, Г. В. Шабурова//Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии.–2015.–№ 1 (29) .– С. 120–126.
  13. Фролов, Д. И. Анализ работы ботвоудаляющего рабочего органа с оптимизацией воздушного потока внутри кожуха/Д. И. Фролов//Инновационная техника и технология.– 2014.– № 4. С. 30–35.

## APPLICATION MODERNIZED HAULM REMOVAL MACHINE FOR CUTTING ALFALFA

*D. I. Frolov*

The paper presents the ways of harvesting perennial grasses on example, alfalfa. The analysis of machines for cutting of alfalfa, identified their advantages and disadvantages. It was proposed modernization haulm removal machine in order to use it on alfalfa fields for mowing with a given degree chopping and stacking swath adjustable width.

*Keywords: haulm removal machine, cormophyte mass, alfalfa.*

### References

1. Laryushin, N.P. Cleaning without delay / N.P. Laryushin, A. M. Laryushin, D.I. Frolov // Rural machine operator.–2007.– № 7.– P. 48–49.
2. Frolov, D. I. fortification extruded animal feed / D.I. Frolov, V.A. Nikishin // Collection of scientific works Sworld. T. 2014. 7. № 4.– P. 98–101.
3. Laryushin, A. M. Improvement of onion harvesting technology / A. M. Laryushin, N. P. Laryushin, D. I. Frolov // Proceedings of the International Forum on Science, Technology and Education.– М .: The Academy of Sciences of the Earth, 2007.– P. 17–18.
4. Frolov, D.I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational parameters: dissertation of the candidate of technical sciences: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 153 p.
5. Frolov, D.I. Development of cutter error is tops of onions and weeds with substantiation of constructive and operational pa-rameters: candidate of technical sciences dissertation author’s abstract: 05.20.01 / Frolov Dmitry Ivanovich.– Penza, 2008.– 18 p.
6. Frolov, D.I. Reasoning effective parameters of the haulm removing machine on sowings of the onion / D. I. Frolov, S. V. Chekaykin // XXI century: the results of past and present problems plus. 2014.– № 06 (22) .– P.159–162.
7. Laryushin, N.P. Optimal parameters of top removing working member of cutter for leaf-and-stalk mass / N.P. Laryushin, A. M. Laryushin, D.I. Frolov // Tractors and agricultural machines.–2010.– № 2.– P. 15–17.
8. Pat. 2339208 Russian Federation, IPC A 01 D 23/02. Haulm removal machine / N. P. Laryushin, S. A. Suschëv, D. I. Frolov, A. M. Laryushin.– № 2007109990 / 12; appl. 19.03.2007; publ. 27.11.2008, Bull. № 33.– 8 p .: silt.
9. Frolov, D. I. Substantiation of the haulm removing machine operating element rotation optimum frequency / D. I. Frolov, A. A Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture.– 2013.– № 3.– P. 18–23.
10. Laryushin, N.P. Substantiation of constructively operation characteristic plant-top removing machine by laboratory research / N. P. Laryushin, A. M. Laryushin, D. I. Frolov // Niva Povolzhya.– 2008.– № 2 (7) .– P. 46–51.
11. Frolov, D. I. Modeling the process to removing tops onions Of the haulm removing machine operating element / D. I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Samara State Academy of Agriculture.– 2014.– № 3.– P. 29–33.
12. D. I. Frolov determination of the optimal parameters haulm removing machine for sowing onion /D.I. Frolov, A. A. Kurochkin, G. V. Shaburova // Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy.–2015.–№ 1 (29) .– P. 120–126.
13. Frolov, D. I. Analysis of work haulm removing working bodies from optimize the airflow inside the casing / D. I. Frolov // Innovative engineering and technology.– 2014.– № 4.– P. 30–35.