



УДК 631.353.2

РАСЧЕТ ВЫНОСА ПАЛЬЦЕВ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПЛЮЩИЛЬНОГО АППАРАТА СТЕБЕЛЬЧАТЫХ КОРМОВ**И.В. КОКУНОВА**, к.т.н., доцент,**М.В. СТРЕЧЕНЬ**, аспирант ФГБОУ ВПО «Великолукская государственная сельскохозяйственная академия», Россия

Предлагается оригинальная конструкция машины для плющения стеблей скошенных трав и расчет ее основных конструктивных параметров. Данное техническое решение позволяет ускорить процесс сушки трав в поле и тем самым повысить качество заготавливаемого корма.

Ключевые слова: *стебельчатые корма, плющилка, плющильный аппарат, качество кормов.*

В технологии заготовки растительных кормов важной операцией является сушка трав в поле. Этот процесс сопровождается не только потерей воды, но частично и сухого вещества, особенно наиболее ценных легкопереваримых углеводов и белков. Величина потерь питательных веществ находится в прямой зависимости от продолжительности сушки трав. Даже при быстрой сушке растений на свету в результате только биохимических процессов теряется от 5 до 10% сухого вещества. Если не применять специальных мер по ускорению процесса сушки трав, период интенсивной ферментативной деятельности увеличивается, а это приводит к повышенным потерям питательных веществ. Особенно резко они увеличиваются при попадании скошенной массы под атмосферные осадки [1, 2].

Одним из перспективных способом выравнивания и ускорения сроков сушки является плющение трав при скашивании. Плющильные вальцы, устанавливаемые на косилках-плющилках, прокатывая между собой



скошенную траву, раздавливают стебли, что ускоряет их влагоотдачу. Однако в дождливую погоду такой подход не пригоден, так как, попадая под атмосферные осадки, расплюснутые стебли еще больше впитывают влагу.

В современных условиях сельскохозяйственного производства все чаще появляются новые кормозаготовительные технологии и технические средства для их реализации. На российском рынке сельскохозяйственной техники появилась машина Re Con 300 канадской компании AG SHIELD. Данная машина предназначена для повторного плющения уже подвяленных в поле трав. Это позволяет сократить продолжительность сушки растительной массы в естественных условиях и сохранить в ней большее количество питательных веществ.

Рабочие органы машины представляют собой два ребристых вальца, которые подбирают подвяленную травяную массу и производят ее повторное плющение. Однако в связи с низким расположением вальцов над поверхностью поля часто происходит захват ими земли и камней, что загрязняет корм и ухудшает его качество.

На кафедре сельскохозяйственных машин Великолукской государственной сельскохозяйственной академии разработана машина для плющения скошенной растительной массы. Она состоит из рамы с двумя опорными пневматическими колесами 1 (рис. 1), подбирающего пальцевого механизма 2, установленного на коленчатой оси разборной конструкции внутри нижнего плющильного вальца 4, верхнего плющильного вальца 5, отражателя 7, пружинного предохранительного устройства 6, чистиков 3, прицепного устройства 8.

Плющильные вальцы оснащены билами трапецеидальной формы. Для монтажа и демонтажа вальцов в левой боковине корпуса машины предусмотрен специальный люк. Привод рабочих органов машины осуществляется от вала отбора мощности трактора.

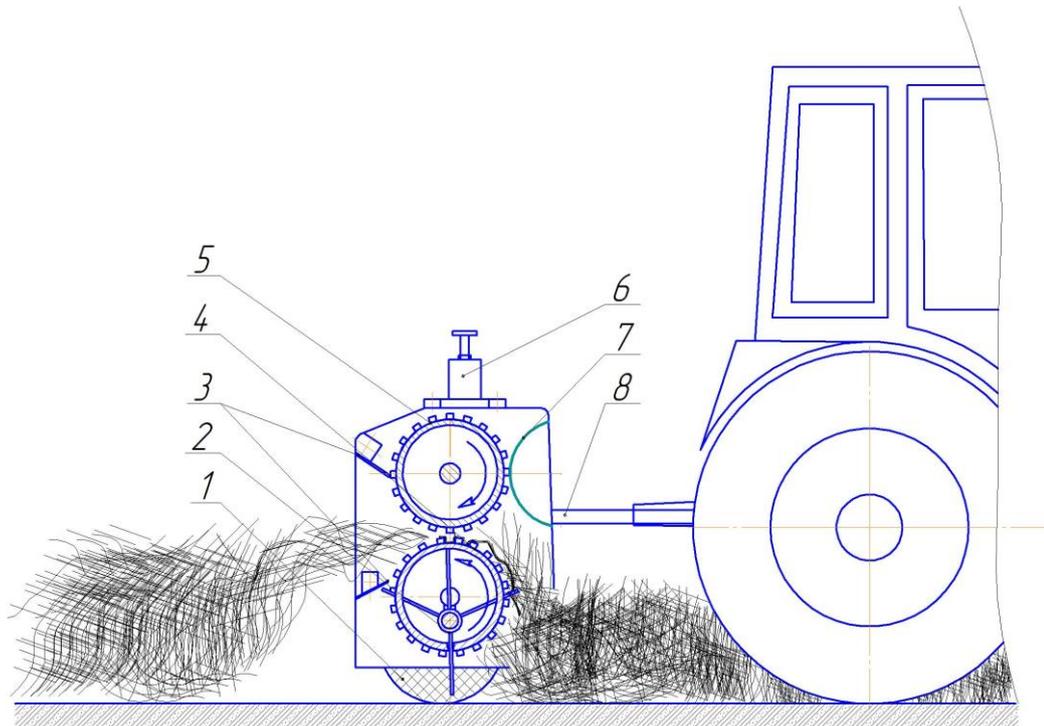


Рис. 1. Схема и технологический процесс работы машины для плющения стебельчатых кормов: 1 – опорные пневматические колеса; 2 – подбирающий пальцевый механизм; 3 – чистики; 4, 5 – нижний и верхний плющильные вальцы; 6 – пружинный предохранитель; 7 – отражатель; 8 – прицепное устройство

Технологический процесс работы плющилки скошенной растительной массы протекает следующим образом. При движении машины вдоль валка упругие пальцы подбирающего механизма 2 приподнимают подвяленную травяную массу и подают ее в зону плющения ребристых вальцов 4 и 5, расположенных так, что ребра одного вальца входят в пространство между ребрами другого. Отражатель 7, закрепленный на раме машины, предотвращает соскальзывание растительной массы с пальцев подбирающего механизма и обеспечивает ее равномерную подачу в зону плющения.

Растения, попадая в зону действия вальцов, захватываются ими и протаскиваются в зазор, образованный ребрами верхнего и нижнего плющильных вальцов, в результате чего стебли растений расплющиваются и надламываются (повреждается их восковой слой). Благодаря высокой частоте вращения вальцов масса укладывается на поле в рыхлый, хорошо продуваемый валок. Это способствует интенсификации влагоотдачи, а также выравниванию процесса сушки стеблей и листовой части растений.

На качество плющения влияет высота слоя подаваемой растительной массы, зависящая в значительной степени от урожайности трав, и давление в зоне плющения, регулируемое с помощью пружинного механизма 6.



Движение упругих пальцев механизма подбора (рис. 2) складывается из их поступательного движения вместе с машиной и вращательного вместе с плющильным вальцом, что обеспечивает подъем скошенной травяной массы с поля и подачу материала в зону плющения.

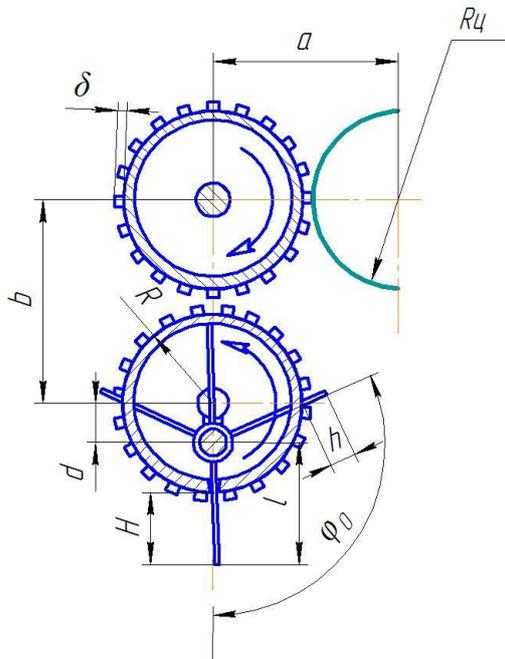


Рис. 2. Схема для расчета выноса пальцев и конструктивных параметров плющильного аппарата

При работе машины максимальный вынос пальцы имеют в своем нижнем положении, а нулевой – в верхнем. Текущий размер пальцев определяется по следующей формуле

$$h = H \left(\cos \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1)$$

где φ – угол поворота вальца относительно вертикальной радиальной плоскости по направлению вращения, рад.;

H – максимальный вылет пальцев, м.

При недостаточном сцеплении часть растительной массы выше пальца может быть оторвана от основного массива. Угол отрыва вычисляется по формуле

$$\varphi_{отр.} = 2 \arccos \left(\left(\frac{\omega^2 H}{Hg} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\omega^2 R}{g} \right)^{\frac{1}{2}} - \frac{\omega^2 H}{g} \right), \quad (2)$$

где ω – угловая частота вращения вальцов, c^{-1} ;



g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

R – радиус вальцов, м.

При $\omega^2 R / g = 1$ отрыв происходит непосредственно в зоне плющения (где $\varphi_0 = \pi$). Поэтому угловая скорость вращения вальцов принимается равной $\omega = \sqrt{g/R}$.

Чтобы предотвратить вылет оторвавшихся частей растительной массы за пределы верхнего плющильного вальца, напротив него предусматривается крепление гладкого полуцилиндра.

В декартовой системе координат с началом на геометрической оси нижнего вальца с горизонтальной координатой x , вертикальной y и осевой z время пролета оторвавшейся части растений до полуцилиндра с учетом сопротивления воздуха оценивается по формуле

$$t = (S + (a - x_0) \cos \varphi_0 + (b - y_0) \sin \varphi_0) / V_0, \quad (3)$$

где $S = (R_y^2 - ((a - x_0) \sin \varphi_0 - (b - y_0) \cos \varphi_0)^2)^{1/2}$;

R_y – радиус полуцилиндра, м;

a – горизонтальная координата геометрической оси полуцилиндра, м;

b – вертикальная координата, м;

x_0 – горизонтальная координата центра масс, оторвавшейся растительной части, м;

y_0 – вертикальная координата, м;

V_0 – начальная скорость полета массы, м/с.

Из условия $S \geq 0$, следует

$$R_y \geq |(a - x_0) \sin \varphi_0 - (b - y_0) \cos \varphi_0|.$$

Горизонтальная координата наиболее опасного угла отрыва находится из выражения

$$x_0 = R + H \cdot \sin \frac{\pi}{4} = R + \frac{\sqrt{2}}{2} H. \quad (4)$$

Из формулы (4) радиус полуцилиндра равен $R_y \geq a - R + \frac{\sqrt{2}}{2} H$,

$$\text{или } a \leq R_y + R + \frac{\sqrt{2}}{2} H.$$

Вертикальную координату b выберем на оси вертикального вальца при его полном контакте с нижним вальцом.

При движении травяной массы вдоль гладкой поверхности полуцилиндра возникает удельная сила инерции $\rho V^2 / R_y$, направленная в сторону вальцов.

Здесь ρ – плотность травяной массы, кг/м^3 ; V – скорость движения массы, м/с.

Таким образом, гладкий полуцилиндр отражает и толкает растительную массу в сторону вальцов.



Разработанная машина рекомендуется для ускорения естественной сушки скошенных трав в поле. Она может применяться для плющения скошенной растительной массы, когда погодные условия не позволяют проводить плющение одновременно с кошением трав, а также может использоваться при повторном плющении уже подвяленных растений, что способствует снижению потерь питательных веществ при заготовке сена и повышению его качественных показателей.

Представленная методика расчета конструктивных параметров плющилки растительной массы позволяет определить угловую скорость вращения плющильных вальцов, длину вылета пальцев подбирающего механизма, размер и место нахождения отражающего полуцилиндра.

Литература

1. Орсик, О.С. Инновационные технологии и комплексы машин для заготовки и хранения кормов: рекомендации /О.С. Орсик, Е.Л. Ревякин – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 140 с.
2. Особов, В.И. Механическая технология кормов /В.И. Особов. – М.: Колос, 2009. – 344 с.

Расчет выноса пальцев и конструктивных параметров плющильного аппарата стебельчатых кормов

Кокунова И.В., Стречень М.В.

Предлагается оригинальная конструкция машины для плющения стеблей скошенных трав и расчет ее основных конструктивных параметров. Данное техническое решение позволяет ускорить процесс сушки трав в поле и тем самым повысить качество заготавливаемого корма.

Ключевые слова: стебельчатые корма, плющилка, плющильный аппарат, качество кормов.

Calculation of carrying out of fingers and device plyushchilnogo's design data roughage

I.V. Kokunova, M.V Strechen

The analysis of means for a tedding the grasses applied at preparation of vegetative forages in the conditions of the Northwest zone of the Russian Federation is carried out, prospects of their development are considered.

Keywords: roughage, hay making, nutrients, grass flatting, reconditioning of pre-dried grass.