

# **МЕХАНИЗАЦИЯ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ АПК**

## **MECHANIZATION AND ELECTRIFICATION OF AGRARIAN AND INDUSTRIAL COMPLEX**

**УДК 631.55.631.1:636.086.1**

**Присяжная И.М., канд.техн.наук, доцент АмГУ;**

**Присяжная С.П., д-р.техн.наук, профессор ДальГАУ;**

**Присяжный М.М., канд.техн.наук, зам. директора ДальнНИИМЭСХ.**

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ  
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ СОЕВОЙ СОЛОМЫ**

*Обоснована технология уборки сои с измельчением и разбрасыванием соломы, выявлены оптимальные технологические и конструктивные параметры измельчителя, показан фракционный состав измельченной соевой соломы, получаемой при работе комбайна с разработанным измельчителем.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** СОЯ, СОЛОМА, ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ, КОМБАЙН, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ, ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ.

**Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Prisyazhnii M.M.**

**SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGICAL AND STRUCTURAL PARAMETERS  
OF SOYBEAN STRAW CRUSHER**

*In this article it was substantiated the soya harvesting technology with crushing and throwing of straw. The optimal technological and design parameters of the chopper were identified. We showed the fractional composition of chopped soybean straw made by the combine with designed chopper.*

**KEYWORDS:** SOYA, STRAW, GRINDING, COMBINE, TECHNOLOGICAL PARAMETERS, FRACTIONAL COMPOSITION.

Производство сои в Амурской области является приоритетным направлением отрасли растениеводства. В 2010 году посевы сои увеличились до 500 тыс. га., а валовой сбор достиг 600 тыс. тонн. В тоже время избыток ресурса незерновой части урожая сои (соломы) используется нерационально из-за несовершенства применяемых технологий уборки. Ограничено использование соевой соломы в структуре грубых кормов в животноводстве связано с сокращением поголовья крупного рогатого скота и большими затратами на ее свалкивание, погрузку и транспортировку к животноводческим комплексам, а также дополнительными затратами на приготовление ее к скармливанию. Современный уровень сельскохозяйственного производства с увеличением посевной площади сои и урожайности обеспечит выход соевой соломы свыше 400 тыс. тонн. Использование

такого количества соломы в качестве органического удобрения существенно улучшит структуру почвы и приведет к повышению плодородия и снижению себестоимости производства продуктов растениеводства.

Для измельчения и разбрасывания соломы отечественные и импортные комбайны укомплектованы измельчителями, но как показала практика и согласно исходных требований существующие измельчители комбайнов при уборке сои не обеспечивают заданный размер измельченной соломы для интенсивного разложения ее в почве после заделки, а также ширину и равномерность разбрасывания, поэтому совершенствование процесса измельчения и равномерного разбрасывания соевой соломы по полю приобретает большую актуальность.

С этой целью нами разработан измельчитель – разбрасыватель – валкообразова-

тель, в котором измельчение и разбрасывание соломы осуществляется подвижными ротационными режущими элементами сегментного типа, размещенными двухзаходно по винтовой линии по всей длине барабана под углом г, вращающимися в вертикальной плоскости и взаимодействующими с противорежущими сегментами, жестко закрепленными на регулируемом брусе.

Измельчитель состоит из рамы, корпуса, барабана-ротора, противорежущего бруса, разбрасывателя, механизма привода, капота и щитков (рис. 1).

Барабан-ротора представляет собой трубу-вал, с шарнирно закрепленными на нем

ножами. В качестве режущего элемента используется сегмент, применяемый в режущем аппарате жатки комбайна. Крепление ножей к валу осуществляется с помощью втулок и болтов с самоконтрящимися гайками.

Противорежущий брус представляет собой коробчатую балку квадратного сечения, на которой закреплены противорежущие ножи. Противорежущий брус крепится к раме измельчителя шарнирно и имеет возможность поворачиваться относительно оси. Изменением положения противорежущих ножей в рабочей зоне производится регулировка высоты резания и степени измельчения соломы.

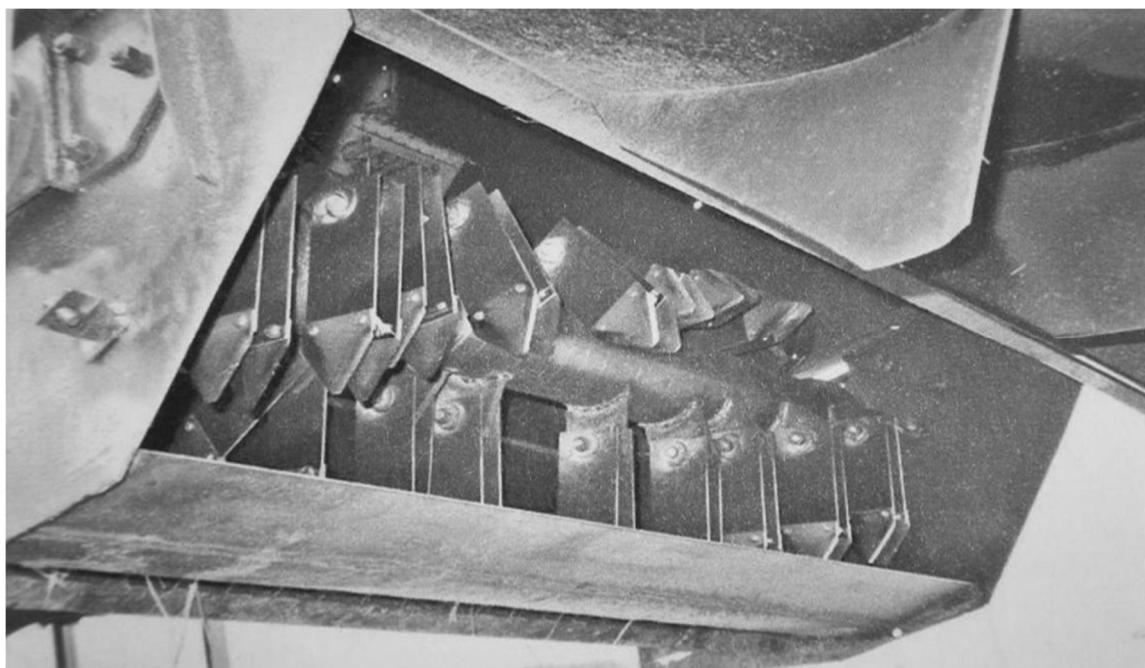


Рис. 1. Измельчитель – разбрасыватель соломы «ИРВС 1200»

Теория процесса деформирования стеблей различных растений при поперечном ударе и их разрушение представлена в трудах Х.А. Рахматулина [1]. На основании которой, для каждого материала свойственна своя определенная скорость удара, при которой возникает разрушающее напряжение.

Разрушение стеблей сои, как упрого-вязкопластического материала, имеющего волокнистую структуру, при ударной нагрузке происходит по схеме хрупкого разрушения, для которого характерны отсутствие пластических деформаций и небольшая разность между пределами текучести и прочности.

Выражение для разрушающей скорости  $V_{разр}$  при ударе измельчающими сегментами можно записать

$$V_{разр} = 0,5 k_{y\theta} C_o \operatorname{tg}^3(k_\theta v_{cm}), \text{ м/с} \quad (1)$$

где  $k_{y\theta}$  – удельный коэффициент разрушения, который для слоистых пластичных материалов равен (1,3 – 1,5);  $C_o$  – скорость распространения упругих (продольных) волн, (для сои равна в пределах 800-950 м/с);  $k_\theta$  – коэффициент динамичности сухих стеблей (1,2-1,5);  $v_{cm}$  – статический угол излома, (14-18 град.).

При наличии этих характеристик и с учетом формулы 1 можно найти значение разрушающей скорости поперечного удара.

Разрушающая скорость связана с кинематическими параметрами ротора соотношением

$$V_{разр} = \frac{D \cdot \omega}{2}, \text{ м/с} \quad (2)$$

где  $D$  – диаметр барабана - ротора по концам режущих сегментов, м;  $\omega$  – угловая скорость измельчающего барабана,  $c^{-1}$ .

При выборе диаметра измельчающего барабана исходили из конструктивных условий размещения измельчителя между соломотрясом и решетным станом.

Принимаем  $D=0,6$  м,  $\omega=75,4 c^{-1}$ .

Для экспериментального определения средневзвешенного размера измельченных частиц соломы в зависимости от подачи соломы на измельчение, количества измельчающих сегментов и угловой скорости измельчающего барабана применялась методика многофакторного эксперимента. Для нахождения коэффициентов полинома использовался ортогональный центрально-композиционный план второго порядка. Значимость коэффициентов регрессии проверялась по критерию Стьюдента. Адекватность полученных уравнений проверялась по критерию Фишера. После отсеивания статистически незначимых коэффициентов методом шаговой регрессии, уравнения в раскодированной форме имеют вид:

$$L = 569,43 - 59,245m - 5,22\omega - 14.3v + \\ + 3,21m^2 + 0,041\omega^2 \quad (3)$$

где  $L$  – средневзвешенная длина измельченных частиц;  $m$  – количество измельчающих сегментов;  $\omega$  – угловая скорость измельчающего барабана,  $c^{-1}$ ;  $v$  – подача соломы,  $kg/c$ .

С целью определения парного влияния факторов на критерий оптимизации (средневзвешенную длину измельченных частиц соломы) построены поверхности откликов от двух факторов – угловой скорости измельчающего барабана и подачи соломы, при постоянном уровне количества измельчающих сегментов (рис. 2).

$$L = 300,185 - 5,22 \cdot w - 14,3 \cdot v + 0,041 \cdot w^2 \quad (4)$$

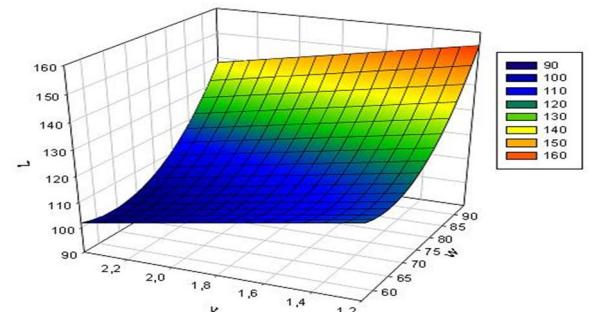


Рис. 2. Поверхность отклика  $L = f(w, v)$  при нулевом уровне  $m = 10$

При варьировании числа сегментов и скорости подачи соломы и постоянной угловой скорости измельчающего барабана (рис.3).

$$L = 408,9 - 59,245 \cdot m - 14,3 \cdot v + 3,21 \cdot m^2 \quad (5)$$

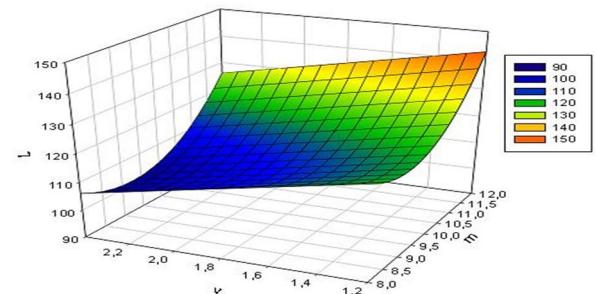


Рис. 3. Поверхность отклика  $L = f(m, v)$  при нулевом уровне  $w = 75,4 c^{-1}$ .

При изменяющихся числе сегментов и угловой скорости барабана и постоянной подаче соломы на измельчитель (рис. 4).

$$L = 543,69 - 59,245 \cdot m - 5,22 \cdot w + 3,21 \cdot m^2 + 0,041 \cdot w^2 \quad (6)$$

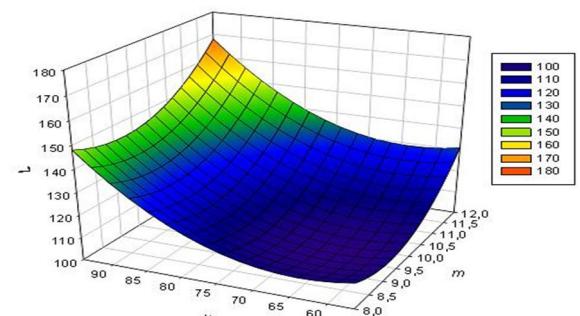


Рис.4. Поверхность отклика  $L = f(m, w)$  при нулевом уровне  $v = 1,8 \text{ кг/с}$

Для того чтобы найти приемлемые значения факторов, необходимо было решить компромиссную задачу. Поиск компромиссных значений осуществлялся при помощи программы «Sigma Plot v 11.0». В результате решения компромиссной задачи получены значения средневзвешенной длины частиц измельченной соломы, равной 105 мм при подаче соломы 2,4 кг/с, числе сегментов по одной из двухзаходной винтовой линии –

десять и угловой скорости измельчающего барабана 75,4 с<sup>-1</sup>.

Показатели измельчения соевой соломы измельчителем «ИРВС – 1200» установленном на комбайне «СЗК – 1200Р» при сложившихся агротехнических условиях можно отнести к качественным, так как длина резки от 0 до 120 мм составляла 94,8%. (рис. 5), а по исходным требованиям должна составлять не менее 85% [4].

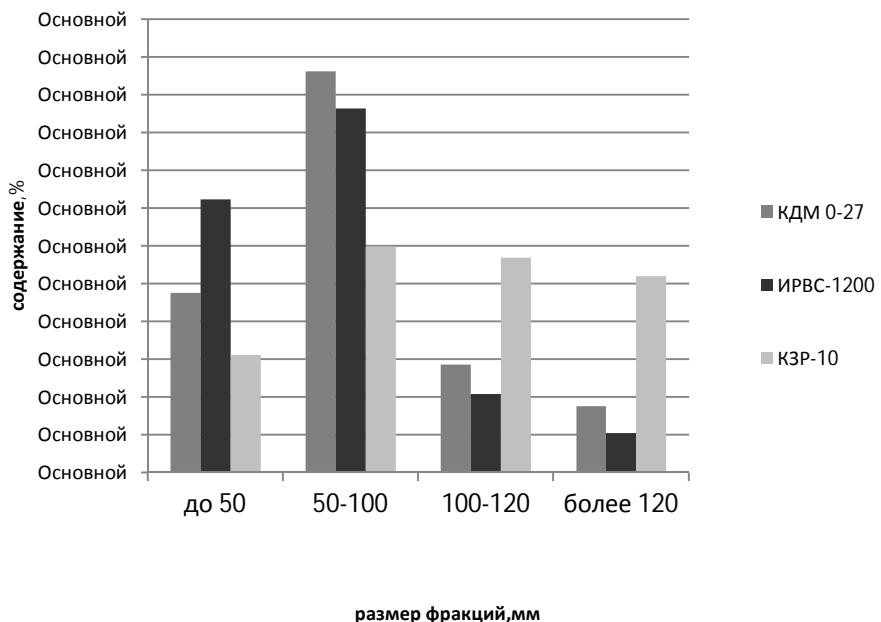


Рис. 5. Фракционный состав измельченной соевой соломы

Таким образом, на основе проведенных исследований установлено, что в разработанной конструкции измельчителя – разбрасывателя оптимальными являются:  $D = 2R = 0,6$  м;  $m = 10$  по каждой из двухзаходной винтовой линии;  $\gamma = \frac{\pi}{5} = 36^\circ$ ;  $V_c = 3.4$  м/с;  $\omega = 75,4$  с<sup>-1</sup>, а при расстановке режущих и противорежущих сегментов на расстоянии 50 мм по ширине молотилки и при частоте вращения барабана ротора 2400 об/мин обеспечивается измельчение соевой соломы на 94,8 % фракционным составом от 0 до 120 мм и разбрасывание на ширину используемой жатки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рахматулин, Х.А. Прочность при интенсивных и кратковременных нагрузках. – М.: Машиностроение, 1961. – 204 с.

2. Присяжная, И.М. Качество работы измельчителя соломы при комбайновой уборке сои / И.М. Присяжная, М.М. Присяжный, С.П. Присяжная. // Дальневосточный аграрный вестник. – Благовещенск: ДальГАУ, 2008. – Вып. 4 (8). – С. 40 – 42.

3. Присяжная, И.М. Разработка технологии уборки сои со сбором половы, измельчением и разбрасыванием соломы / С.П. Присяжная, М.М. Присяжный, К.А. Калентьев, И.М. Присяжная. // Технологии и средства механизации производства и переработки сельскохозяйственной продукции АПК Дальнего Востока: Сб. науч. тр. – Благовещенск: ГНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2010. – С. 62 – 67.

4. Исходные требования к Зональной системе технологий и машин для производства продуктов растениеводства в Дальневосточном регионе России. – Благовещенск: ДальГАУ, 2007. – 166 с.