

6  
А-11

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
КАЗАХСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ

---

*На правах рукописи*

Аспирант МЮЛЛЯР А. Г.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
ПРОЦЕССА РАБОТЫ ПЛЮЩИЛЬНОГО  
АППАРАТА НА УБОРКЕ ПОЛИВНОЙ  
ЛЮЦЕРНЫ**

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

г. АЛМА-АТА  
1965 год

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР  
КАЗАХСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ  
ИНСТИТУТ

---

*На правах рукописи*

аспирант МЮЛЛЯР А. Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
РАБОТЫ ПЛЮЩИЛЬНОГО  
АППАРАТА НА УБОРКЕ  
ПОЛИВНОЙ ЛЮЦЕРНЫ

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

диссертации на соискание ученой степени кандидата  
технических наук

Научный руководитель—кандидат  
технических наук  
М. С. ГАНИЕВ

г. АЛМА-АТА  
1965 год

Решение задачи дальнейшего увеличения производства продуктов животноводства возможно только на основе создания прочной кормовой базы, опережающей рост поголовья.

В зоне хлопководства наряду с пропашными культурами таким как кукуруза, зернобобовые, сахарная свекла, которые обеспечивают высокий выход кормов с единицы площади посева, необходимо иметь люцерну, как кормовую и севооборотную культуру хлопчатника в количестве 10—12% пашни, убираемую на сено и переработки в муку.

Люцерна в хлопковых севооборотах, кроме укрепления кормовой базы и развития животноводства, способствует повышению плодородия почвы, накоплению органического удобрения для хлопчатника. Совместное развитие хлопководства и животноводства дополняют друг друга. Возделывание люцерны в хлопковых севооборотах создает реальные условия для увеличения производства хлопка и решения задачи, поставленной партией и правительством по производству 75 центнеров мяса на 100 га пашни, а в дальнейшем довести производство мяса до 100—120 центнеров.

Севооборотный клин люцерников при соответствующем уходе и степени механизации способен полностью удовлетворить потребности животноводства хлопковой зоны в качественном сене и витаминно-белковом концентрате. Однако уборка люцерны в настоящее время далеко еще не совершенна, не создан эффективный комплекс уборочных машин, обеспечивающий уборку при рациональной технологии. Применяемая технология уборки люцерны сопровождается большими потерями и снижением качества сена, что в большой степени связано с неравномерным высушиванием стеблей и листьев. Это приводит к пересушке травы в прокосе, сбиванию и потерям пересохших листьев во время проведения послеуборочных операций и резкому снижению кормовых качеств убираемого сена.

Для устранения потерь необходимо разработать более совершенную технологию уборки и комплекс машин, обеспечивающий бесперебойную механизированную уборку трав

с высоким качеством сена. На решение поставленной задачи и направлена реферируемая работа.

### Состояние вопроса уборки поливной люцерны и задачи исследования

Применяемая в настоящее время технология уборки поливной люцерны на сено не в состоянии даже при самом тщательном проведении уборочных операций устранить присущие ей недостатки. Это вызвано биологическими особенностями люцерны, неравномерностью влагоотдачи различными частями растения в период сушки скошенной массы, что приводит к пересушке листовой части урожая и большим потерям. Потери питательных веществ достигают 25—50%, витаминов (каротина) — 80—90%. Решающим условием снижения потерь является сокращение времени сушки и выравнивание интенсивности влагоотдачи листьев и стеблей растения. Особое внимание в этой связи заслуживает способ ускоренной сушки скошенной массы с осуществлением механической обработки стеблей трав.

Первые работы в нашей стране в области ускорения естественной сушки трав с целью снижения потерь относятся к началу 30-х годов, проводимые В. И. Копыриным в Омском сельскохозяйственном институте, а затем А. М. Михиным во Всесоюзном институте кормов. К этому же времени относятся некоторые зарубежные работы в основном изобретательского характера. Особенно заметное развитие получил метод механической обработки стеблей в последнее время.

Большинство известных механизмов для обработки стеблей представляют собой приспособления для плющения, и все они производят подбор ранее скошенной массы. Однако производственный опыт использования плющения еще очень мал. Плющилки, работающие в сочетании с сенокосилками, имеют ограниченную маневренность и не могут обеспечить качественной обработки массы в силу технологических особенностей процесса уборки.

В результате анализа созданных плющилок, технологической схемы работы и агрегатирования их с сенокосилками следует отметить, что ни одна из них не отвечает требованиям уборки поливной люцерны. В связи с этим возникает необходимость изучения ряда вопросов, связанных с определением необходимых параметров для создания плющилки и разработки технологии уборки поливной люцерны с плющением стеблей, которые и составляют программу исследований.

1. Проведение технологических и теоретических исследований для выбора рабочих органов и параметров плющильного аппарата.

2. Экспериментальные исследования процесса плющения с целью проверки технологических и конструктивных показателей плющильного аппарата:

а) определение формы рабочей поверхности плющильных валцов, их конструктивные параметры и усилие сжатия;

б) скоростные режимы плющильного аппарата и энергоемкость процесса плющения;

в) схема плющилки для поливной люцерны, обеспечивающей выполнение заданного технологического процесса.

3. Определение оптимального момента плющения стеблей и последовательность выполнения послеуборочных операций.

4. Разработка системы машин и определение экономической эффективности технологии уборки поливной люцерны с плющением стеблей.

При выполнении научных исследований использованы методы полевых испытаний сеноуборочных машин ГОСТ 6714-53. Однако с введением новой технологической операции, плющения стеблей скошенной травы, возникла необходимость разработки соответствующей методики для количественного и качественного анализа процесса плющения; изучения влияния различных параметров плющильного аппарата и состояния массы на коэффициент трения валцов по массе с точки зрения плющения; определения контактных давлений в зоне плющения и скоростных режимов плющильного аппарата.

Для проведения лабораторных исследований сконструирован и изготовлен стенд с набором сменных валичных рабочих органов. Разработаны принципиальные схемы, изготовлены приспособления для определения захватывающей и протаскивающей способности плющильных валцов, созданы датчики для одновременного определения момента плющения, нормальных и касательных удельных усилий действия вальца на массу в зоне плющения.

Для лабораторно-полевых исследований создана полевая установка, с помощью которой определялись скоростные режимы и энергоемкость плющильного аппарата, разрабатывалась схема плющилки для поливной люцерны и его основные технологические и конструктивные параметры.

### Технологические основы выбора типа рабочих органов плющилки

Климатические условия зоны хлопкосеющих районов благоприятствуют сеноуборке наличием высокой температуры

и отсутствием осадков. Основной культурой, убираемой в этой зоне на сено, является люцерна, которая в течение сезона скашивается 4—5 раз и дает за укос от 30 до 60 ц/га сена. В этих условиях плющение стеблей обеспечивает высокий эффект, скорость сушки плющенной люцерны увеличивается в 3—3,5 раза.

Изучением физико-механических свойств люцерны установлено, что максимальная прочность стебля на сплющивание в зависимости от фазы развития находится в пределах 5,9—7,7 кг/см<sup>2</sup> в комлевой и 4,5—4,8 кг/см<sup>2</sup> в вершинной части. Сжатие пучка параллельными плоскостями и восстановление его определяется следующей закономерностью:

$$p = C \left( \frac{H-h}{H} \right)^k, \quad (1)$$

где  $p$  — удельное давление;

$H$  — начальная толщина пучка;

$h$  — толщина сжатого пучка;

$C$  и  $k$  — постоянные коэффициенты, значения которых для люцерны в стадии начала цветения равны: для загрузки — 25,17 и 3,007, для разгрузки — 275,3 и 13,94.

Восстановление сжатого слоя начинается непосредственно с момента начала снятия нагрузки, но восстанавливается в среднем на 25%.

Основным типом рабочих органов для механической обработки стеблей выбран валичный. Активность их зависит от формы рабочей поверхности, усилия сжатия, фазы развития растений, толщины обрабатываемого слоя и некоторых других факторов.

Для определения формы рабочей поверхности плющильных вальцов проведены исследования с гладкими стальными обрешеченными, рифлеными и планчатыми поверхностями с различными диаметрами и числом рифлей. По технологическим и эксплуатационным признакам, а также конструктивным особенностям, лучшей формой рабочей поверхности признана гладкая металлическая, которая обеспечивает максимальную полноту плющения и скорость сушки плющенной массы при минимальном отрыве листьев и мелких веточек. Оптимальная полнота плющения, определяемая интенсивностью влагоотдачи и отрывом листьев и мелких веточек от стеблей, для люцерны фазы начала цветения находится в пределах 75—85%. Дальнейшее увеличение полноты плющения вызывает дробление массы и выделение свободного сока.

## Теоретические основы выбора параметров плющильного аппарата

Исследование процесса плющения проводится с целью определения основных закономерностей взаимодействия вальцов с массой и выбора их оптимальных параметров, необходимых для расчета и проектирования плющильного аппарата при создании плющилок.

В процессе плющения на пучок стеблей оказывают воздействие силы, которые в зоне плющения изменяются как по величине, так и по направлению. От их распределения зависит возможность процесса и технологическое качество плющения. Отсутствие данных о характере распределения удельных давлений в зоне деформации при сжатии растительных материалов вынуждает исследователей прибегнуть к использованию приближенных данных без учета упругой части деформации. При этом предполагается, что контакт массы с поверхностью вальцов прекращается на линии центров вальцов, что приводит к искажению фактической картины и к неточности расчета технологического процесса.

В результате теоретических исследований рассмотрены основные положения и условия работы валичного плющильного аппарата.

Плющение стеблей рассматривается, как последовательное прохождение каждого элементарного участка поперечного сечения пучка через зону деформации, ограниченную цилиндрическими поверхностями вальцов. Так как характер сжатия пучка травы при плющении вальцами аналогичен сжатию между параллельными плоскостями и восстановление сжатого слоя начинается непосредственно с момента начала снятия нагрузки, то по сжатию поперечного сечения пучка в зоне деформации определяется закономерность распределения удельного давления поверхности вальцов на массу, на входе:

$$p_1 = \frac{C_1 \left[ \frac{D (\cos \psi - \cos \alpha_1)}{H} \right]^{k_1}}{\cos \psi + \mu \sin \psi}; \quad (2)$$

на выходе

$$p_2 = \frac{C_2 \left[ \frac{D (\cos \psi - \cos \alpha_1)}{H} \right]^{k_2}}{\cos \psi - \mu \sin \psi}, \quad (3)$$

где  $D$  — диаметр плющильных вальцов;

$\alpha_1$  — угол захвата массы;

$\psi$  — переменный угол;

$\mu$  — коэффициент трения поверхности вальцов по массе.

Анализ уравнений показывает, что координата удельного давления при  $\psi = 0$  расположена на линии центров вальцов

и имеет максимальное значение, которое определяет степень сплющивания стеблей:

$$P_{\max} = C_1 \left( \frac{D}{H} \right)^{k_1} \cdot (1 - \cos \alpha_1)^{k_1}.$$

По уравнениям (2) и (3) определяются распределение составляющих сил в зоне деформации.

Втягивание массы в зону деформации производится горизонтальными составляющими сил трения, действие их направлено по ходу плющения на протяжении всего процесса. Сопротивление втягиванию пучка оказывают горизонтальные составляющие удельного давления обоих валцов. Действие их в пределах угла захвата, на входе, направлено против хода плющения, а после пересечения линии центров валцов, на выходе, направление их меняется и совпадает с силами втягивания, что делает процесс плющения более устойчивым. Равновесие удельных сил сопротивления  $2p_x$  и сил втягивания  $2t_x$  происходит в критическом сечении, определяемое углом трения, где  $2t_x = 2p_x$ .

Процесс плющения рассматривается в трех стадиях: захват и втягивание пучка, установившийся процесс и выход травы из зоны деформации. Захват пучка валцами возможен только, когда усилия на контактных участках удовлетворяют условию  $2t_x \geq 2p_x$ , т. е. касание пучком поверхности валцов при захвате должно производиться в зоне угла трения.

При захвате начальная толщина пучка  $H$  должна быть

$$H \leq D \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}} \right), \quad (4)$$

при разомкнутых валцах, где  $h_1$  зазор между ними,

$$H \leq h_1 + D \left( 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \mu^2}} \right). \quad (5)$$

По мере продвижения пучка после захвата силы втягивания возрастают.

С точки зрения возможности втягивания пучка в различные характерные моменты первой стадии плющения ограничивающим критерием является входная толщина пучка, величина которого определяет диаметр плющильных валцов:

$$D \geq \frac{H \sqrt{\frac{P_{\max}}{C_2}} (1 + \mu^2)}{2\mu^2}. \quad (6)$$

Усилие сжатия валцов определяется суммой вертикальных составляющих давления и сил трения. Пренебрегая составляющими трения, ввиду относительно малой величины их, уравнение сжатия валцов  $Q$  имеет вид:

$$Q = \frac{BD}{2} \left[ \int_0^{\alpha_1} p_1 \cos \psi d\psi + \int_0^{\alpha_2} p_2 \cos \psi d\psi \right], \quad (7)$$

где  $B$  — ширина активной части плющильного аппарата.

В процессе плющения толщина слоя непрерывно меняется, поэтому характеристика механизма прижима валцов должна реагировать на изменение толщины слоя, но сохранять стабильное максимальное удельное давление в зоне деформации.

Потребная мощность плющильного аппарата определяется по крутящему моменту  $M_{кр}$  на плющение, который равен

$$M_{кр} = \frac{DQ\mu}{\sqrt{1 + \mu^2}}. \quad (8)$$

С учетом вредных сопротивлений, подъема скошенной массы и сообщения ей некоторой скорости суммарная мощность на 1 м ширины захвата определяется уравнением:

$$N_{\text{сум}} = \frac{DQ\mu n \frac{v_a}{v_b}}{716,2\eta \sqrt{1 + \mu^2}} + \frac{G}{75} \left[ \frac{(v_b - v_a)^2}{g} + a \right], \quad (9)$$

где  $n$  — число оборотов валцов;  
 $v_b$  и  $v_a$  — скорости рабочей поверхности валцов и агрегата;  
 $\eta$  — коэффициент полезного действия агрегата;  
 $G$  — секундная подача зеленой массы;  
 $g$  — ускорение силы тяжести;  
 $a$  — высота подъема скошенной массы при плющении.

В результате теоретического анализа выяснена физическая сущность деформирования растительной массы валцами, определены закономерности процесса и получены расчетные формулы для определения основных технологических и конструктивных параметров плющильного аппарата.

### Экспериментальные исследования процесса плющения

Задачей экспериментальных исследований является проверка и корректировка расчетных уравнений и определение частных величин и значений коэффициентов, входящих в эти уравнения, а также определение технологических пара-

метров процесса плющения и схемы плющилки для уборки поливной люцерны.

**Коэффициент трения вальцов по люцерне.** Природа трения при плющении отлична от природы плоскостного трения. Это отличие состоит в том, что при плющении имеет место неравномерное давление по площади контакта и непрерывное обновление поверхности трения за счет выхода на контактную поверхность новых частиц массы с несколько отличными свойствами. Поэтому определение коэффициента трения проводилось в условиях, аналогичных рабочему процессу — на плющильных вальцах. При этом уравнение коэффициента трения, определяемое из условия равновесия сил при скольжении вальцов по пучку, имеет вид:

$$\mu = \operatorname{tg} \left( \operatorname{arctg} \frac{T}{2Q} + \alpha_c \right), \quad (10)$$

где  $T$  — удерживающее усилие втягивания пучка в вальцы;  
 $\alpha_c$  — угол между направлением суммарного усилия нормального давления вальца на массу и линией центров вальцов.

Если пренебречь углом  $\alpha_c$ , как величиной очень малой, наибольшее значение которого при скольжении вальцов по удерживаемому пучку не превышает 11 минут, то уравнение определения коэффициента трения весьма упрощается и будет иметь вид:

$$\mu = \frac{T}{2Q}. \quad (11)$$

Погрешность от упрощения не превышает одного процента.

В результате проведенных исследований установлена следующая функциональная зависимость коэффициента трения вальцов по массе от различных факторов:

$$\mu = f \left( \frac{1}{p}, t, \frac{1}{v_{\text{отн}}}, k, \frac{1}{O}, w \right), \quad (12)$$

где  $p$  — удельное давление вальцов на массу;

$t$  — длительность истирания;

$v_{\text{отн}}$  — относительная скорость скольжения вальцов по массе;

$k$  — шероховатость поверхности вальцов;

$O$  — облиственность и  $w$  — влажность травы.

Из анализа зависимостей следует:

1) знание характера зависимости коэффициента трения от удельного давления, а следовательно, и от сжатия вальцов, времени истирания и относительной скорости скольжения может быть использовано для предупреждения и устранения забоев плющильного аппарата;

2) поверхность плющильных вальцов не должна иметь

чистой обработки при изготовлении, так как с увеличением шероховатости коэффициент трения растет;

3) влияние влажности массы на коэффициент трения имеет место на участке ниже той, при которой производится плющение, поэтому влажность, а также ориентация стеблей относительно направления вращения вальцов практически не влияет на процесс плющения;

4) работоспособность плющильного аппарата с увеличением облиственности травы падает;

5) величина коэффициента трения движения вальцов по зеленой люцерне при давлениях до  $1 \text{ кг/см}^2$  находится в пределах  $0,3-0,4$ , при давлениях  $2-6 \text{ кг/см}^2$  изменяется в сторону уменьшения от  $0,22$  до  $0,17$ . Причем, коэффициент трения покоя на  $20-40\%$  выше коэффициента трения движения.

**Распределение удельных сил по дуге обхвата в зоне деформации.** Определение удельных сил в зоне плющения необходимо как с точки зрения уточнения результатов теоретических исследований, так и получения действительных величин нормального давления и сил трения в зависимости от толщины слоя питания, сжатия вальцов, скорости их вращения и других факторов, а также уточнения технологических параметров процесса плющения стеблей. Определение удельных сил по дуге контакта вальца с массой проводилось способом тензометрии.

В результате проведенных исследований выяснены и уточнены основные моменты процесса плющения.

1. Сравнение осциллограмм с эпюрами давлений, полученных теоретическим путем, показывает, что формулы распределения удельного давления и сил трения и подсчета сжатия вальцов достаточно полно отражают существо процесса и могут быть использованы при создании плющилок.

2. Максимальное значение удельного сжатия пучка имеет место на линии центров вальцов. Величина его прямо пропорциональна сжатию вальцов и обратно пропорциональна толщине слоя питания, имея гиперболическую зависимость.

3. Скорость плющения не влияет на технологические параметры плющения.

4. Полнота плющения и воздействие вальцов на листовую массу зависит от степени сжатия пучка. Оптимальная полнота плющения, равная  $75-85\%$ , имеет место при степени сжатия  $2,65-2,8$ .

**Параметры плющильного аппарата и схема плющилки для поливной люцерны.** Основным критерием работы плющильного аппарата является беззабойность при удовлетворительном исполнении технологического процесса: достаточная полнота плющения, обеспечивающая наибольшую ско-

рость сушки плющенной массы, при минимальном отрыве листьев в момент обработки. Как показывают экспериментальные исследования, оптимальная величина диаметра гладких металлических вальцов для плющения стеблей поливной люцерны находится в пределах 200—220 мм. При этом усилие сжатия вальцов должно быть регулируемым в пределах 450—700 кг на метр ширины захвата плющилки в зависимости от урожайности зеленой массы и фазы развития травостоя. При уменьшении диаметра вальцов ниже указанной количество забоев резко возрастает. Увеличение диаметра не целесообразно, так как это полностью не устраняет забиваемость, но значительно увеличивает вес и габариты плющильного аппарата.

Для создания рыхлой раскладки плющенной массы на стерне скорость вращения вальцов должна быть в 3,5—4 раза выше поступательной скорости агрегата.

Потребная мощность плющильного агрегата зависит от поступательной скорости, урожайности и фазы развития люцерны и находится в пределах 5,0—7,4 л. с. на метр ширины захвата, с удельной мощностью 10—11 л. с. час/га.

Исходя из анализа процесса сушки плющенной массы и сохранения питательных веществ и каротина в сене, плющение стеблей наиболее эффективно проводить одновременно с кошением. Для этого на основании проведенных исследований и учета условий и агротехнических требований уборки поливной люцерны разработана конструктивная схема специальной комбинированной косилки-плющилки. Она положена в основу при создании косилки-плющилки под маркой КПФ-1,8 на Люберецком заводе им. Ухтомского, где изготовлена первая опытная партия в количестве 100 шт. Машина фронтально навесная, состоит из режущего и плющильного аппаратов и мотовила, роль которого подводить стебли к режущему аппарату, а после среза направлять их на плющильные вальцы. Плющенная масса укладывается для просушки на стерню между колесами трактора. Ширина режущего и плющильного аппаратов равны. Это обеспечивает прямоточность технологического процесса и равномерную раскладку плющенной массы на стерне, создавая оптимальные условия сушки.

Сравнительные исследования и испытания комбинированной косилки-плющилки и трех экспериментальных типов плющилок, производящих подбор ранее скошенной массы с прокоса, в прицепном и навесном вариантах на трактор ДТ-20 с косилкой КСХ-2,1 и навесном на шасси ДСШ-16 с косилкой КСП-2,1 показывают, что лучшей схемой плющилки для уборки высокоурожайной поливной люцерны является комбинированная с фронтальной навеской и прямоточным

Таблица

Технико-экономические показатели различных технологий уборки люцерны на сено

Наименование технологий	Затраты труда в чел/час		Издержки в рублях		Фактическая урожайность сена		Общая влажность сена, %	Сезонный выход кормовых единиц, в ц/га	Среднемесячная стоимость цента, в руб.	Товарная эффективность в сравнении с существующей, в руб/га
	на 1 га	на 1 т	на 1 га	на 1 т	в ц/га	в % к биологической				
Новая технология уборки люцерны на сено с прессованием	15,00	3,84	137,35	4,26	39,48	91,2	44,5	114,7	1,2	132,7
	17,49	4,20	116,99	2,99	42,86	88,7	38,5	118,3	0,99	162,0
	29,63	10,58	109,37	4,91	27,69	57,4	23,5	46,5	2,46	—



технологическим процессом. Плющилки, производящие подбор ранее скошенной массы, работают с нарушением технологического процесса. Оно заложено в самой схеме и является следствием образования пучков делителями режущего аппарата косилки, которые при подборе и плющении скошенной травы приводят к забоям вальцов и неравномерной сушке плющенной массы.

### Экономическая эффективность плющения стеблей

Технико-экономическая эффективность плющения необходимо рассматривать в целом по технологии уборки люцерны, так как введение процесса плющения в комплекс технологических операций уборки изменяет параметры многих операций. В связи с этим разработаны новая технология для уборки поливной люцерны и система машин, обеспечивающая выполнение всех уборочных операций в оптимальные сроки без нарушения технологического процесса и заминания травы рабочими органами и колесами. Проверка разработанной технологии и системы машин в производственных условиях и определение экономической эффективности проводились в совхозах „Вревский“ № 4 и „Аккурган“ Ташкентской области, в совхозе „Малек“ Сырдарьинской области в сравнении с уборкой, применяемой в этих хозяйствах.

Введение плющения в комплекс технологических операций ускоряет цикл уборки, который может быть завершен в течение одного дня.

Применение новой технологии с плющением стеблей сокращает потери в 4,1—5,4 раза при значительном улучшении качества сена, обеспечивая выход 91,2% от биологической урожайности при прессовании, 88,7% при рассыпной уборке. При применяемой технологии сбор сена люцерны с биологической урожайностью 48,2 ц/га составляет 27,7 ц/га при 23,5-процентной облиственности, потери составляют добрую половину урожая. Также затраты труда на уборку одной тонны сена при применяемой технологии в 2,5—3 раза выше, чем при новой (см. табл.).

Основным достоинством новой технологии является улучшение качества сена, в основном за счет сохранения листовой массы. В результате сезонный выход кормовых единиц с одного гектара увеличивается в 2,5 раза при двукратном снижении себестоимости продукции.

Экономическая эффективность от применения новой технологии с учетом всех затрат составляет 132,7 руб/га с прессованием и 162 руб/га—при уборке рассыпным способом. Кроме того, поедаемость сена плющенной люцерны на 30—35% выше, чем сена, убранного по применяемой технологии.

Также плющение стеблей может быть эффективно использовано при подготовке травы к искусственной сушке для производства травяной муки.

### ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований и анализа полученных данных можно сделать следующие выводы:

1. Плющение стеблей ускоряет и выравнивает влагоотдачу листьев и стеблей растения. Проведение плющения наиболее эффективно одновременно с кошением.

2. Из числа исследованных форм поверхностей рабочих органов наиболее приемлемыми являются цилиндрические вальцы с гладкой поверхностью, обеспечивающие более интенсивное плющение при минимальном отрыве листьев и мелких веточек.

3. Изучением свойств люцерны установлено, что прочность стебля на сплющивание равна 5,9—7,7 кг/см<sup>2</sup> и 4,5—4,8 кг/см<sup>2</sup> в вершинной части; сжатие пучка стеблей подчиняется закону степенной функции; коэффициент трения вальцов по массе в зависимости от различных факторов находится в пределах от 0,17 до 0,4.

4. Теоретический анализ процесса плющения позволил установить закономерности процесса и получить расчетные формулы для определения основных параметров плющильного аппарата, правильность которых подтверждается экспериментальными исследованиями.

5. Основной схемой плющилки для поливной люцерны является комбинированная с фронтальным расположением режущего аппарата и прямоточным технологическим процессом, наиболее полно удовлетворяющий требования поливного земледелия. Параметры плющильного аппарата следующие:

- а) диаметр плющильных вальцов — 200—220 мм;
- б) усилие сжатия вальцов регулируемое в пределах 450—700 кг на метр ширины захвата;
- в) окружная скорость вращения вальцов в 3,5—4 раза выше поступательной скорости агрегата.

При этом потребная мощность плющильного агрегата находится в пределах—5,0—7,4 л. с. на метр захвата, удельная энергоемкость — 10—11 л. с. час/га.

6. На основе применения плющения стеблей разработаны новая технология уборки поливной люцерны, включая технологию заготовки сена в один день, и система машин, устраняющая применение ручного труда.

7. Применение новой технологии уборки поливной люцерны с плющением стеблей улучшает качество сена, увеличивает выход кормовых единиц с единицы площади при

снижении затрат труда и себестоимости продукции. Эффективность новой технологии составляет 132,7—162 руб/га в сравнении с применяемой.

8. На основании результатов исследования процесса плющения стеблей разработаны агротехнические требования и методика испытания плющилок; определены конструктивная схема косилки-плющилки и параметры плющильного аппарата, которые положены в основу при создании комбинированной косилки-плющилки КПФ-1,8 на Люберецком заводе им. Ухтомского и использованы при их испытании. Новая технология принята для внедрения в производство и включена в технологические карты по комплексной механизации уборки трав во многих зонах страны.

9. Продолжение научных исследований по плющению стеблей проводится в направлении:

а) улучшения конструкции косилки-плющилки с целью повышения технологических и эксплуатационных показателей;

б) дальнейшего усовершенствования новой технологии и уточнения системы машин;

в) разработки технологии применения плющения стеблей при подготовке травы к искусственной сушке.

Основные положения диссертации освещены в следующих работах:

1. „Новая технология уборки люцерны на сено“. Журнал „Хлопководство“, № 10, 1958.

2. „Некоторые параметры новой технологии уборки люцерны на сено“. Труды САИМЭ, выпуск V, Ташкент, 1959 г.

3. „Комбинированная косилка для люцерны“. Бюллетень научно-технической информации „Механизация хлопководства“, № 4, 1960.

4. „Плющение стеблей — основа новой технологии уборки трав на сено“. Журнал „Животноводство“, № 5, 1960.

5. „Новые машины для уборки трав“. Журнал „Сельское хозяйство Узбекистана“, № 2, 1961.

6. „Механизация и экономика сеноуборки“ в соавторстве с Эм А. Журнал „Сельское хозяйство Узбекистана“, № 9, 1962.

7. „Плющилка для поливной люцерны“. Вопросы механизации и электрификации сельского хозяйства. Труды САИМЭ, Выпуск 3, 1963.

8. „Уборка люцерны в один день“ — Научно-популярный кинофильм, созданный в содружестве с Ташкентской студией телевидения в 1961 году.

Отдельные вопросы диссертации докладывались и обсуждались на расширенном пленуме отделения механизации и электрификации сельского хозяйства по вопросам электро-

механизации животноводства, Москва, ВАСХНИЛ, апрель, 1958 г.; на совещании по молочному животноводству, Ташкент, август, 1959 г.; на первой научной конференции молодых ученых Узбекской Академии сельскохозяйственных наук, Ташкент, март, 1960 г.; на Всесоюзном совещании по перспективному развитию механизации кормодобывания, Херсон, февраль, 1961 г.; на VII годичной памяти академика В. П. Горячкина конференции по земледельческой механике, Москва, ВАСХНИЛ, май, 1962 г.; на конференции по результатам исследований рабочих органов сеноуборочных машин, Москва, ВИСХОМ, декабрь, 1963 г.

245688

