

КАЗАХСКОЕ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
(НПО "КАЗСЕЛЬХОЗМЕХАНИЗАЦИЯ")

На правах рукописи

ТУРГЕНБАЕВ Малик Сейсенбаевич

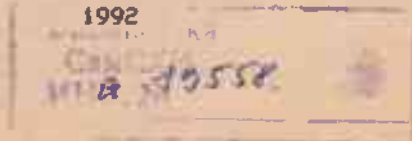
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ
КОМБАЙНОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ
И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УБОРКИ СЕВЯН
ФЕТОСЕЛЮРАВНЫХ КОРНОВЫХ КУЛЬТУР
НА ПРИМЕРЕ ПРУТНЯКА**

Специальность 05.20.01 - механизация
сельскохозяйственного производства

А в т о р е ф е р а т

диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Алма-Ата
1992



Работа выполнена в Казахском научно-производственном объединении механизации и электрификации сельского хозяйства (НПО "Казсельхозмеханизация").

Научный руководитель: изобретатель СССР, кандидат сельскохозяйственных наук (05.20.01), старший научный сотрудник
Ж. С. САДЬКОВ.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Г. Е. ЧЕПУРИН,

кандидат технических наук, старший научный сотрудник
А. Л. ЛОКШИН.

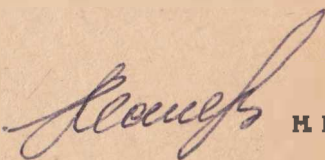
Ведущая организация - Казахская государственная зональная машиноиспытательная станция.

Защита диссертации состоится "15-апреля 1992 г. в "10" часов на заседании специализированного Совета К 0.20.48.01 по присуждению ученой степени кандидата технических наук в Казахском научно-производственном объединении механизации и электрификации сельского хозяйства по адресу: 480005, г. Алма-Ата, ул. Раимбека, 312, НПО "Казсельхозмеханизация".

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке НПО "Казсельхозмеханизация".

Автореферат разослан "10-марта 1992 г.

Ученый секретарь
специализированного совета,
кандидат технических наук



Н. К. МАЛИЕВ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Для увеличения производства кормов необходимо осуществить мероприятия по дальнейшей интенсификации полевого и лугопастбищного кормопроизводства, повышению продуктивности всех кормовых угодий о том, чтобы каждое хозяйство полностью обеспечивало потребности животноводства в высококачественных грубых, сочных и пастбищных кормах. В решении этой задачи значительный удельный вес в республике Казахстан имеют площади естественных кормовых угодий, составляющие более 180 млн. га, которые дают дешевый корм, а следовательно и самую дешевую животноводческую продукцию. Однако их кормовой запас ограничен из-за низкой продуктивности, которая объясняется аридностью климата, нерациональным использованием пастбищ, отсутствием должного ухода и улучшения угодий.

Основным способом увеличения урожайности аридных пастбищ является коренное улучшение, т.е. создание на их месте сенокосов и пастбищ путем подсева ценных семян кормовых растений, приспособленных к местным условиям.

Из перспективных растений для улучшения малопродуктивных пастбищ в условиях республики важное место занимает прутняка. Ценными биологическими особенностями этой культуры являются долголетие, пастбищевыносливость, морозо-, засухо-солончустойчивость и высокая питательность. Расширения посевов прутняка сдерживается из-за нехватки семян.

В настоящее время семена прутняка убирают зерновыми комбайнами. Однако при этом допускаются большие потери семян, которые достигают 60% биологического урожая, а в отдельные годы даже выше, главным образом, из-за их легкоосыпаемости. В этой связи особую актуальность и большую практическую значимость приобретают исследования, направленные на уменьшение потерь семян прутняка при комбайновой уборке.

Цель исследования - совершенствование комбайновой технологии и технических средств, обеспечивающих уменьшения потерь семян прут-

няка при уборке и разработка конструктивных решений.

Объекты исследования - технологические процессы комбайновой уборки прутняка, экспериментальные и опытные образцы семяулавливающих устройств к жаткам с широким диапазоном регулирования параметров работы основных рабочих органов.

Методика. Полевые и лабораторные исследования технологических схем и технических средств выполнялись по программе и методике, соответствующим ОСТ 70.8.1-81. Результаты исследований обработаны методами математической статистики с использованием ЭВМ и методом планирования многофакторных экспериментов.

Научная новизна. Определены технологические характеристики растений и некоторые физико-механические свойства семенного материала прутняка, влияющие на процесс уборки и улавливания их воздухом; выявлены зависимости потерь семян прутняка от режима рабочих органов уборочной машины, определены величины всех видов потерь семян по операциям технологического процесса комбайновой уборки, обоснована наиболее рациональная технология комбайновой уборки; разработана схема семяулавливающего устройства к валковой жатке, обеспечивающего снижение потерь семян за жаткой в процессе скашивания; разработана методика лабораторно-полевых испытаний работы семяулавливающего устройства, выявлено, что распределение семян по улавливающему рабочему органу происходит по закону экспоненциальной кривой; определены закономерности движения семян относительно гофрированной платформы; установлены закономерности изменения показателей процесса улавливания семян при различных факторах, дана их количественная оценка; на основе методов многофакторного планирования эксперимента получена математическая модель процесса улавливания семян при валкообразовании; установлены аналитические зависимости параметров улавливающей поверхности от условий уборки, обоснованы основные параметры семяулавливающего устройства к валковым жаткам. Предложены методика и устройство для опреде-

ления осыпаемости семян. Разработаны алгоритмы, блок-схема и программа для расчета оптимальных параметров улавливающей поверхности на ЭВМ. Работа выполнена на уровне изобретений (семь авторских свидетельств СССР на изобретения).

Пути реализации. Результаты исследования по оборудованию валковых жаток семяулавливающим устройством используются Бердянский производственным объединением по жаткам (ГСНБ г.Бердянск) и ЗКБ НПО "Казсельхозмеханизация" (г.Алма-Ата), Семяулавливающее устройство к жатке ЭВН-6А в 1991 г. прошло государственные испытания в Казахской МИС и рекомендовано в производство (протокол № 08-73-91. В02130005). Рациональная технология уборки прутняка на семена рекомендована Госагропромом Республики Казахстан к применению в условиях республики. Методика и устройство для определения осыпаемости семян использована ВИМ (г.Москва) и НПО "Корма и пастбища" (г.Алма-Ата).

Апробация. Основные положения диссертационной работы доложены, обсуждены на научной конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов Казахского ордена Трудового Красного Знамени сельскохозяйственного института (Алма-Ата, 1989г.), на республиканской научно-практической конференции, итоги и перспективы выполнения научно-технических программ "Корма", "Сенокосы и пастбища" и задачи подготовки кадров (Алма-Ата, 1990г.) на заседании НТС ПО по жаткам (ГСНБ г.Бердянск, 1990 г.), на ученом Совете НПО "Казсельхозмеханизация" (Алма-Ата, 1991 г.), отражены в пятилетнем отчете НПО "Казсельхозмеханизация" в 1986...1990 гг.

Публикация. По теме диссертации опубликовано 14 работ, в том числе 7 авторских свидетельств на изобретения.

Структура и объем. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и предложений, списка использованной литературы и приложения. Изложена на 162 страницах машинописного текста, содержит 37 рисунков, 20 таблиц. Библиография включает 120 источников, в том числе на иностранном языке.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение содержит краткое обоснование актуальности работы.

В первой главе "Состояние вопроса и задачи исследования" приведен обзор литературы и патентного фонда СССР по существующим способам уборки семенных посевов трав и устройствам для уменьшения потерь семян при уборке неравномерно созревающих и легкоосыпавшихся сельскохозяйственных культур, дан анализ способов и средств механизации уборки прутняка на семена. Установлено, что применяемые в настоящее время технологии и оборудование уборочных машин не могут обеспечить сбор семян прутняка без потерь, которые превышают агротехнически допустимые пределы.

Большой вклад в развитие технологий и технических средств для уборки семенных посевов кормовых растений внесли работы В.П.Горякина, И.Ф.Василенко, М.А.Пустыгина, М.Р.Алишбаева, И.С.Дозовика, В.Г.Малькова, В.Г.Антипина, Э.В.Малинина, Н.И.Кленина, М.И.Ландсмана, А.П.Бочарова, М.Г.Пенкина, Г.Е.Чепурина, Э.И.Липовича, К.С.Садыхова, А.Э.Коваль, В.К.Журкина, Г.Г.Маслова, М.С.Ганиева, В.И.Холанского, А.Е.Иванова и др. Анализ этих работ, данные передового отечественного и зарубежного опыта показали, что вопросы уборки прутняка на семена недостаточно решены.

В соответствии с целью исследования и на основе анализа состояния вопроса поставлены следующие задачи:

- изучить технологическую характеристику растений и определить основные физико-механические свойства семенного материала прутняка, влияющие на процесс уборки;
- обосновать рациональную технологию комбинированной уборки и схемы технических средств к уборочному агрегату с целью уменьшения потерь семян, обусловленных специфическими особенностями растений;
- аналитически изучить основные закономерности улавливания осыпавшихся семян прутняка в процессе валкообразования и выявить

факторы, определяющие качество работы семяулавливающего устройства;

- установить закономерности улавливания семян для различной подачи урожайной массы, обосновать основные параметры рабочих органов и провести лабораторно-полевые испытания разработанной конструкции семяулавливающего устройства;

- разработать исходные требования на семяулавливающее устройство и рекомендации по механизации уборки семян прутняка.

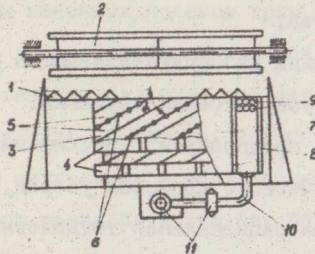
Во второй главе "Теоретические предпосылки" классифицированы потери семян по операциям технологического процесса уборки.

Основными критериями для выбора рациональной технологии комбайновой уборки были приняты полнота сбора семенного материала и их качество. Из-за специфических физико-механических свойств семенного материала прутняка значительные потери его допускаются при укладывании их в валок. Поэтому для повышения эффективности раздельной технологии уборки необходимо уменьшить потери семян за жаткой.

Для уменьшения потерь за жаткой предложена схема семяулавливающего устройства, устанавливаемого непосредственно на платформе жатвенного агрегата (рис. 1). Процесс улавливания осыпавшихся семян в нем происходит так: при работе жатвенного агрегата скошенная масса поступает на платформу с транспортером 3. При этом движение валкообразующих лент 4 по наклонным гофрам 5 вызывает поочередные наклоны каждой ленты 4 в обе стороны и тем самым благоприятствует проскальзыванию части выделенного семенного материала, находящегося непосредственно на ленте, во впадины гофр 5. Сюда же поступает и оставшаяся часть семенного материала, вымолоченная под воздействием режущего аппарата 1, мотвила 2 и транспортера 3. Затем семенной материал, благодаря углу атаки жатки, перемещается по наклонным канавкам гофр 5 в зону предварительного просеивания и через просеивающие отверстия 6 попадает в сборник семян 7. В дальнейшем семенной материал перемещается с помощью планок нижней ветви транспортера 3 к терочно-отделительной поверхности 9,

сообщающейся с зоной всасывания воздушного потока в трубопровода 10 пневмотранспортирующей системы II.

Рис. I. Схема потереснижающего устройства.



1-режущий аппарат; 2-мотор; 3-ленточный транспортер; 4-ленты; 5-гофры; 6-просеивающие отверстия; 7-сборник семян; 8-направляющая; 9-терочно-отделительная поверхность; 10-трубопровод; 11-пневмотранспортирующая система.

Рассмотрим динамику состояния платформы жатки в процессе их работы. Платформа под динамическим воздействием рабочих органов уборочной машины совершает периодические поступательные колебания в продольном и поперечном направлениях по законам.

$$\vec{p} = \vec{p}(\omega t) + \vec{q} = \vec{q}(\omega t) \quad \text{соответственно,}$$

где $\omega = \frac{2\pi}{T}$; T - наименьший общий период функций \vec{p} и \vec{q} ; ω - заданная частота колебаний.

Оптимальным законом колебаний будет $\vec{q} = \vec{q}(\omega t)$ $\vec{U} = \vec{U}(\omega t)$, в котором при заданной частоте колебаний, наибольшем ускорении $\omega \max$, угла атаки жатки, определенных свойств семян и растительной массы обеспечивается наибольшая степень улавливания выделенных семян.

Принцип работы улавливающих поверхностей с гофрами в отличие от плоских заключается в том, что впадины гофр обеспечивают направленное движение семян и увеличивают вероятность попадания их в отверстия.

Улавливающая поверхность гофрированной платформы жатки представляет собой плоскость, имеющую по отношению к направлению колебаний продольный α и поперечный $(90^\circ - \beta)$ наклоны (рис. 2). В этом случае траектории перемещения существенно зависят от коэффициента

трения, формы и иных свойств семян, при этом точка их схода с гофр платформы зависит от места попадания семян на платформу.

Уравнение движения семян относительно платформы имеет вид:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= -m\varphi \sin \alpha + m A \omega^2 \cos \beta \sin \omega t + F_f \\ m\ddot{y} &= (-m\varphi \cos \alpha + m A \omega^2 \sin \beta \sin \omega t) \cos(90^\circ - \psi) + N \\ m\ddot{z} &= (m\varphi \cos \alpha - m A \omega^2 \sin \beta \sin \omega t) \sin(90^\circ - \psi) + F_z \end{aligned} \quad (I)$$

где m - масса семени;

A - амплитуда вибрации платформы;

P - сила тяжести;

J - сила инерции;

F - сила сухого трения;

N - сила реакции.

Величина выступа гофр над платформой катки (рис.3) определяется по формуле:

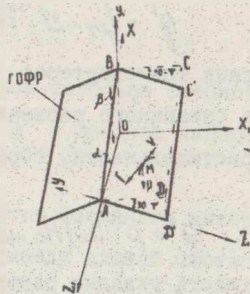


Рис.2. Перемещение семян на платформе

$$\Delta l \leq H_{c \max} - [T - \sqrt{(R + \delta)^2 - (K + C)^2} - l] \quad (2)$$

где Δl - величина (высота) выступа гофр над верхней ветвью транспортера; $H_{c \max}$ - наибольшая толщина слоя стеблей на транспортере; T - высота установки оси мотвила над режущим аппаратом; R - радиус мотвила; K - вынос мотвила относительно секции ножа; C, l - расстояние верхней ветви транспортера от режущего аппарата.

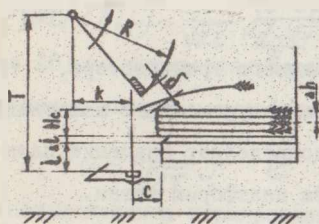


Рис.3. Укладка срезанных стеблей на транспортер с гофрами и их перемещение

Высота H_c к выбросной кромке транспортера уменьшится, т.к. стебельная масса под механическим воздействием лент частично уплотняется и дает "усадку", равную величине Δh .

С целью определения значений Δh рассмотрим зависимость толщины слоя скошенной массы над гофрированным транспортером от условий уборки. Масса растений, поступающих на транспортер в единицу времени, выразится формулой:

$$q' = L_T \cdot v \cdot m_c \cdot \Gamma \quad (3)$$

где L_T - длина транспортера; v - рабочая скорость катки; m_c - масса срезанного растения; Γ - густота стеблей.

Масса растительности, сбрасываемой на стерне в единицу времени:

$$q'' = \rho \cdot L_0 (H_{c \max} - \Delta h) v_T \quad (4)$$

где ρ - плотность укладки растительности на транспортере; L_0 - ширина потока сбрасываемых стеблей; $H_{c \max}$ - толщина слоя урожайной массы в зоне сброса; Δh - величина "усадки" слоя стеблей; v_T - скорость транспортера.

Из условия непрерывности и равномерности сбрасывания скошенной массы $q' = q''$ находим значения Δh :

$$\Delta h = H_{c \max} - \frac{L_T \cdot v \cdot m_c \cdot \Gamma}{\rho \cdot L_0 \cdot v_T} \quad (5)$$

Пользуясь отношением и учитывая, что высота, на которую должен подняться срезанный стебель, не должна превышать $1/3 \ell$ (ℓ - длина стеблей, то получим:

$$L_T \leq \frac{(1 - 3/i + \Delta i) \rho \cdot L_0 \cdot v_T}{3 \cdot v \cdot m_c \cdot \Gamma} \quad (6)$$

где L_T - допускаемая длина гофрированного транспортера.

Размерная характеристика компонентов семенного материала прутняка, теряющегося под валком, предопределяет значение параметра отверстия семязулавливающего устройства платформы катки.

Результаты опытов по изучению размерной характеристики компонентов семенного материала прутняка показывают, что размерная характеристика компонентов семенного материала колеблется в очень ши-

роких пределах и наибольшие размеры имеют обломки стеблей с семенами, по размерным характеристикам которых можно обосновать диаметр улавливающего отверстия.

Изучение длины обломков колосьев стеблей с семенами показало, что их вариационный ряд подчиняется нормальному закону распределения с функцией плотности вероятностей вида:

$$F(l_{ii}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} \cdot e^{-\frac{(l_{ii}-l_1)^2}{2S^2}} \quad (7)$$

где l_{ii} - текущее значение длины обломков колосьев стеблей; l_1 - среднее значение элементов выборки; S - среднее квадратическое отклонение.

Вероятность прохождения компонентов семенного материала через отверстия зависит от соотношения между длиной частицы l_1 и диаметром отверстий d . Принимая ожидаемую вероятность $P=0,05$, можно определить вероятность нахождения в интервале (d, l_{lim}) случайной величины l_1 , выраженной в процентах, она для рассматриваемого случая характеризует возможные потери семенного материала, находящегося под валком и определяется интегралом вида:

$$P(l_1 < d < l_{lim}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}S} \int_0^{l_{lim}} \cdot e^{-\frac{(l_{ii}-l_1)^2}{2S^2}} \cdot dl_1 \leq 0,05 \quad (8)$$

где $l_{lim} = l_1 + 3S$ - номинальный максимальный размер просеивающихся частиц

После замены переменных на $z = \frac{l_{ii}-l_1}{S}$, эта формула принимает вид:

$$P, l_1 < d < l_{lim}) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{\frac{d-l_1}{S}}^{\frac{l_{lim}-l_1}{S}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz \leq 0,05 \quad (9)$$

Уравнение (6) не выражается через элементарные функции, поэтому для вычисления вводим новую функцию:

$$\Phi_u = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^u \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz \quad (10)$$

Воспользовавшись нормированной функцией Лапласа можно записать

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \int_{\frac{d-l_1}{S}}^{\frac{l_{lim}-l_1}{S}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{l_{lim}-l_1}{S}} \cdot e^{-\frac{z^2}{2}} \cdot dz -$$

$$\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^{\frac{d-l_1}{s}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz = \varphi\left(\frac{l_1-l_2}{s}\right) - \varphi\left(\frac{d-l_2}{s}\right) \quad (11)$$

Подставляя это выражение в (5), получим:

$$P(l_1 < d < l_{1n}) = \varphi\left(\frac{l_1-l_2}{s}\right) - \varphi\left(\frac{d-l_2}{s}\right) \leq 0,05 \quad (12)$$

вероятность непереходения частиц колосьев

$$P(l_1 < d < l_{1n}) \leq 0,05 \text{ если } d \leq 1,74 \text{ см} \quad (13)$$

следовательно, для обеспечения улавливания компонентов семенного материала с вероятностью 0,95 необходимо, чтобы диаметр d превышал 1,74 см. Этот диаметр обеспечит сепарацию и других компонентов семенного материала, так как их размер меньше, чем у обломков колосьев стеблей с семенами.

Аналитическое решение задачи улавливания осыпавшихся семян улавливающей поверхностью во время укладки в валок, можно рассмотреть, представив это в виде диаграммы (рис.4).

Введем обозначение: Π_0 - общее количество осыпавшихся семян в скошенной массе, Π_y - количество уловленных семян,

$\frac{\Pi_y}{\Pi_0}$ - соотношение уловленных и исходных семян.

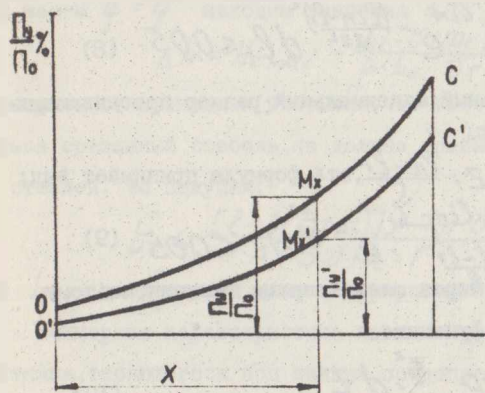


Рис.4. Диаграмма улавливания семян.

Рассмотрим изменение состава осыпавшихся семян, находившихся на семяулавливающем устройстве в сечении X . В сечении X отрезок

$X M_x'$ соответствует отношению $\frac{\pi_y}{\pi_0}$ на участке длиной X . Кривая $O'M_x'C'$ - кривая "улавливания осыпавшихся семян".

Если предположить, что соотношение $d\frac{\pi_y}{\pi_0}$ в отрезке dx пропорционально соотношению $\frac{\pi_y'}{\pi_0}$ на длине X , то можно записать

$$\frac{d\frac{\pi_y}{\pi_0}}{dx} = K \frac{\pi_y'}{\pi_0} \quad (14)$$

где K - коэффициент пропорциональности зависящей от физико-механических свойств семян, типа улавливающей поверхности и режима семаудавливания.

Разделяя переменные в уравнении (14) получим:

$$\frac{d\frac{\pi_y}{\pi_0}}{\frac{\pi_y}{\pi_0}} = K dx \quad (15)$$

откуда

$$\int \frac{d\frac{\pi_y}{\pi_0}}{\frac{\pi_y}{\pi_0}} = \int K dx \quad (16)$$

после интегрирования получим:

$$\ln\left(\frac{\pi_y}{\pi_0}\right) = KX + \ln c \quad (17)$$

c - начальное значение $\frac{\pi_y}{\pi_0}$
находя антилогарифмы для обеих частей получим:

$$\frac{\pi_y}{\pi_0} = c \cdot e^{KX} \quad (18)$$

где X - длина улавливающего транспортера, то есть имеем аналитическое выражение закона распределения семян по плоской улавливающей поверхности.

Для улавливающей поверхности, выполненной в виде гофрированной платформы, повышающей эффект механической ориентации семян к просеивающим отверстиям и интенсифицирующей процесс улавливания, формула (18) имеет вид:

$$\frac{P_{\text{ш}}}{P_{\text{с}}} = c \cdot e^{(k+d)k} \quad (19)$$

где Δ - коэффициент пропорциональности, зависящий от эффекта механической ориентации семян, т.е. от формы улавливающей поверхности.

Следовательно, при технологическом расчете процесса улавливания семян необходимо задать величину потерь семян, допустимую по исходным требованиям, и рассчитать соответствующую длину семязулавливающего устройства.

Кривая распределения семян на рис.4, показанная линией *OM₁C* отражает приращение степени улавливания из-за повышения механической ориентации семян в зону просеивания.

В соответствии с теоретической предпосылкой предположительно выявлено, что распределение семян по улавливавшему рабочему органу происходит по закону экспоненциальной кривой.

Достоверность принятых нами теоретических предпосылок подтвердилась данными экспериментальных исследований. В процессе проведения этих работ определена технологическая характеристика растений и некоторые физико-механические свойства семенного материала, влияющие на процесс уборки и улавливания их воздухом; установлена достоверность принятой гипотезы рациональной комбайновой технологии раздельной уборки семян прутняка и эффективность метода уменьшения потерь семян семязулавливающим устройством, устанавливаемым непосредственно на платформе чатки, определены закономерности движения семян относительно гофрированной платформы; раскрыты закономерности распределения семян по улавливавшему рабочему органу, разработана математическая модель процесса улавливания осыпавшихся семян и обоснованы параметры устройства, установлены зависимости между скоростью всасывающего потока, диаметром трубопровода и расходом мощности. Разработаны алгоритмы, блок-схема и

программа для расчета оптимальных параметров увлажняющей поверхности на ЭВМ.

В третьей главе "Программа и методика экспериментальных исследований" приведены программа и методика исследований в соответствии с ГОСТ 70.8.1-81, а также методика и устройство для определения осыпаемости семян, с целью установления оптимальных сроков и продолжительности периода уборки. Предложен способ оценки осыпаемости семян на корню путем использования вибрационного воздействия на стебли с расчетом осыпаемости по формуле:

$$O = \frac{n}{n + n_1} \cdot 100\% \quad (20)$$

где O - осыпаемость семян;
 n - количество выделенных семян;
 n_1 - количество невыделенных семян.

Сравнительные исследования технологий комбайновой уборки проводились по методике КубВТИТИМ.

С целью раскрытия закономерности распределения семян по увлажняемому рабочему органу проведены лабораторные исследования на экспериментальной лабораторной установке (рис.5.).

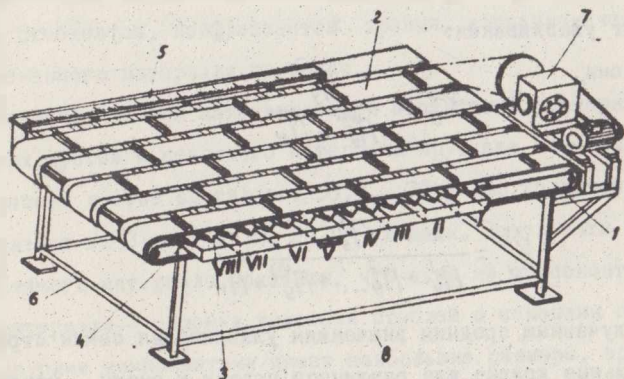


Рис.5. Лабораторная установка для исследования потереснижающей поверхности.

1 - платформа; 2 - валкообразующая лента; 3 - улавливающая поверхность; 4 - просеивающее отверстие; 5 - измерительная шкала; 6 - рама; 7 - механизм привода валкообразующих лент; 8 - выдвижной лоток.

Транспортер при заданной подаче равномерно загружался скошенной массой и подкрашенными свободными семенами, количество которых соответствовало уровню существующих потерь. Между ветвями семяулавливающего транспортера устанавливался выдвижной лоток, причем дно лотка было разделено на восемь равных частей. В соответствии с программой исследований изменялся режим работы семяулавливающего устройства.

Коэффициент улавливания K_y определялся как отношение количества уловленных семян (Π_y , шт.) к исходному количеству осыпавшихся семян (Π_0 , шт.).

Для определения коэффициента улавливания в отдельных зонах семяулавливателя обозначалось количество уловленных семян в каждой зоне в порядке поступления семян через $\Pi_y^I, \Pi_y^II \dots \Pi_y^{VIII}$.

$$\Pi_0 = \Pi_y^I + \Pi_y^{II} \dots + \Pi_y^{VIII} + \Pi_n \quad (21)$$

где Π_n - количество неуловленных семян, шт.

$$\Pi_y = \Pi_y^I + \Pi_y^{II} \dots + \Pi_y^{VIII} \quad (22)$$

Коэффициент улавливания:

для 8-ой зоны

$$K_y^{VIII} = \frac{\Pi_y^{VIII}}{\Pi_y^{VIII} + \Pi_n} \quad (23)$$

и т.д. ...

для I-ой зоны

$$K_y^I = \frac{\Pi_y^I}{\Pi_y^I + \Pi_y^{II} \dots + \Pi_y^{VIII} + \Pi_n} \quad (24)$$

По полученным средним значениям улавливания семян строились экспериментальные кривые для различной подачи и схемы механической ориентации устройства, показывающие полноту улавливания семян

по длине улавливающего транспортера. На основании экспериментальных данных проводилось корректирование теоретических зависимостей улавливания осыпавшихся семян от длины устройства.

Для изучения закономерностей влияния основных факторов на процесс улавливания осыпавшихся семян были проведены планируемый многофакторный эксперимент по схеме 2^N и оптимизация параметров устройства методом крутого восхождения с целью получения *В. А.*

Технологические характеристики стеблевой массы были взяты такими же, как и в период скашивания семенных посевов прутняка. Зависимым выходным фактором служила полнота улавливания семян *В. А.*

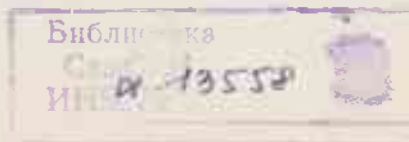
Полнота улавливания семян определялась по формуле:

$$\theta = \frac{\Pi}{\Pi_i} \cdot 100 \quad (25)$$

где: Π - количество семян, уловленных на семяулавливателем транспортере, шт; Π_i - исходное количество семян в скошенной массе, шт.

В четвертой главе "Результаты экспериментальных исследований" изложены результаты изучения размерно-массовых показателей, влажности стеблестоя, коэффициентов трения, аэродинамических свойства семенного материала прутняка.

Обработка методом математической статистики размерных характеристик кустов и семенного материала прутняка показала, что средняя высота кустов составляет 38,3...39,1 см, количество кустов колеблется от 3 до 5 шт на 25 м² площади. Результаты исследования семенного материала показали, что один из компонентов семенного материала - обломки колосьев стеблей с семенами по сравнению с другими компонентами имеет наибольшие размеры, средняя длина которых равна 1,32 см.



На основании анализа процесса уборки семян прутняка установлено, что при уменьшении окружной скорости лопастей мотовила жатки от 2,47 м/с до 1,85 м/с потери семян срезанным колосом снижались в 8 раз, а свободными семенами — в 1,6 раза. Наиболее качественно срез обеспечивался при скорости передвижения комбайна 1,3 м/с. При этом частота вращения мотовила находится в пределах $30...35 \text{ мин}^{-1}$.

Сроки уборки семян прутняка устанавливались с учетом осмысленности семян, которая определялась по уравнению (20).

Установлено, что суммарные потери семян по годам при раздельной уборке со скашиванием в односторонние валки составляют 16,8...20,5 %, в одинарные валки — 22,5...26,2 %, в то же время при прямом комбайнировании потери в 2,2...2,4 раза больше и составляют 54,6...57,1 %.

Достоверность предположения в теоретических предпосылках о закономерности распределения семян по улавливавшему рабочему органу, выраженных уравнениями (18, 19), проверялась графическим способом путем сравнения с экспериментальными данными.

Коэффициенты уравнения (19) определены путем математической обработки опытных данных улавливания семян на ЗВМ "СМ-3". В результате был получен для подачи стеблей $m_B = 0,8 \text{ кг/п.м.}$ и гофрированной улавливающей поверхности коэффициенты $C = 0,74942$ и $K = 0,00081$. В тех же условиях, но при подаче стеблей с массой $m_B = 1,2 \text{ кг/п.м.}$, $C = 0,62705$, $K = 0,00085$.

Графически улавливание семян при разной форме улавливающих поверхностей изображено на рис. 6.

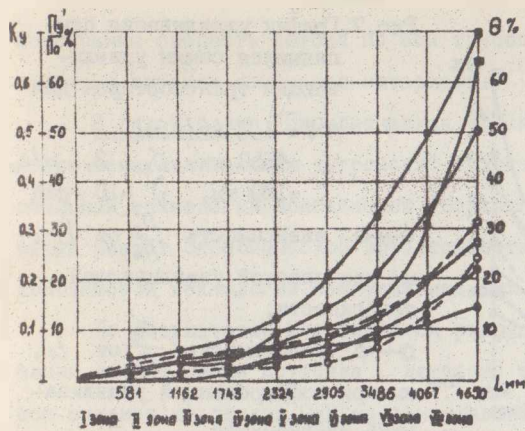


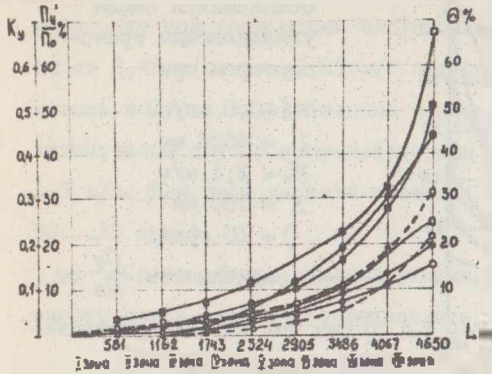
Рис.6.График улавливания осыпавшихся семян улавливающим транспортером при
 $m\epsilon = 0,8$ кг/гм
 $L = 4650$ мм
 $v_A = 2,1$ м/с
 $S = 180$ мм
 $\gamma = 10$ град.
 —○— зависимость $\frac{\Pi_y}{\Pi_0}$ от L , мм при плоской улавливающей поверхности;

- зависимость $\frac{\Pi_y}{\Pi_0}$ от L , мм при гофрированной улавливающей поверхности;
- зависимость K_y от L , мм
- зависимость K_y от L , мм
- , □—□ - теоретические кривые улавливания семян;
- зависимость θ от L , мм
- зависимость θ от L , мм

Из приведенных кривых видно, что степень улавливания семян устройством для разной формы улавливающих поверхностей следует закону экспоненциальной возрастающей кривой. Значения коэффициентов улавливания K_y зависят от вида улавливающей поверхности. Для гофрированной улавливающей поверхности они численно наибольшие, а для плоской - наименьшие.

При подаче стеблей с массой $m\epsilon = 0,8$ улавливание семян возрастает от первой зоны до восьмой.

Графически улавливание семян при разной форме улавливающих поверхностей показано на рис.7.



- зависимость K_y от L , мм
- зависимость K_y от L , мм
- , □—□ — теоретические кривые улавливания семян
- зависимость θ от L , мм
- зависимость θ от L , мм

Оптимальные значения параметров и режим работы улавливающего устройства определены на основе методов математического планирования эксперимента по наибольшей полноте улавливания семян, зависящего от длины семулавливающего транспортера (X_1), поступательной скорости движения валкообразующих лент (X_2), шага расположения гофр (X_3).

В результате эксперимента составлена математическая модель, адекватно описывающая процесс улавливания семян при $m\theta = 1,2$ кг/п.м.

$$y = 76,26 + 2,38X_1 + 0,28X_2 + 0,39X_3 \quad (26)$$

Определены оптимальные сочетания скорости валкообразующих лент ($v_c = 2,2$ м/с), шага гофр ($S = 250$ мм) и длины семулавливающего транспортера ($L = 4650$ мм), обеспечивающие максимальную полноту улавливания семян ($\theta = 84,8\%$).

Расход воздуха и потребная мощность всасывания при различных диаметрах трубопровода определены по номограмме. При построении

Рис.7. График улавливания осевших семян улавливающим транспортером для $m\theta = 1,2$ кг/п.м., $L = 4650$ мм, $v_c = 2,1$ м/с, $S = 160$ мм, $\gamma = 10$ град
 ○—○ зависимость $\frac{P_y'}{P_o}$ от L , мм при плоской улавливающей поверхности,
 ■—■ зависимость $\frac{P_y'}{P_o}$ от L , мм при гофрированной улавливающей поверхности

номограммы скорость потока по оси трубопровода принималась равной скорости витания семенного материала.

В пятой главе "Экономическая эффективность технологий и применения семяулавливающих устройств" изложены результаты проверки рациональной технологии комбайновой уборки в хозяйственных условиях, приведен расчет экономической эффективности от применения рациональной комбайновой технологии, семяулавливающих устройств к валковым жаткам.

По результатам исследований разработаны рекомендации по механизации уборки семян прутняка, исходные требования, заявка и техническое задание на стадии ОКР на семяулавливающее устройство, разработана жатка с семяулавливающим устройством, которая в 1991 году прошла государственные испытания и рекомендована в производство.

Установлено, что экономическая эффективность от применения раздельной уборки в сравнении с прямым комбайнированием составляет 46,13...64,43 руб/га, годовая экономический эффект от внедрения жаток с семяулавливающими устройствами составит на одну машину к жатке КВН-6А - 47,28 руб/га.

Общие выводы

1. Одним из основных растений - улучшателей пастбищ аридной зоны на территории Казахстана является прутняк, отличающийся от других кормовых растений высокой урожайностью и хорошей поедаемостью всеми видами животных.

Исследователи, изучавшие прутняк в различных природно-климатических условиях, отмечают о перспективности его для коренной фитомелиорации пустынных, полупустынных и степных пастбищ и считает наиболее продуктивным во многих случаях образец местного происхождения. Такой вывод обоснован не только высокой и устойчивой урожайностью, но и ценностью прутняка в кормовом отношении.

2. В настоящее время в хозяйствах республики мало занимается

улучшением естественных кормовых угодий с помощью подсева прутняка, главной причиной этого является нехватка семян.

Семенные посевы растений - фитомелиорантов пастбищ в республике убираются в основном зерноуборочной техникой, которая допускает потери 20...60 % выращенного урожая, из-за чего хозяйства недополучают потребное количество кондиционных семян, нужных для развития кормовой базы общественного животноводства.

При механизированной уборке семян прутняка из-за сложности установления оптимальных сроков и осыпаемости допускаются значительные потери семян. При этом изучении условий минимизации потерь семян прутняка от осыпаемости является определяющим для установления сроков и продолжительности периода уборки.

Предложен способ оценки осыпаемости семян на корню, путем использования вибрационного воздействия на стебли и устройство для его осуществления.

3. Технологическая характеристика растений и семенного материала прутняка имеет ряд особенностей и физико-механических свойств, оказывающих влияние на процесс их уборки. Главные из них - самоосыпание по мере созревания, значительная парусность семенного материала, большой размах колебаний размеров, удельного веса, влажности. Исследования показали, что средняя высота растений составляет $36,3 \pm 2,5$... $39,1 \pm 2,5$ см, размерная характеристика компонентов семенного материала колеблется в очень широких пределах и основными размером их является длина обломков колосьев стеблей с семенами, равная $1,32 \pm 0,04$ см, по которому можно обосновать диаметр улавливающих отверстий, влажность семян при раздельной уборке $22,6 \pm 2,54$ %, а стеблей $41,8 \pm 1,92$ %, единичные семена имеют массу $1,25 \pm 0,05$ мг, скорость витания семян с летучками $3,05 \pm 0,13$ м/с.

4. Определена величина всех видов потерь семян по операциям технологического процесса уборки. Установлено, что наименьшие потери достигаются при раздельной технологии с применением широкозахват-

них валковых жаток и составляет 16,8...20,5 %. В то же время при прямом комбайнировании потери семян составляют 54,6...57,1 %.

5. Из-за специфических физико-механических свойств семян прутняка большие потери семян достигаются при укладывании их в валок. Поэтому для повышения эффективности раздельного способа уборки, необходимо уменьшить потери семян за жаткой. Предложена схема семяулавливающего устройства, обеспечивающего снижение потерь по принципу эффекта механической ориентации свободных семян к улавливающим отверстиям. Принципиальным отличием ее является то, что выделение семян из урожайной массы и их улавливание происходит в процессе формирования валка.

Определены закономерности движения семян относительно гофрированной платформы.

Получены аналитические зависимости параметров улавливающей поверхности от условий уборки.

Семена, выделенные семяулавливающим устройством, более ценны в биологическом отношении и поэтому качество его посевного материала выше, чем полученное обмолотом зерноуборочным комбайном.

6. На основании экспериментальных данных откорректированы формулы 13 и 19.

Распределение семян по улавливающему рабочему органу происходит по закону возрастающей экспоненциальной кривой.

7. На основе методов многофакторного планирования эксперимента получена математическая модель процесса улавливания осыпавшихся семян при валкообразовании. Определены оптимальные сочетания скорости валкообразующих лент транспортера $V_{\text{л}} = 2,2$ м/с, шага гофра $S = 250$ мм, длина семяулавливающего устройства $L = 4650$ мм, обеспечивающие максимальную полноту улавливания семян ($\theta = 84,8$ %).

Диаметр трубопровода $d_{\text{т}} = 100$ мм и скорость всасывающего потока $V_{\text{т}} = 9,2$ м/с.

8. В результате исследования процесса уборки семян и их проверки в производственных условиях разработаны рекомендации по механизации работ при улучшении пустынных и полупустынных пастбищ Казахстана, обоснована рациональная технология комбайновой уборки, экономическая эффективность от применения составляет около 46,13... ..64,43 руб/га.

Предлагаемая технология уборки рекомендована к внедрению Госагропромом Республики Казахстан и внедрена в хозяйствах республики на площади 1 тыс.га.

9. Разработаны исходные требования, заявка и техническое задание на стадии ОКР на семяулавливающее устройство и изготовлены на экспериментальном заводе НПО "Казсельхозмеханизация" опытные образцы семяулавливающих устройств к валковым жаткам. Экономический эффект от внедрения жатки с семяулавливающим устройством составит на одну машину к жатке КВН-6А - 47,28 руб/га. Семяулавливающее устройство к жатке КВН-6А в 1991 г. на Казахской НИС прошло государственные испытания и рекомендовано на производство.

Результаты исследования и конструкторская документация на семяулавливающее устройство к жатке КВН-6А передана Бердянскому производственному объединению по жаткам (ГСКБ г.Бердянск) для использования при разработке валковых жаток. Для дальнейшего совершенствования конструкций обмолачивающих устройств к уборочным агрегатам, а также при уборке семян кустарников с большой толщиной стеблей могут быть использованы авторские свидетельства СССР № 1242044 и № 1371586.

Основные положения диссертации опубликованы в работах:

1. Способ определения осыпаемости семян и устройство для его осуществления: А.с. № 1660618 СССР.М.кл. А01д 75/00/ В.С.Садыков, В.Т.Содаатов, М.С.Тургенбаев и др. - 6 с.ил.

2. Садыков Ж.С., Солдатов В.Т., Тургенбаев М.С. Потеряснижающее устройство для раздельной уборки семян // Техника в сельском хозяйстве. - 1990. - №5. - с.35-36.

3. Садыков Ж.С., Тургенбаев М.С. Модификация жатвенных агрегатов // Сб. тезисов: Итоги и перспективы выполнения научно-технических программ "Корма", "Сенокосы и пастбища" и задачи подготовки кадров. - Алма-Ата. - 1990. - с.137-139.

4. Садыков Ж.С., Тургенбаев М.С. Жатка ИВН-6АС. // Новости науки Казахстана. - 1990. - №4. - с.31-32.

5. Жатка для сеяльщиков трав: А.с., по заявке № 4903312 СССР. М.кд. АОИД 34/00/. Ж.С.Садыков, М.С.Тургенбаев, Д.Турлин.

6. Садыков Ж.С., Солдатов В.Т., Тургенбаев М.С. К обоснованию рациональной схемы уборки семян прутняка и параметров потеряснижающего устройства // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана. - 1991. - №II. - с.85-91.

7. Жатка: А.с., 967369 СССР, М.кд. АОИД 75/00/ Садыков Ж.С., Солдатов В.Т., Тургенбаев М.С. и др. - 8 с.ил.

8. Жатка для скашивания семенных посевов кормовых растений: А.с., 1658887 СССР, М.кд. АОИД 75/00/ Садыков Ж.С., Солдатов В.Т., Тургенбаев М.С. и др. - 4 с.ил.

9. Машина для удавливания семян зерновых и семенных культур: А.с., 1628924 СССР, М.кд. АОИД 75/00/ Садыков Ж.С., Солдатов В.Т., Тургенбаев М.С. и др. - 7 с.ил.

10. Садыков Ж.С., Тургенбаев М.С. Модификация жатки ИВН-6А для уборки семян кормовых культур // Информ. листок № 351 КазНИИ МТИ: Алма-Ата. - 1990. - 4с.

II. Механизация работ при улучшении пустынных и полупустынных пастбищ Казахстана (рекомендации). Солдатов В.Т., Садыков Ж.С., Тургенбаев М.С. и др. - Алма-Ата, Кайнар. - 1991. - 22 с.

12. Устройство для обора семян: А.с., 1371566 СССР, м. кл. АОЦД 46/00/ Садиков Ш.С., Солдатов В.Т., Тургенбаев М.С. и др. - 7с. ил.

13. Молотильный барабан: А.с., 1242044 СССР, м. кл. АОЦД 12/18/ Уоманов А.А., Русанов А.И., Тургенбаев М.С. и др. - 7с. ил.

14. Садиков Ш.С., Тургенбаев М.С.. Обоснование параметров потереснивающего устройства в катвенных агрегатах // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана.-1991.- №12.- с.91-96.

