

ПУТИ СНИЖЕНИЕ ПОТЕРИИ ПЛОДОЭЛЕМЕНТОВ ХЛОПЧАТНИКА В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ И МЕЖДУНАРЯДНОЙ ОБРАБОТКИ



АДИЛОВ ТУЛКИН ТУРДИМОВИЧ

Published by

Novateur Publication

466, Sadashiv Peth, M.S. India-411030



УЎК:695.254.4

АДИЛОВ ТУЛКИН ТУРДИМОВИЧ

**ПУТИ СНИЖЕНИЕ ПОТЕРИИ ПЛОДОЭЛЕМЕНТОВ
ХЛОПЧАТНИКА В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ МЕЖДУНАРЯДНОЙ
ОБРАБОТКИ: «VNESHINVESTPROM» nashriyoti, 2022 y. - 104 bet.**

ISBN 978-9943-8213-5-4

**© А.Т.Турдимович, 2022
©«VNESHINVESTPROM», 2022**

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ	7
1.1 Технологические условия работы агрегатов для междурядной обработки хлопчатника	7
1.2 Состояние хлопкостоя и некоторые физико-механические свойства плодозлементов хлопчатника	17
1.3 Анализ конструкций существующих защитных устройств пропашного агрегата	23
1.4 Краткий обзор работ по исследованию рабочего процесса	27
1.5 Обзор работ по определению коэффициентов трения	35
1.6 Обоснование необходимости исследований и создания нового образца защитного устройства	38
1.7 Формулировка рабочей гипотезы и задачи исследований	39
ГЛАВА II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	41
2.1 Общая постановка задачи	41
2.2 Математическая модель функционирования секции рабочих органов с устройством для защиты растений от повреждения	41
2.3 Обоснование ширины предохранительного щитка секций	50
2.4 Обоснование угла наклона лобовой поверхности обтекателя	54
2.5 Обоснование угла отгиба обтекателя	57
ГЛАВА III. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	59
3.1 Методика и результаты лабораторных исследований	59

3.1.1	Выявление зависимости повреждаемости хлопчатника от параметров защитных устройств культиватора	59
3.1.2	Определение коэффициентов трения элементов куста хлопчатника о материалы с различной шероховатостью поверхности	
3.2	Натурные условия работы защитных устройств пропашного агрегата	62
3.3	Лабораторно-палевые исследования	65
3.3.1	Исследования влияние параметров защитных устройств на степень повреждаемости хлопчатника	70
3.3.2	Оптимизация параметров защитных устройств	70
3.4	Разработка экспериментальных образцов защитных устройств	83
3.4.1	Обоснование выбора основных параметров защитных устройств пропашного агрегата	84
3.4.2	Особенности конструкции экспериментальных защитных устройств	86
	ГЛАВА IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОПАШНОГО АГРЕГАТА С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ	89
4.1	Сравнительные испытания	89
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	92
	СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	95

ВВЕДЕНИЕ

Проблема борьбы с потерями и сохранения урожая сельскохозяйственных культур во все времена истории земледелия занимала одно из центральных мест. Борьба с потерями урожая хлопка на всех стадиях его возделывания и уборки приобретает особую актуальность в настоящее время, когда народное хозяйство переходит на новый этап взаимоотношений, базирующихся на рыночной экономике.

В агротехническом комплексе, направленном на выращивание высоких урожаев хлопка-сырца и снижение трудоемкости возделывания хлопчатника, важнейшим звеном являются технологические процессы по уходу за посевами хлопчатника. Качественное выполнение этого процесса, рациональное использование средств механизации по обработке почвы на посевах хлопчатника – важная народнохозяйственная задача, решение которой невозможно без проведения глубоких научных исследований, направленных на совершенствование технологического процесса, обоснование оптимальных параметров рабочих органов, режима работы и др.

Известно, что на завершающих стадиях вегетации хлопчатника происходит увеличение габаритов куста. В этот период растения сильно разрастаются и смыкаясь в междурядьях образуют сплошной массив хлопкового поля – хлопкостой. В таких условиях при работе пропашного агрегата возрастает опасность повреждения надземной части растений.

В агротехнических требованиях, предъявляемых к культиватору для междурядной обработки хлопчатника, указано на недопустимость повреждения растений, обрыва цветков, бутонов, коробочек, поломки и полегаемости кустов /1/.

С целью снижения степени повреждения плодоземелентов в процессе обработки, на существующих пропашных агрегатах

устанавливаются защитные устройства в виде обтекателей колес трактора, обтекателей и предохранительных щитков секций культиватора и др. Данные государственных испытаний /2/ свидетельствуют, что качество работы этих устройств не соответствует агротехническим требованиям по показателю повреждаемости, поэтому в хозяйствах вместе заводских щитков (или в дополнения к ним), выступающие части культиватора обвертывают различными материалами для снижения силы ударов плодозэлементов куста о детали культиватора. Однако, такой прием также малоэффективен, так как к концу срока вегетации хлопчатника намного возрастает вероятность повреждения плодозэлементов при междурядных обработках хлопчатника, что приводит к невосполнимым потерям урожая. Так, при обрыве только одной коробочки с каждого растения, потери в перерасчете на хлопок-сырец составляют 80-90 кг/га, или на всей площади, обрабатываемой одним агрегатом за сезон 25 000...31 500 кг /3/.

Приведенные данные подтверждают актуальность проблемы снижения потерь урожая хлопка, и одним из путей ее решения является создание более эффективного средства защиты от повреждения плодозэлементов на завершающих стадиях развития растений хлопчатника. Между тем, как показал анализ работ, посвященных исследованию процессов междурядной обработки хлопчатника, вопросы, связанные с созданием такого защитного устройства, незаслуженно выпали из поля зрения исследователей.

В настоящей исследовании сделана попытка восполнить этот пробел путем обоснования параметров модернизированного защитного устройства для агрегатов, используемых на междурядной обработке хлопчатника.

ГЛАВА I. СОСТАЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

1.1. Технологические условия работы агрегатов для междурядной обработки хлопчатника

Если проследить за характером потерь потенциального урожая хлопка (рис.1.1.), то можно заметить, что в начальный период вегетации, когда растения только набирают силу в своем развитии, повреждаемость при междурядной обработке является следствием подрезания растений рабочими органами культиватора.

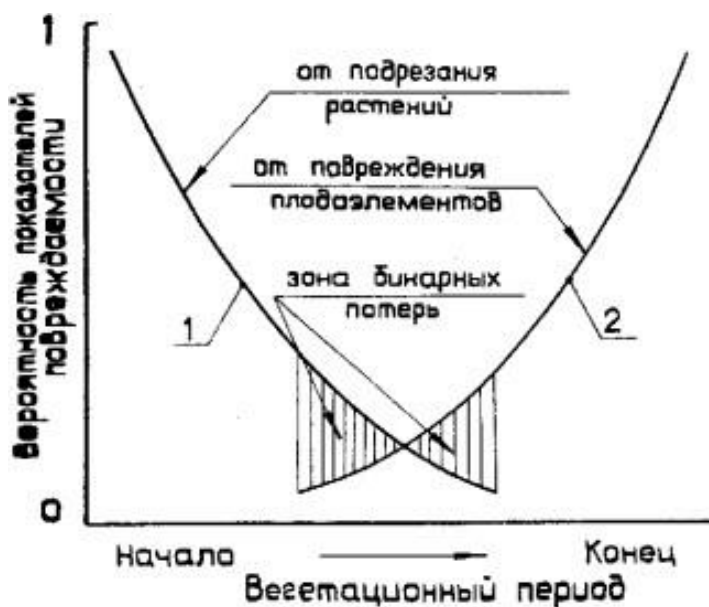


Рис.1.1. График изменения характера повреждаемости хлопчатника в процессе его междурядной обработки

По мере приближения к завершающей стадии вегетационного периода потери увеличиваются за счет повреждений плодэлементов куста, вследствие уменьшения междукустового коридора (рис1.2.).

Механизм подрезания растений в начальный период вегетации рассмотрен Е.Ф.Дворцовым в работе /4/. Для этого

автор исследует характер траектории рядков растений хлопчатника, который, по мнению автора, зависит от качества сева, а также от устойчивости прямолинейного движения посевного агрегата.

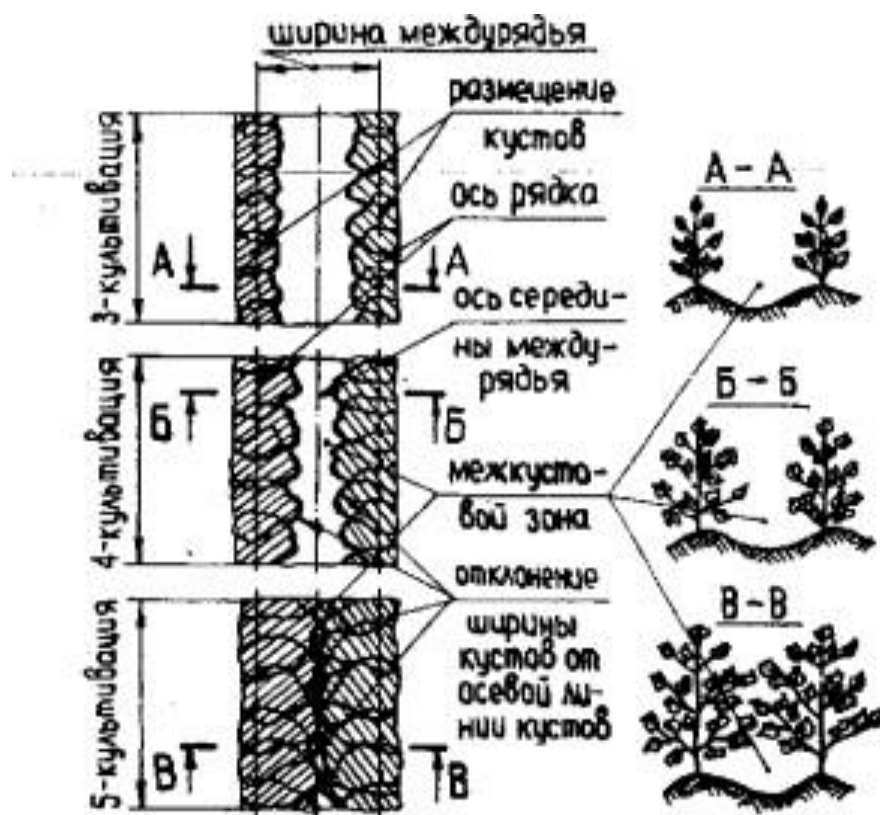


Рис.1.2. Эволюция межкустовой зоны по мере развития хлопчатника на завершающих стадиях вегетационного периода

Траекторию рядков хлопчатника на посевных площадях Узбекистана автор [4] предлагает описывать уравнением синусоиды вида:

$$Y = A \sin(\omega x + \varphi), \quad (1.1)$$

где Y – ордината линии рядков хлопчатника;
 A – амплитуда;
 x – абсцисса линии рядка;
 φ – начальный сдвиг фазы;
 ω – частота колебаний определяемая уравнением

$$\omega = 2\pi/T$$

(здесь $T=16\div 32$ м – период колебаний траектории рядков).

С учетом (1.1) и среднего значения $T = 24$ м автор получил следующее уравнение траектории рядков хлопчатника:

$$Y = A \sin(0,08\pi x + \varphi), \quad (1.2)$$

по которой, по его мнению, должны двигаться пропашные агрегаты в процессе междурядной обработки, во избежание подрезания растений.

Однако следует отметить, что приведенные уравнения (1.1 и 1.2) не отражают истинный характер колебаний линии ряда, поскольку в них не содержится случайная, в вероятностическом смысле, составляющая этих колебаний.

При разработке средств защиты от повреждений хлопчатника на ранних стадиях его развития большое значение имеет ширина защитной зоны.

Оптимальная защитная зона, по утверждению И.И.Трепененкова /5/, соответствует симметричному расположению трактора относительно междурядий. При этом внутреннюю защитную зону автор определяет из выражения (рис. 1.3):

$$Y = \frac{(B-b)-S(n-1)}{2}, \quad (1.3)$$

$$\text{а внешнюю} \quad X = \frac{S(n+1)-(B+b)}{2} \quad (1.4)$$

где $B = S \cdot n$ – размер колеи;

b – ширина движителя;

S – ширина междурядья;

n – число рядков, проходящих под трактором.

С учетом симметричного расположения ведущих колес в междурядьях, принято равенство внутренней и внешней защитных зон ($X=Y$), и после решения уравнений (1.3) и (1.4) получено следующее выражение для определения значения величины защитных зон (рис. 1.3.).

В приведенных выше работах дается лишь описание защитных зон в общем виде, вне связи их числовых значений с показателями качества работы машинно-тракторных агрегатов на междурядной обработке посевов.

В какой-то мере такая связь просматривается в работах Ш.З.Бахтиярова и Н.Е.Вольковича /6/, Ю.К.Киртбая и И.М.Козицкого /7/. Так, в работе /6/ приведено описание параметров рядка в связи с поиском путей уменьшения защитной зоны при междурядных

$$X=Y=\frac{S-b}{2}. \quad (1.5)$$

обработках хлопчатника на гнездовых посевах. Уточнены понятия параметров, используемых в литературных источниках:

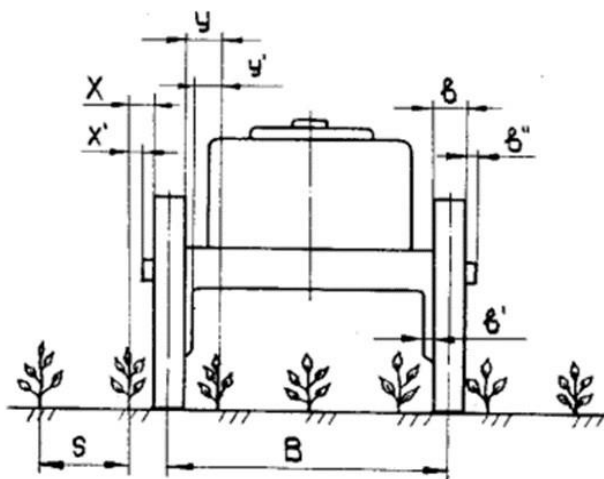


Рис. 1.3. Схема определения защитных зон трактора

A – величина междурядья – расстояние между осевыми линиями двух смежных рядков;

B – ширина полосы обработки в междурядье;

b – ширина рядка – полоса, в пределах которой распределены растения;

a_z – установочная защитная зона – расстояние от осевой линии рядка до смежного рабочего органа культиватора;

a_ϕ – фактическая защитная зона – расстояние от границы рядка до смежного рабочего органа культиватора.

Приводятся уравнения связи параметров междурядий и рядков:

$$A = B + 2a_\phi + b \quad \left(\text{при } a_z = a_\phi + \frac{b}{2} \right). \quad (1.6)$$

При этом авторы исходят из предпосылки, что размещение растений по ширине рядков и поперечные отклонения рабочих органов подчиняются «определенным законам распределения случайных величин».

Далее авторы уточняют, что размещение растений по ширине рядков «достаточно удовлетворительно воспроизводится законом

нормального распределения». Описана методика измерений и обработки значений ширины рядка. В результате авторами сделано два основных вывода:

1. При выборе параметров рабочих органов машин для возделывания и уборки хлопка необходимо учитывать ширину рядков, как один из важнейших факторов, характеризующих условия работы агрегатов.

2. Предложенная методика позволяет определять ширину рядков на посевах хлопчатника и других сельскохозяйственных культур.

Первый вывод авторов не вызывает сомнений, и он может быть учтен в нашем исследовании. Что же касается методики, то она не может быть использована, поскольку базируется на предпосылке, что растения по ширине рядков и поперечные отклонения рабочих органов подчиняются законам распределения случайных величин, тогда как в действительности их следует описывать методами теории случайных методами теории случайных функций согласно А.И.Корсун /8/ и А.Б.Лурье /9/.

Если авторы /6/ лишь указывают на необходимость использования теоремы умножения вероятностей для поиска величины защитной зоны, то в работе /7/ эта теорема является основой разработанной методики расчета повреждаемости культурных растений при междурядной обработке. Причем, законы распределения случайных величин (расположение растений и положение крайней точки рабочего органа культиватора) представлены в канонической форме:

$$f(xy) = \frac{1}{2\pi b_x b_y} \cdot e^{-\frac{x^2}{2b_x^2} - \frac{y^2}{2b_y^2}} \quad , \quad (1.7)$$

где x, y - координаты положения растения относительно

условной оси рядка и расстояние между соседними растениями, замеренное по осирядка;

δ_x и δ_y – среднеквадратические отклонения соответствующих случайных величин.

Заслуживает внимания та часть методики, где используется принцип статических испытаний для определения частоты попадания точек (x,y) в область пересечений траектории крайней точки рабочего органа культиватора с крайней линией установочной защитной зоны.

Поскольку работа /7/ касается вопросов повреждаемости в начальных стадиях развития растений (кривая 1, рис.1.1), то для решения задач, поставленных в нашей исследовании, она представляет интерес лишь в методическом плане. Особенно это относится ко второй части работы, где авторы указывают на случайную природу координат точек (x,y) , и используют при их анализе методы теории случайных функций.

В работах /8,9/ рассмотрены вопросы управляемости и устойчивости движения тракторов хлопковой модификации. В результате делается вывод, что наиболее приемлемым критерием оценки управляемости (при движении по криволинейной траектории) и устойчивости прямолинейного движения агрегата является среднеквадратическая величина отклонений δ_{Δ}^2 рабочего органа агрегата от заданной траектории:

$$\delta_{\Delta}^2 = \delta_t^2 + \delta_{po}^2 - 2\tau\delta_t\delta_{po} \quad (1.8)$$

где δ_t – среднеквадратическое отклонение траектории движения трактора от заданной;

δ_{po} – среднеквадратическое отклонение траектории движения

рабочего органа от заданной;

τ – коэффициент корреляции между этими траекториями.

Ш.М.Курбанов в работе /10/ исследует повреждаемость хлопчатника на первой междурядной обработке в зависимости от скорости движения при различных зазорах в шарнирах четырехзвенника, рекомендуя при этом необходимость увеличения защитной зоны до 8 см.

Все рассмотренные выше работы посвящены изучению процессов междурядной обработки на первых стадиях развития хлопчатника.

Таблица 1.1.

Повреждаемость плодозэлементов серийным
пропашным агрегатом (за один проход), %

№ п/п	Состав агрегатов	Повреждаемость			Дата проведения работ	Источник информации
		коробочки раскрытые	другие плодозэлементы	всего		
1.	МТЗ-80Х+ + КХУ- 4	0,10	0,7	0,8	02.08. 1984 г.	Пр. №26-49-84 (САМИС) /11/
2.	МТЗ-80Х+ + КХУ-4+ + ЧХТ-4Б	0,10	0,4	0,5	23.07. 1985 г.	Пр. №26-32-85 (САМИС) /12/
3.	МТЗ-80Х+ + КХУ-4+ + ЧХТ-4Б	0,07	0,53	0,6	29.07. 1986 г.	Акт №26-6-86 (САМИС) /13/
4.	МТЗ-80Х+ + КХУ-4	-	-	2,4	05.08. 1986 г.	Пр. №26-63-86 (САМИС) /2/
5.	МТЗ-80Х+ + КХУ-4	0,30	0,24	0,54	09.08. 1989 г.	Пр. №26-51-89 (САМИС) /14/
6.	Т-28Х4М+ +КХУ-4А- 05-01	0,30	0,81	1,11	19.07. 1994 г.	Пр. №16-94 (САМИС) /15/

7.	МТЗ-80Х с обтекателям и к шинам 9-42: шины 11-38 12-38 15-30	0,42 0,32 0,65	0,44 0,74 1,13	0,86 1,06 1,78	ІУ- культива ция	Механизация хлопководст ва, 1974, №12, с.11-12, (Нишанбаев К). /16/
8.	МТЗ-80Х+ + КХУ- 4	-	-	0,69	29.07. 1991 г.	НТО (САИМЭ)
9.	МТЗ-80Х+ + КХУ- 4	-	-	0,78	15.08. 1991 г.	НТО (САИМЭ)
10.	МТЗ-80Х+ + КХУ- 4	-	-	1,05	25.08. 1992 г.	НТО (САИМЭ)

Примечание: Все данные для междурядий 90 см.

Повреждаемость хлопчатника в период последних обработок отражена в Пр.МИС и изучена автором (табл.1.1), а также рассмотрена в работе А.И. Корсуна /17/, в которой он изучая вопросы повышения скоростей движения, приводит показатели механических повреждений в период последних культиваций в зависимости от скорости движения агрегата (табл.1.2).

Таблица 1.2.

Показатели повреждений хлопчатника пропашным агрегатом (данные А.И.Корсуна, 1965 г.)

Рабочая скорость движения км/ч	Повреждено кустов, %			Повреждено веток, %		Сбито плодоэлементов, %				
	наклонено	повалено	сломано	моноподий	симподий	бутонов	цветов	завязей	коробочек	всего
САИМЭ										
4,6	-	-	-	-	-	0,03	-	0,14	0,06	0,23
6,4	-	0,05	0,11	-	-	0,04	0,36	0,26	0,19	0,85
7,87	-	0,03	0,05	-	-	0,07	0,27	0,46	0,19	0,99
9,6	-	0,05	0,08	-	-	0,07	0,54	0,46	0,19	1,26
12,4	-	-	0,05	-	-	0,10	0,90	0,57	0,43	2,00

Учебно хозяйство ТИИИМСХ										
4,94	0,30	0,25	0,23	0,27	-	0,45	0,03	0,09	0,09	0,66
6,27	0,06	0,18	0,07	0,14	0,07	0,34	0,24	0,08	0,11	0,77
7,87	0,18	0,08	0,08	0,19	0,02	0,38	0,12	0,08	0,16	0,74
9,65	0,20	0,25	0,02	0,20	0,06	0,19	0,18	0,23	0,17	0,77
12,4	0,10	0,07	0,07	0,10	0,04	0,02	0,24	0,17	0,20	1,53

Из таблицы видно, что при повышении скорости от 6,27 км/ч до 9,65 км/ч число сбитых коробочек почти не меняется и возрастает только при дальнейшем повышении скорости до 12,4 км/ч. Вместе с тем автор /17/ не раскрывает причинно-следственные связи процесса междурядной обработки (такая цель в работе не преследовалась), поэтому не выявлено какая доля из общего числа повреждений явилась следствием повышения скорости, и какую часть из них следует соотнести к недостаткам работы защитных устройств пропашного агрегата. В.Г.Черников /18/ считает, что агротехнические показатели защитных устройств пропашного агрегата при междурядной обработке хлопчатника определяются шириной куста и величиной защитной зоны. Ширина защитной зоны, в свою очередь, определяется отклонением растений от оси рядка и неравномерностью траектории движения агрегата.

О наличии зависимости качества междурядной обработки от неровностей поверхности почвы указывают также Г.А.Кошевников /19/, А.И.Корсун /20/.

Работа /19/ целиком посвящена изучению свойств поверхности почвы хлопковых полей. В ней приведены результаты изучения формы поверхности почвы в рядках хлопкового поля в поперечном сечении. Определены статистические характеристики неровностей поля и представлены графики кривых распределения этих неровностей. Работа представляет интерес с точки зрения полноты статистического описания поверхности поля, хотя приведенные в ней результаты выполнены без учета случайной природы неровностей дорожно-полевых фонов. Этот пробел в

какой-то мере восполнен в работах /8/ и /20/, где изложены и методика обработки записей случайных процессов, и аппаратура для их регистрации, и аналитические выражения для их аппроксимации. Но в этих работах, как и некоторых других, затрагивающих вопросы оценки неровностей поверхности поля /21,22,23,24,25/, нет ответа на вопрос – в какой степени неровности почвенного фона оказывают влияние на повреждаемость растений и потери урожая хлопка при его междурядной обработке.

Таким образом, из приведенного анализа литературных источников выявлено, что к основным факторам, определяющим технологические условия и оказывающим влияние на сбиваемость плодозэлементов при междурядной обработке хлопчатника в конце вегетации, можно отнести следующие:

- Состояние поверхности почвы в междурядьях (микронеровности);
- Прямолинейность рядков;
- Состояние хлопкостоя (расположение кустов хлопчатника относительно условной средней линии рядка, расположение плодозэлементов на кусте, их количество и физико-химические свойства куста хлопчатника).

Рассмотрим более подробно последний из перечисленных факторов.

1.2. Состояние хлопкостоя и некоторые физико-механические свойства плодозэлементов хлопчатника

По мере роста и развития хлопчатника его вегетативные органы формируется в определенной последовательности – корень, стебель, ветви, листья, цветки, завязи, коробочки /26/, которые в своей совокупности определяют структуру куста (его габитус) (рис.1.4.).

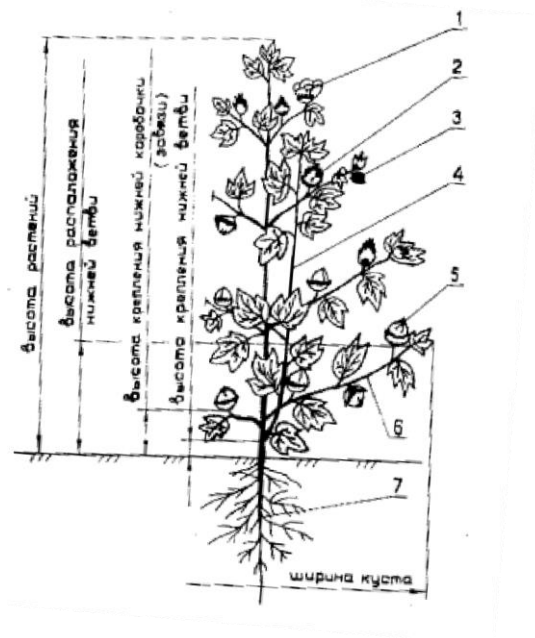


Рис.1.4. Структурное строение куста хлопчатника

Каждый из перечисленных элементов несет определенную функциональную нагрузку в процессе жизнедеятельности растения.

Корневой стержень 7 верхней своей частью, через корневую шейку, переходит в главный стебель (основной моноподий) по типу моноподиального (одностопного) прямостоячего побега. Рост главного стебля сопровождается появлением и развитием ветвей: ростовых (моноподиальных или моноподии) и плодовых (симподиальных или симподии). Моноподиальные ветви 4 отходят от нижней части главного стебля почти под острым углом, удлиняясь в результате развития верхушечной почки роста. Симподиальные ветви 6, являющиеся по существу цветоносами, появляются выше ростовых. Эти ветви отличаются от моноподиальных по характеру своего образования и по морфологическому строению. Они отходят от главного стебля под менее острым, почти прямым углом. Против каждого листа с противоположной стороны симподиальной ветви образуется бутон 3. По мере развития хлопчатника бутон, раскрываясь, переходит сначала в цветок 1, затем в завязь 2 и наконец, в

коробочку (плод) 5. Завязь состоит из четырех-пяти гнезд, в каждом из которых образуется от пяти до десяти и более семян. Завязь – это коробочка в возрасте до 10 дней. По мере созревании хлопка, коробочки раскрываются и их масса в этот период составляет 3...8 г.

В.А.Сергиенко [3] утверждает, что рост главного стебля хлопчатника в период механизированных междурядных обработок посевов происходит довольно неравномерно. Автор предлагает эмпирическую зависимость высоты главного стебля от даты посева:

$$H = \frac{X}{100} \left(\frac{X^2}{95} - \frac{4X}{10} + 10 \right), \quad (1.9)$$

где H – высота главного стебля хлопчатника, см;

X - число дней от посева (по уравнению находится в пределах $110 \geq X \geq 20$).

Из работы /3/ следует, что раскидистость куста зависит от высоты главного стебля: $D = (0,5 \div 0,8) H$, где D - зона расположения веток. Нижний предел относится к сортам хлопчатника, имеющим нулевой (предельный) тип ветвления, верхний – к хлопчатнику с неопредельным типом.

Учитывая важность такой характеристики куста, какой является количество ветвей на нем (симподиальных и моноподиальных), Д.М.Шполянский по результатам статического анализа /27/ получил геометрическую модель куста, определяемую его высотой и количеством ветвей N_0 , а корреляционная зависимость Π описывается полиномом второго порядка вида:

$$\Pi = A + BN_0 + CN_0^2, \quad (1.10)$$

где A , B и C – коэффициенты, определяемые экспериментально.

В свете решения задач, поставленных в исследования, интерес представляют размерно-весовые характеристики куста хлопчатника и его физико-механические свойства. Этими опросами занимались многие исследователи /12,13,16,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39, 40,41,42,43,44,45/. Сведя в таблицу результаты сделанных ими измерений двух параметров куста (табл.1.3), можно заметить наличие большого разброса значений как по высоте растений, так и по ширине.

Таблица 1.3.

Показатели высоты и ширины растений хлопчатника
(обобщенные данные литературных источников)

№ п/п	Источник информации	Параметры	
		высота растений, м	ширина куста, м
1.	Протокол САМИС /12/	1,01	0,46
2.	Протокол САМИС /13/	0,91	0,60
3.	Нишанбаев К. /16,40/	-	0,45 ÷ 0,62
4.	Вовк П.Ф., Митрофанов В.С./28,29/	0,8 ÷ 1,5	-
5.	Ковган А.П. /30,31/	0,65	0,25
6.	Суворов А.Ф. /32/	0,63 ÷ 1,05	0,18 ÷ 0,36
7.	Литючий Н.Т. /33/	0,49 ÷ 0,96	0,30 ÷ 0,57
8.	Аугамбаев М. /34/	0,75 ÷ 0,90	0,35 ÷ 0,45
9.	Ерофеев С.Б. /35/	0,72 ÷ 0,96	-
10.	Белоусов А.С. и др. /36/	0,782 ÷ 0,974	-
11.	Кошевников Г.А. и Раев Б.Г. /37/	0,42 ÷ 1,72	-
12.	Раев Б.Г. /38/	0,85 ÷ 1,0	-
13.	Шагиев Н.А. и Шагиева М.Ф. /39/	0,95 ÷ 1,1	0,32 ÷ 0,40
14.	Абдеев Н.А. и др. /41/	-	0,446 ÷ 0,55
15.	Цыба А.Т. /42/	-	0,321 ÷ 0,503
16.	Горн В.Н. /43/	0,8 ÷ 1,0	-
17.	Гулямов Х.Х. и Ташболтаев М./44/	0,645 ÷ 1,355	0,281 ÷ 0,924
18.	Спеваков Р.И. /45/	1,05	0,23

Известны работы /11,13,14,29,46,47,48/, в которых приведены результаты исследований других физико-механических свойств хлопчатника (усилие на разрыв симподий и на отрыв их от стебля, модуль упругости материала стержневых элементов куста, размер коробочки, жесткость стеблей и веток куста при изгибе, масса коробочек, коэффициент трения элементов куста по различным материалами и т.д.).

Обобщив и обработав результаты этих исследований, сведем их в таблицу 1.4, из которой видно сколь существенны различия в значениях параметров, характеризующих состояние хлопкостоя и физико-механические свойства плодоеlementов хлопчатника.

Таблица 1.4.

Сводная таблица параметров куста хлопчатника
и физико-механических свойств его элементов

Наименование показателей	Источник информации	Оценка статистических характеристик				
		Среднее значение	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент вариации	Предельно допустимая ошибка средней	Доверительный интервал на уровне 5% значимости
Высота растений хлопчатника, м	См.табл. 1.3.	0,91	0,31	33,97	0,106	0,81 ÷ 1,02
Ширина куста, м	См.табл. 1.3.	0,45	0,16	35,78	0,06	0,39 ÷ 0,50
Количество симподий на одном кусте, шт	/11,13,14/	15,78	5,56	35,21	1,90	13,88 ÷ 17,68
Количество коробочек на одном кусте, шт	/11,13,14/	11,44	3,5	30,37	1,19	10,25 ÷ 12,62
Количество завязей на одном кусте, шт	/11,13,14/	4,23	1,35	31,91	0,46	3,77 ÷ 4,69
Количество цветков на одном растении, шт	/11,13,14/	1,62	0,39	23,74	0,13	1,49 ÷ 1,75
Количество бутонов на одном растении, шт	/11,13,14/	8,38	2,45	29,18	0,84	7,55 ÷ 9,22
Усилие на отрыв симподий от стебля, кг	/29/	9,62	3,25	33,76	1,11	8,51 ÷ 10,73

Усилие на отрыв коробочек от симподия, кг	/29/	6,23	2,10	33,76	0,72	5,51 ÷ 6,95
Жесткость стебля, кг/см ²	/48/	1653,98	501,19	30,30	171,22	1482,76 ÷ 1825,2

Такой разброс значений является следствием влияния как объективных факторов, обусловленных неоднородностью условий возделывания хлопчатника, так и наложением субъективных причин – различием в методах, применяемых разными авторами, получения и обработки результатов измерений соответствующих параметров.

Так или иначе, этот диапазон разброса значений должен быть учтен в дальнейших наших исследованиях, но предварительно необходимо проанализировать существующие конструкции устройств для защиты растений от повреждаемости.

1.3. Анализ конструкций существующих защитных устройств пропашного агрегата

В настоящее время пропашной агрегат, используемый при междурядной обработке хлопчатника, после третьего полива оборудуют обтекателями колес трактора, обтекателями и предохранительными щитками секций рабочих органов.

Форма и параметры существующих защитных устройств пропашного агрегата отражены на рис.1.5 и в табл.1.5.

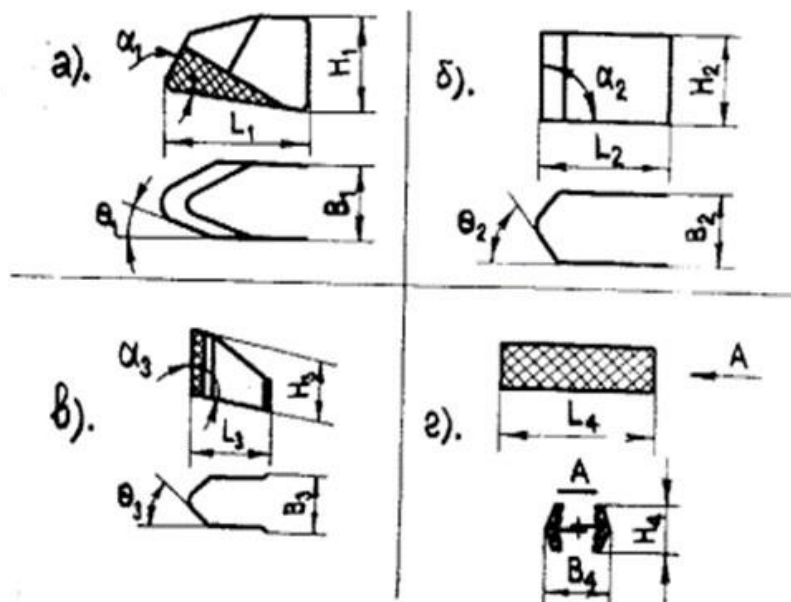


Рис.1.5. Защитные устройства пропашного агрегата.

- а). обтекатель переднего колеса трактора;
 б). обтекатель ведущих колес трактора;
 в). обтекатель секций культиватора;
 г). предохранительные щитки секций культиватора.

Таблица 1.5.

Параметры существующих защитных устройств
пропашного агрегата

№ п/п	Наименование параметров	Условные обозначение	Единица измерения	Устанавливаются на агрегат МТЗ- 80Х+КХУ-4
1.	Обтекатель колес: а). передние:			
	- высота	H ₁	м	0,435
	-расстояние между боковинами;	B ₁	м	0,330
	-длина	L ₁	м	0,750
	-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h ₁	м	0,370
	-угол наклона лобовой поверхности	α ₁	градус	65

	-угол отгиба	θ_1	градус	30
	б). ведущие:	H_2	м	0,420
	-высота			
	-расстояние между боковинами	B_2	м	0,440
	-длина	L_2	м	0,600
	-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h_2	м	0,350
	-угол наклона лобовой поверхности	α_2	градус	90
	-угол отгиба	θ_2	градус	60
2.	Обтекатель секции:	H_3	м	0,465
	- высота			
	-расстояние между боковинами	B_3	м	0,220
	-длина	L_3	м	0,500
	-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h_3	м	0,270
	-угол наклона лобовой поверхности	α_3	градус	110
	-угол отгиба	θ_3	градус	30
3.	Предохранительные щитки секций:	H_4	м	0,236
	- высота			
	-расстояние между боковинами	B_4	м	0,30...0,44 регулируемые
	-длина	L_4	м	1,070
	-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h_4	м	0,270

Основными недостатками применяемых защитных устройств, отмеченными в Пр.МИС и установленными автором, являются:

По обтекателям ведущих колес трактора:

- не достаточная высота;

- плохая обтекаемость;
- излишне большое расстояние от нижней кромки до поверхности почвы при работе и не достаточное при разворотах и переездах.

По обтекателям секции:

- излишне большой угол наклона лобовой поверхности;
- не рациональный способ крепления (изменение положения обтекателя при подъеме и опускании секций из-за крепления его к продольным звеньям четырехзвенника приводит к защемлению веток с плодозэлементами между обтекателем и предохранительном щитком).

По предохранительном щиткам:

- излишне большое расстояние от нижней кромки до поверхности почвы при работе;
- не обосновано расстояние между боковинами;
- не рационально форма (открытое сверху пространство приводит к сбиванию плодозэлементов выступающими концами стоек рабочих органов).

При этом основная часть повреждений хлопчатника, в этом числе и плодозэлементов приходится на развороты пропашного агрегата на краю поля. При разворотах повреждаемость растений хлопчатника достигает более 2-х % за один проход /2/, тогда как по АТ не допускается более 5% за сезон. К такой высокой повреждаемости приводит несколько причин.

Во-первых, плохая обтекаемость, не рациональные параметры и способ крепления обтекателей ведущих колес трактора (об этом отмечалось в Пр. испытаний САМИС). Во-вторых, из-за крепления обтекателей секций к продольным звеньям шарнирного четырехзвенника, при подъеме на краю поля их лобовая поверхность наклоняется назад под углом около 120^0 и способствует защемлению веток с плодозэлементами между обтекателем, щитками и выступающими деталями секции.

1.4. Краткий обзор работ по исследованию рабочего процесса

В настоящее время пропашной агрегат, используемый при междурядной обработке хлопчатника, оборудован обтекателями для переднего и задних колес трактора, а также обтекателями и предохранительными щитками для секций рабочих органов культиватора.

Тем не менее, как свидетельствуют данные государственных на Среднеазиатской МИС /11,13,14 и др./, сбиваемость плодоземелентов хлопчатника на последних междурядных обработках достигает недопустимо высоких пределов – свыше одного процента.

В целях снижения таких потерь урожая, в хозяйствах вынуждены обматывать выступающие элементы конструкции культиватора подручным материалом, используя для этого старые камеры пневматических колес, мешковину, плотные прорезиненные ткани и т.д. (рис. 1.6).



Рис.1.6. Секция рабочих органов, укрытия остатками камер

Однако такие меры малоэффективны /2/. Столь высокие потери урожайности хлопка выдвигают проблему защиты растений при междурядных обработках в число наиболее актуальных, требующих своего как теоретического, так и практического решения. Между тем, нами не обнаружено никаких литературных источников по обоснованию

необходимости поиска конструктивных решений для создания более эффективных защитных устройств, равно как и теоретических предпосылок для обоснования их параметров.

Если обратиться к источникам, освещающим аналогичную проблему применительно к уборочным машинам различных сельскохозяйственных культур, то можно обнаружить достаточно основательно разработанные теории, на которых базируются конструкции защитных устройств зерноуборочных машин, стеблеподъемников для уборки бобовых и других культур /49,50,51,52/.

Так, в трудах академика В.П.Горячкина /49/ и профессора М.Н.Летошнева /50/ изложена теория полевых делителей машин для уборки прямостебельных культур, Г.А.Хайлис /51/ и М.И.Шлыков /52/ обосновали некоторые параметры делителей льноуборочных машин.

Наиболее близким по функциональным признакам к защитным устройствам пропашного агрегата, является кустоподъемник хлопкоуборочной машины. Очевидно, что снижение повреждаемости растений хлопчатника подобными устройствами в значительной степени будет определяться такими факторами, как обжим куста, стрела прогиба куста, коэффициенты трения и др.

Вопросами обжата куста занимались А.П.Ковган /30/, Д.М.Шполянский /53,54/, М.Аугамбаев /34,55/.

Исследуя, двухсторонний обжим куста, А.П.Ковган /30/ приводит аналитическое выражение для определения минимального размера обжатого куста, принимая симподий за балку равного сопротивления.

$$B = \frac{2l^2}{48}(1 - \cos A^\circ), \quad (1.11)$$

где B – ширина обжатого куста, мм;

l – расстояние от узла на стебле до линии действия силы, мм;

A^0 – угол отхода симподии от стебля.

Используя найденное экспериментально значение $A^0 = 50^\circ \div 70^\circ$ /48/, А.П.Ковган /30/ определяет минимальный размер обжатого куста в доморозный период в пределах $26 \div 52$ мм.

Д.М.Шполянский /53/ приводит результаты исследования двухстороннего обжима куста и эмпирическую зависимость между шириной обжатого куста и силой его сопротивления обжиму:

$$P_{\text{попер.}} = \frac{24850}{B^{2,04}}, \quad (1.12)$$

где B - ширина обжатого куста.

М.Аугамбаев /34,55/ приводит эмпирическую зависимость прогиба куста от усилия, с которым он протягивается между кустоподъемниками

$$P_{\text{прот.}} = 0,28 f_{\text{пр.}} \quad (1.13)$$

При этом указывается, что при обжатии куста хлопчатника сорта 108-Ф до ширины 150 мм сила сопротивления куста составляет $0,5 \div 0,2$ кг, и равнодействующая сил сопротивления приложена на высоте 540 мм. Там же автор приводит данные о распределении массы куста по высоте, где отмечает, что наибольшая масса сосредоточена на высоте $500 \div 600$ мм, затем несколько меньшая по величине масса расположена в зоне $300 \div 500$ мм, причем в этих двух зонах сосредоточено до 50% от всей массы куста. Центр тяжести куста по наблюдениям М.Аугамбаева находится в точке, разделяющей высоту куста пополам. Результаты довольно тщательных исследований упругих свойств стеблей и ветвей хлопчатника отражены в

работах П.Ф.Вовка и В.С.Митрофанова /28,29/, А.П.Ковгана /30,31/, М.Аугамбаева /34,55/, в отчетах агрофизической лаборатории ВИСХОМ /48/, в работах В.Юлдашева /56/, Д.М.Шполянского /53,57/, М.С.Ганиева /58/, С.С.Чечеля /59/ и др.

Д.М.Шполянский /53,54/ получил аналитические выражения для определения стрелы прогиба точки главного стебля куста на высоте $0,63 \div 0,65$ м от его основания, позволяющее определить стрелу прогиба при прохождении куста через любую точку кустонаправителя:

$$f_{\text{пр.}} = \sqrt{\frac{1.5 \cdot 24850 \cdot \text{ctg}(\alpha - \varphi)}{B^{2.04} \cdot 43 \cdot 10^6}}, \quad (1.14)$$

где α – угол отклонения поверхности направителя от перпендикуляра к вектору скорости движения машины;

φ – угол трения куста о кустонаправитель;

B – ширина щели между кустонаправителями.

Работы М.Аугамбаева /34,55/ посвящены вопросам динамики процесса обжатия кустов, как с однородным упругим телом, а поверхность кустоподъемника как часть цилиндра с вертикальной образующей. Кроме того, автор исходит из допущения, что силы взаимодействия куста с кустоподъемником лежат в горизонтальной плоскости и сосредоточены в одной точке на высоте 0,54 м от основания куста. Приняв такие допущения, М.Аугамбаев составляет дифференциальное уравнение движения точки приложения сил взаимодействия, решение которого при минимальных прогибах кустов должно дать уравнение связи вида $Y=f(x)$, определяющее оптимальный профиль направителя. На основе анализа этого уравнения он утверждает, что при увеличении поступательной скорости машины прогиб кустоподъемника уменьшается.

В работах А.П.Ковгана /30,31/ приводится формула для определения упругого прогиба стеблей хлопчатника при консольном изгибе

$$f_{\text{пр.}} = \frac{(P)l^n}{kEJ}, \quad (1.15)$$

где $f_{\text{пр.}}$ – прогиб стебля;

(P) – величина действующей силы;

l – длина консоли;

n – показатель степени, зависящий диаметра и состояния стебля;

EJ – жесткость стебля. $k = \frac{P_{\text{ст.}}l^3}{f_{\text{ст.}}EJ}$, где $P_{\text{ст.}}$ и $f_{\text{ст.}}$ –

соответственно разрушающая нагрузка и предельный прогиб.

Зависимость величины жесткости EJ от диаметра стебля и длины консоли приводится в работе /48/ и составляет при длине консоли 500 мм и диаметре стебля $10,9 \div 12,3$ мм в доморозный период 1943 кГсм², а в послеморозный – 1686 кГсм². С увеличением консоли до 750 мм (и тем же диаметре стебля) эти величины составляют соответственно 1724 кГсм² и 1378 кГсм².

М.С.Ганиев в работе /58/ приводит результаты исследования жесткости ветвей. Так, для сорта 108-Ф жесткость ветвей диаметром 5,6-6,2 мм находится в пределах 240-321,2 кГсм², а с увеличением диаметра до 7,0-10,6 мм в пределах 568-2907 кГсм².

В.Юлдашев /56/, проведя в полевых условиях эксперимент по консольному изгибу стеблей растений хлопчатника сорта 108- Ф, подтверждает приведенные выше характеристики.

К.Нишанбаев /16,40/ считает, что на сбиваемость плодозэлементов существенно влияет площадь контакта обтекателей ведущих колес с плодозэлементами хлопчатника, а также изгиб его ветвей. Им установлено, что в междурядьях 0,60 м ветки куста хлопчатника изгибаются больше чем в междурядьях 0,90 м, при этом наибольшее значение угла изгиба соответствует шине размером 15-30. Близкие по величине углы изгиба ветвей (60°, 55° и 45°) дают обтекатели шин 9-42 и 15-30 соответственно в узких (0,60 м) и широких (0,90 м) междурядьях. Почти одинаковы суммарные пути прохождения ветвей куста по поверхности обтекателей шин 9-42 (в узких междурядьях) и шин 12-38 (в широких междурядьях). Подсчет количества сбитых и поврежденных плодозэлементов на кусте хлопчатника после прохода трактора с различной шириной обтекателей шин в узких и широких междурядьях проводили в период третьей (на IV передаче трактора Т-28Х-3) и четвертой (на III передаче) культиваций. Результаты опытов по сбиваемости хлопчатника приведены в табл.1.6.

Таблица.1.6.

Показатели сбиваемости плодозэлементов хлопчатника пропашным трактором.

(данные К. Нишанбаева, 1980 г.)

Период исследования	Тип шины	Ширина профиля мм	Количество поврежденных и сбитых плодозлементов, % к показателям шин 9-42			
			коробочки	завязи	бутоны	Всего
М Е Ж Д У Р Я Д Ь Я 0,90 м						
III культивация	11-38	302	0	0,156	0,078	0,23
	12-38	332	0,456	0,156	0,078	0,69
	15-30	416	1,13	3,028	0,553	4,71
IV культивация	11-38	302	0,42	0,256	0,180	0,86
	12-38	332	0,32	0,253	0,490	1,06
	15-30	416	0,645	0,307	0,819	1,77
М Е Ж Д У Р Я Д Ь Я 0,60 м						
III культивация	11-38	302	0,509	5,794	0,955	7,26
	12-38	332	1,070	5,114	1,097	7,28
IV культивация	11-38	302	3,4	1,655	1,470	6,53
	12-38	332	4,6	2,340	1,470	8,41

Значительное повреждение плодозэлементов трактором К.Нишанбаев объясняет несовершенством конструкции обтекателей колес.

Рабочий процесс кустоподъемников хлопкоуборочного агрегата исследованы А.Г.Стрижевским /47/. Это работа наиболее полно из всех нам известных освещает механизм взаимодействия кустов хлопчатника с конструктивными элементами кустоподъемника. Автор /47/ справедливо отмечает, что в работах /49,50,51,52/ при разработке теории полевых делителей в качестве исходной предпосылки принимается контакт с делителем одиночного стебля, отчего искажается физическая природа явлений, происходящих в процессе подъема стеблей и безударного их ввода в зону рабочих органов уборочного аппарата.

В результате выполненного анализа А.Г.Стрижевский приходит к выводу, что существующие конструкции кустоподъемников допускают значительный наклон куста и взаимное перекрытие его ветвей, следствием чего является неполная обработка куста, недоиспользуются имеющиеся потенциальные возможности хлопкоуборочного агрегата.

Такой вывод послужил автору основанием к проведению теоретического исследования параметров кустоподъемника и экспериментального получения характеристик технологического процесса кустоподъема, позволивших обосновать конструктивные параметры кустоподъемника и доказать эффективность его работы в реальных условиях эксплуатации.

Таким образом, из приведенного краткого обзора работ, прямо или косвенно относящихся к проблеме, затронутой в настоящей исследований, следует:

1. Процесс междурядной обработки на последних стадиях вегетационного периода сопряжен с недопустимо высокими потерями урожая хлопка от повреждений растений и сбивания плодоземелентов незащищенными (или плохо защищенными) элементами конструкции пропашного агрегата.

2. Заводская конструкция обтекателей колес трактора и культиватора КХУ-4 не обеспечивает надежную защиту кустов хлопка от повреждений.

3. Результаты известных теоретических исследований делителей, обтекателей и кустоподъемников для других культур (лен, конопля, зернобобовые, а также для хлопчатника в процессе его уборки) могут быть использованы при решении задач, поставленных в настоящей диссертации лишь постольку, поскольку условия работы защитных устройств для перечисленных культур совпадают с условиями междурядной обработки хлопчатника.

1.5. Обзор работ по определению коэффициентов трения

Одним из важнейших показателей в свете решения задач, поставленных в нашей исследований, является коэффициент трения вегетативных частей куста хлопчатника с конструктивными элементами агрегатов, соприкасающаяся поверхность которых изготовлена из различных материалов.

Вопросы определения коэффициентов трения рассмотрены в работах П.Ф.Вовка и В.С.Митрофанова /28,29/, А.П.Ковгана /30/, М.Аугамбаева /55/, М.В.Сабликова /60/, Д.М.Шполянского и М.Т.Байирова /61/, Ш.З.Бахтиарова, А.Г.Стрижевского и М.Мирсаидова /62/, Г.М.Мирошниченко /63/ и др.

В работах П.В.Вовка и В.С.Митрофанова /28,29/ приведены коэффициенты трения волокна, листьев, симподиальных ветвей и коробочек по шлифованной стали, белой жести и дереву в доморозный и послеморозный периоды. Авторы отмечают, что с уменьшением влажности куста коэффициент трения снижается, причем наиболее заметно для симподиальных ветвей и листьев и наименее для коробочек.

А.П.Ковган /30/ приводит результаты исследований коэффициентов трения покоя и движения в доморозный и послеморозный период для волокно хлопчатника, листьев, створок и коробочек по стали резине дереву при удельных давлениях $10^{-2} \div 10^{-4}$ кг/см².

М.Аугамбаев /55/, определяя усредненный коэффициент трения куста хлопчатника при протягивании его между вертикальными плоскостями, установил, что по мере обжатия куста от ширины 350 мм до 150 мм, коэффициент трения увеличивается от 0,42 до 1,23 изменяясь по закону

$$f = 0,074 B + 0,1 , \quad (1.16)$$

где B – величина деформации обжатия куста.

Д.М.Шполянский и М.Т.Байиров /61/ приводят результаты исследований коэффициентов трения коробочек хлопчатника по окрашенной стали, алюминию и резине при различных скоростях движения и удельных давлениях на поверхность трения. Авторы работ /61/ считают, что зависимость между коэффициентом трения и нормальным давлением подчиняется закону Кулона. При скоростях скольжения 1,4 и 1,82 м/с большие значения коэффициентов получены при контакте с окрашенной стальной поверхностью. При 2,24 м/с максимальные величины коэффициента трения колеблются от 0,53 до 0,68 при давлениях от 700 до 1700 Па (стальная поверхность), а при давлении 2700 и 3700 Па коэффициент трения составляет 0,36 и 0,44 (резиновая). При скорости 2,66 м/с максимальный коэффициент трения отмечен при всех значениях удельного давления у стальной поверхности, минимальный – у алюминиевой.

В работе Ш.З.Бахтиарова и др. /62/ описаны результаты определения коэффициентов трения стеблей и симподиальных ветвей хлопчатника при скольжении по окрашенным и зазелененным поверхностям.

Детальное исследование коэффициентов трения волокно хлопка сырца проведено Г.М.Мирошниченко /63/.

Обобщив результаты анализируемых работ, получим следующие значения коэффициентов трения различных соприкасающихся материалов (табл. 1.7).

Таблица 1.7.

Коэффициенты трения вегетативных частей хлопчатника о различные
конструкционные материалы

Наименование соприкасающихся элементов		Источник информации	Значение коэффициентов трения				
Части куста	Трущая поверх- ность		Среднее значение	среднеквадрат. отклонение	Коэффициент вариации	Предельно допус. ошибка средн.	Доверительный интервал на уровне 5% значимости
коро бочка	сталь	/28,29,61/	1,1	0,08	7,27	0,06	0,98÷1,22
	дерево	/28,29/	0,69	0,028	4,06	0,0198	0,65÷0,73
	белая сталь	/28,29/	0,995	0,035	3,5	0,024	0,926÷1,064
симпо- дии	сталь	/28,29,47, 62/	0,55	0,078	14,18	0,055	0,44÷0,66
	белая жесть	/28,29/	0,46	0,149	32,39	0,106	0,25÷0,667
	дерево	/28,29/	0,685	0,206	30,07	0,146	0,398÷0,971
	окрашен- ная поверхн- ость	/47,62/	0,17	0,02	11,7	0,0045	0,16-0,18

Как видно из таблицы 1.7. коэффициент трения различных частей куста хлопчатника изменяются в широких пределах и зависит от сопряженных поверхностей. Кроме того, на изменчивость этого коэффициента влияют многие неучтенные и неконтролируемые факторы, которые в свою очередь, варьируют под влиянием условий. Эта особенность коэффициента трения должна быть учтена при выборе его значения для оптимизации конструктивных параметров защитных устройств.

1.6. Обоснование необходимости исследований и создания нового образца защитного устройства

Актуальность работ по обоснованию параметров и созданию экспериментального образца устройств пропашного агрегата для защиты растений хлопчатника от повреждений вытекает из следующих предпосылок:

1). Как показали данные литературных источников /16,17,40 и др./, а также протоколы государственных испытаний культиваторов для междурядной обработки хлопчатника /11,13,14 и др./, существующие защитные устройства, поставляемые заводом – изготовителем, не обеспечивают качества выполнения технологического процесса, предписанного агротехническими требованиями /1/ по показателю сбиваемости и повреждаемости плодоземелентов.

2). Отсутствие теории функционирования устройств для защиты от повреждаемости и сбиваемости хлопчатника при его междурядной обработке затрудняет процесс разработки, проектирования и создания конструкций, обеспечивающих надежную защиту растений хлопчатника от прямых и косвенных потерь потенциального урожая хлопка.

3). Существующие теории обтекателей для хлопоуборочных машин, делителей для льноуборочных машин, подъемников для уборки стелющихся бобовых культур не могут служить надлежащей базой при создании защитных устройств для междурядной обработки хлопчатника из-за существенного различия в условиях функционирования соответствующих агрегатов.

4). Если в период первых междурядных обработок подрезание отдельных растений частично способствует агротехническому полезному прореживанию, то в период последних предуборочных обработок теряется уже выращенный

урожаи в виде поврежденных и сбитых плодозэлементов, содержащих вполне реальную нарицательную стоимость, снижая экономическую эффективность технологического процесса междурядной обработки.

Согласно изложенному существует проблема снижения потерь урожая при междурядной обработке в завершающий период вегетации хлопчатника, на решение которой направлены исследования, представленные в настоящем исследовании.

1.7. Формулировка рабочей гипотезы и задачи исследований

Из краткого обзора видно, что проблема защиты хлопчатника от механических повреждений и сбиваемости плодозэлементов на последних стадиях междурядной обработки не было уделено должного внимания со стороны ученых и конструкторов. Обтекатели, поставляемые вместе с культиватором заводом-изготовителем далеко не соответствуют агротехническим требованиям, допуская значительные повреждения и сбивание плодозэлементов.

В методическом плане общей особенностью проанализированных работ является их детерминистическая основа, затрудняющая выявление законов взаимодействия рабочих органов сельскохозяйственных машин с условиями работы последних, поскольку при этом не учитывается случайный характер колебаний нагрузок и возмущений, вызванных объективной неоднородностью технологической среды и состоянием почвенных условий.

Исходя из этого, разработка методов оценки условий работы обтекателей при междурядной обработке хлопчатника и представление результатов измерений этих условий в приемлемой для моделирования рабочего процесса форме, позволит использовать полученные данные в проектировании более

совершенной конструкции обтекателей.

Таким образом для решения поставленной задачи была принята следующая Рабочая гипотеза: снизить сбиваемость и повреждаемость плодозэлементов при последних междурядных обработках возможна за счет уменьшения величины сил взаимодействия агрегата с кустом хлопчатника, возникающих при вынужденных колебаниях секций рабочих органов, путем совершенствования формы и параметров защитных устройств пропашного агрегата.

В процессе исследований решались следующие задачи:

- количественно описание условий, как внешних факторов, воздействующих на пропашной агрегат в целом и на защитные устройства в частности;
- разработка теоретической модели защитного устройства, которая учитывала бы стохастический характер движения точки рабочего органа защитного устройства и позволила бы по количественным характеристикам входных возмущений оценить влияние конструктивных параметров защитного устройства на агротехнические показатели качества-повреждаемость и сбиваемость плодозэлементов;
- исследование влияния отдельных параметров защитных устройств пропашного агрегата на повреждаемость плодозэлементов хлопчатника;
- обоснование основных конструктивных параметров защитного устройства, разработка и изготовление его экспериментального образца;
- испытание экспериментального образца защитного устройства натурных условиях;
- расчет экономической эффективности применения предложенной конструкции защитного устройства.

ГЛАВА II. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

2.1. Общая постановка задачи

Работа любого мобильного сельскохозяйственного агрегата протекает в непрерывном взаимодействии с почвенно-климатическими условиями и технологической средой, которые в большей или меньшей степени влияют на показатели, характеризующие качество выполнения технологического процесса данным агрегатом.

Априори можно утверждать, что в нашем случае агрегат для междурядной обработки на завершающей стадии развития хлопчатника испытывает воздействие со стороны поверхности почвы в междурядьях и сил, действующих на рабочие органы, взаимодействуя при этом с элементами куста хлопчатника. Можно также предположить, что сила воздействий от неровностей почвы зависит также от плотности поверхностного слоя почвы, т.е. от его податливости к деформации.

Поскольку условия, как и технологическая среда по своей физической природе относятся к категории случайных факторов (в вероятностно-статическом смысле) /9/, то и показатели качества также носят случайный характер.

Для практического учета влияния таких случайных факторов на качество работы агрегата необходимо установить закономерность изменения этих факторов, дать им качественную и количественную оценки.

2.2. Математическая модель функционирования секции рабочих органов с устройством для защиты растений от повреждения

Поскольку объект нашего исследования-устройство для защиты повреждений хлопчатника кинематический связан с

рабочими секциями культиватора для междурядной обработки хлопчатника, то функционирование этого устройства и следует рассматривать в неразрывной увязке с работой культиватора и всего пропашного агрегата в целом.

Как следует из выполненного анализа литературных источников, качество работы пропашного агрегата определяется сложным характером взаимодействия множества факторов с рабочими органами и конструктивными элементами агрегата как динамической системы.

Таким образом, поскольку агрегат для междурядной обработки хлопчатника на базе трактора МТЗ-80Х представляет собой много массовую динамическую систему, движение которой определяется сложным характером силового взаимодействия рабочих органов с почвой и растениями, пространственными колебаниями опорных колес и секций культиватора, то математическое описание рабочего процесса междурядной обработки будет возможным лишь в случае принятия некоторых допущений и упрощений:

1. Масса секции культиватора с навешенным на нее защитным устройством сосредоточена в опорном колесе.
2. Движение агрегата прямолинейно с постоянной скоростью.
3. Трения в шарнирах, параллелограммного механизма и хлопковой массы о поверхности защитных устройств не оказывает влияния на колебания секций в вертикальной плоскости в виду их малости по сравнению с другими силами.
4. Твердость поверхностного слоя почвы как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях не отличается по величине от среднего значения (изотропность поверхностного слоя почвы).
5. При деформации рыхлой почвы от сдавливания опорным колесом ее твердость увеличивается пропорционально глубине погружения опорного колеса.

Для составления уравнения колебаний опорного колеса воспользуемся схемой, представленной на рис.2.1.

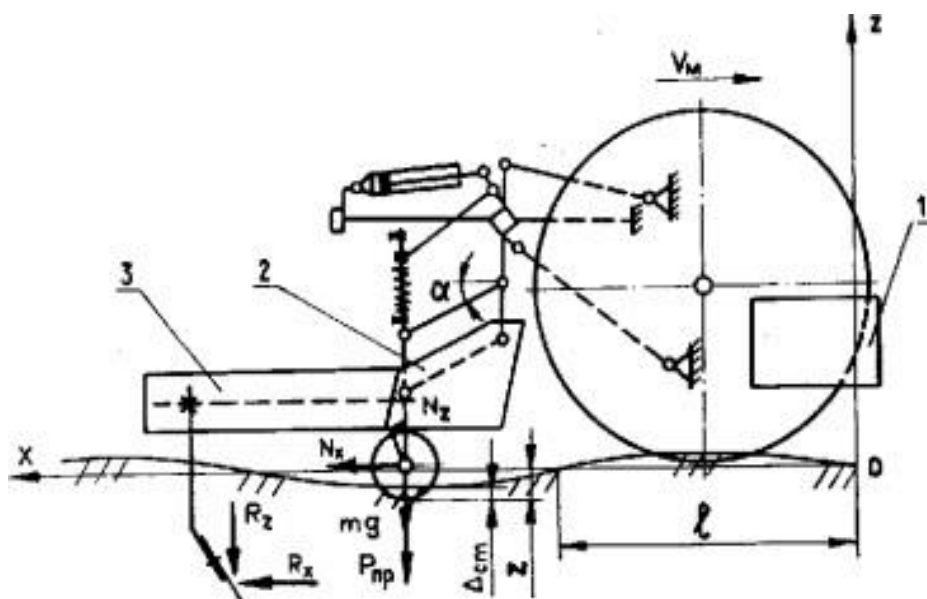


Рис.2.1. Расчетная схема секции рабочих органов пропашного агрегата.

- 1 – обтекатель ведущих колес трактора;
- 2 – обтекатель секций культиватора;
- 3 – предохранительные щитки секций культиватора.

где m - масса секции культиватора и подвижных частей подвески
параллелограммного механизма с
установленными на ней защитными
устройствами;

g – ускорение свободного падения;

z – вертикальное перемещение нижней точки опорного
колеса

относительно базы отсчета;

N_x , N_z – горизонтальная и вертикальная составляющие
реакции

почвы на опорное колеса;

R_x , R_z – горизонтальная вертикальная составляющие силы

сопротивления почвы, действующие на рабочие органы.

С учетом вышеизложенных допущений уравнение колебаний опорного колеса вместе с секцией культиватора в проекции на вертикальную ось Z (рис.2.1) может представлено в следующем виде:

$$M\dot{Z} = N_z - mg - R_z + (R_x + N_x)tg\alpha - P_{np} \quad (2.1)$$

или с учетом, что $N_x = \mu N_z$

$$M\dot{Z} = N_z(1 + \mu tg\alpha) - mg - R_z + R_x tg\alpha - P_{np}, \quad (2.2)$$

где μ - коэффициент перекатывания опорного колеса секции;
 α -угол наклона к горизонту продольных звеньев механизма навески секции рабочих органов культиватора.

Будем считать, что вертикальная составляющая N_z реакции почвы на опорное колесо складывается из силы упругости N_y и силы сопротивления N_c , линейно зависящих соответственно от величины и скорости деформации почвы опорным колесом [64], т.е.

$$N_z = N_y + N_c. \quad (2.3)$$

В положении статического равновесия секции

$$N_y^0 = \Delta_{ст} C_n B \quad (2.4)$$

$$R_c^0 = 0 \quad (2.5)$$

$$P_{np} = P_{np}^0 \quad (2.6)$$

Где $\Delta_{ст}$ — деформация почвы опорным колесом при статистически равновесном положении секции;

C_n — коэффициент жесткости почвы, отнесенной к единице

ширины обода опорного колеса секции;

B – ширина обода опорного колеса секции;

P_{np}° - предварительное натяжение нажимной пружины.

При отклонении секции от равновесного положения на величину Z вверх

$$N_y = [\Delta_{cm} - (z - \varepsilon)] C_n B \quad (2.7)$$

$$N_c = - (z - \varepsilon)' b_n B \quad (2.8)$$

$$P_{np} = P_{np}^{\circ} + Z C_H \quad (2.9)$$

где ε – закон изменения продольного профиля междурядья хлопчатника;

b_n – коэффициент сопротивления почвы, отнесенный к единице ширины опорного колеса секции;

C_H – жесткость нажимной пружины секции.

С учетом (2.3) ... (2.9) дифференциальное уравнения колебаний опорного колеса имеет вид:

$$M\dot{Z} = \{[\Delta_{cm} - (z - \varepsilon)] C_n B - (z - \varepsilon)' b_n B\} (1 + \mu \operatorname{tg} \alpha) - mg - R_z + R_x \operatorname{tg} \alpha - (P_{np}^{\circ} + Z C_H). \quad (2.10)$$

Полагаем, что силы R_x и R_z изменяются по гармоническому закону, т.е.

$$R_x(t) \operatorname{tg} \alpha - R_z(t) = R_x^{\Pi} \operatorname{tg} \alpha - R_z^{\Pi} + \sum_{n=1}^n (\Delta R_x^{\Pi} \operatorname{tg} \alpha - \Delta R_z^{\Pi}) \cos n \omega t, \quad (2.11)$$

где R_x^{Π} , R_z^{Π} – среднее значение сил $R_x(t)$ и $R_z(t)$;

ΔR_x^{Π} , ΔR_z^{Π} – амплитуда соответствующих гармоник переменных составляющих $R_x(t)$ и $R_z(t)$;

$n = 1, 2, \dots, n_1$ – номер гармоники;
 n_1 – номер последней учитываемой гармоники;
 ω – круговая частота изменения ΔR^x и ΔR^z .

Подставляя (2.11) в (2.10) имеем:

$$\begin{aligned}
 M\dot{Z} = & \{[\Delta_{\text{ст}} - (z - \varepsilon)]C_{\Pi}B - (z - \varepsilon)'b_{\Pi}B\}(1 + \mu tg\alpha) - \\
 & mg + R_{\Pi}^n tg\alpha - R_{\Pi}^x + \sum_{n=1}^{n_1} (\Delta tg\alpha - \\
 & - \Delta R^z) \cos n\omega t - (P_{\text{пр}}^{\circ} + ZC_H). \quad (2.12)
 \end{aligned}$$

В положении статического равновесия:

$$-mg + R_{\Pi}^n tg\alpha - R_{\Pi}^x + \Delta C_{\text{ст}} B(1 + \mu tg\alpha) - P_{\text{пр}}^{\circ} = 0. \quad (2.13)$$

Приняв это во внимание дифференциальное уравнение колебаний опорного колеса запишем в виде:

$$\begin{aligned}
 mz + \gamma b_{\Pi} B Z + \gamma (C_{\Pi} B + C_H) Z = & \gamma C_{\Pi} B \varepsilon + \gamma b_{\Pi} B \varepsilon' + \\
 & + \sum_{n=1}^{n_1} (\Delta R^x tg\alpha - \Delta R^z) \cos n\omega t \quad (2.14)
 \end{aligned}$$

или

$$\begin{aligned}
 \dot{Z} + \frac{b_{\Pi} B \gamma}{m} Z + \frac{(C_{\Pi} B + C_H) \gamma}{m} Z = & \frac{C_{\Pi} B \gamma}{m} \varepsilon + \frac{b_{\Pi} B \gamma}{m} \varepsilon' + \frac{1}{m} + \\
 & + \sum_{n=1}^{n_1} (\Delta R^x tg\alpha - \Delta R^z) \cos n\omega t, \quad (2.15)
 \end{aligned}$$

где $\gamma = 1 + \mu tg\alpha$.

Таким образом, как следует из (2.15) вертикальные колебания опорного колеса можно описать линейным неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка.

Как известно из теории дифференциальных уравнений /64/ общее решение (2.15) имеет вид:

$$Z=Z'+Z'' \quad , \quad (2.16)$$

где Z' - общее решение уравнения (2.15) без правой части; Z'' - частное решение полного уравнения (2.15).

Первый член правой части (2.16) определяет свободное колебание, которое совершала бы секция при отсутствии возмущающих сил, а второй член – вынужденные колебания под воздействием внешних возмущений.

Известно /65/, что при наличии силы сопротивления свободное колебание системы с течением времени быстро затухает и после переходного процесса она совершает чисто вынужденные колебания. Поэтому в рассматриваемой задаче основное значение имеют вынужденные колебания.

Найдем уравнение вынужденных колебаний опорного колеса. Для этого примем, что продольный профиль поверхности почвы изменяется по закону /8/:

$$\varepsilon = h_0 \sin \frac{\pi V_M}{l} \quad , \quad (2.17)$$

где h_0 – максимальная высота неровности;
 V_M – скорость движения агрегата;
 l – характерная длина неровности;
 t – время.

С учетом (2.17) решение уравнения (2.15), описывающее вынужденные колебания системы, имеет вид:

$$Z(t) = \frac{\gamma h_0 B [C_{\Pi} l \sin(\frac{\pi V_M}{l} t - \delta_1) + \pi b_{\Pi} V_M \cos(\frac{\pi V_M}{l} t - \delta_2)]}{m l \sqrt{[\frac{(C_{\Pi} B + C_H) \gamma}{m} - (\frac{\pi V_M}{l})^2]^2 + (\frac{\gamma b_{\Pi} B}{m})^2 (\frac{\pi V_M}{l})^2}} +$$

$$+ \frac{1}{m} \sum_{n=1}^n \frac{(\Delta R^x t g \alpha - \Delta R^z) \cos(n \omega t - \delta_{\Pi})}{\sqrt{[\frac{C_{\Pi} B + C_H}{m} \gamma - (n \omega)^2]^2 + (\frac{\gamma b_{\Pi} B}{m})^2 (n \omega)^2}}, \quad (2.18)$$

где $\delta_1 = \delta_2 = \frac{b_{\Pi} B \gamma (\frac{\pi V_M}{l})}{(C_{\Pi} B + C_H) \gamma - m (\frac{\pi V_M}{l})^2};$

$$\delta_{\Pi} = \frac{b_{\Pi} B \gamma (n \omega)}{(C_{\Pi} B + C_H) \gamma - m (n \omega)^2}.$$

Таким образом, секции рабочих органов культиватора с устройством для защиты растений от повреждения в процессе работы агрегата совершают вынужденные колебания, описываемые уравнением (2.18). Первое слагаемое (2.18) описывает вынужденные колебания, возникающие из-за изменчивости микрорельефа продольного профиля междурядный, а второе – сил, действующих на секцию.

Чтобы исключить повреждение растений выступающими частями секции в процессе работы агрегата нижняя кромка защитного устройства должна быть расположена ниже самых нижних веток куста хлопчатника. Это возможно при соблюдении следующего условия:

$$h \leq h_{HK} - A_{max}, \text{ или с учетом (2.18)}$$

$$h \leq h_{HK} - \frac{\gamma h_{\pi} B (C_{\pi} l + \pi b_{\pi} V_{\pi})}{\sqrt{\frac{C_{\pi} B + C_{\pi}}{m} \gamma^2 - \left(\frac{\pi V_{\pi}}{l}\right)^2} + \left(\frac{\gamma b_{\pi} B}{m}\right)^2 + \left(\frac{\pi V_{\pi}}{l}\right)^2} +$$

$$+ \frac{1}{m} \sum_{n=1}^{n_1} \frac{(\Delta R^x t g \alpha - \Delta R^z)}{\sqrt{\frac{C_{\pi} B + C_{\pi}}{m} \gamma^2 - \left(\frac{\gamma b_{\pi} B}{m}\right)^2} + \left(\frac{\pi V_{\pi}}{l}\right)^2} \Big], \quad (2.19)$$

$$\left[\frac{1}{m} \sum_{n=1}^{n_1} \frac{(\Delta R^x t g \alpha - \Delta R^z)}{\sqrt{\frac{C_{\pi} B + C_{\pi}}{m} \gamma^2 - \left(\frac{\gamma b_{\pi} B}{m}\right)^2} + \left(\frac{\pi V_{\pi}}{l}\right)^2} \right] + \left(\frac{\gamma b_{\pi} B}{m}\right)^2 + \left(\frac{\pi V_{\pi}}{l}\right)^2$$

где h - расстояние по вертикали от нижней точки опорного колеса до нижней кромки защитного устройства;

h_{HK} - расстояние от дна борозды до нижней ветки на кусте хлопчатника;

A_{max} - максимальное значение амплитуды вынужденных колебаний опорного колеса.

Расчеты проведенные по (2.19) при $h_{HK} = 0,25 \dots 0,29$ м, $\mu = 0,3$ /66/, $\alpha = 30^\circ$, $h_0 = 0,1$ м /8/, $B = 0,08$ м, $C_n = 1,7 \cdot 10^3$ Н/м² /64/, $l = 0,2$ м /8/, $b_n = 51,2 \cdot 2 \cdot 10^3$ Нс/м³ /64/, $V_m = 2$ м/с, $m = 140$ кг, $C_n = 5 \cdot 10^3$ Н/м /67/, $n = 1$, $\Delta R^x_{\text{п}} = 300$ Н, $\Delta R^z_{\text{п}} = 120$ Н, $\omega = 2\pi \cdot 1/68$ с⁻¹ /68/ ,

показали что для исключения повреждения растений выступающими частями секции расстояние от нижней точки опорного колеса до нижней кромки защитного устройства должно быть не более 0,27 м, т.е. $h \leq 0,27$ м.

При глубине борозды 0,15 ... 0,18 м расстояние от поверхности почвы в рядке до нижней кромки защитных устройств должно быть $h = 0,09 \dots 0,12$ м.

2.3. Обоснование ширины предохранительного щитка секций

Взаимодействие кустов хлопчатника обрабатываемого рядка должны проходить между двух вертикальных плоскостей. При этом в период последних культиваций ширина куста (см.рис.1.4) находящихся между плоскостями больше, чем расстояние между двух смежных секций культиватора. При продвижении пропашного агрегата, куст хлопчатника будет отклоняться от первоначального положения в сторону направления движения. Изгиб главного стебля происходит до тех пор, пока не начнется скольжение. В зависимости от ширины куста и ширины схемы расстановка рабочих органов будет происходить сжатие кустов, при которых могут быть потери в виде поломки, отрыва ветвей и сбивание плодозлементов.

Вопросами сжатия кустов занимались исследователи Д.М.Шполянский /54/, Н.А.Шагиев /69/ и др. По методики авторов /54,69/ рассмотрим схему действия сил, при взаимодействии плоскостей защитных устройств с кустом хлопчатника (рис.2.2). При движении агрегата между соприкасающимися частями куста и поверхностями плоскостей АВ и СД возникают силы трения $F_{тр}$, а также сжимающие силы $P_{сж}$.

Из рис.2.2. видно, что равнодействующая сила $P_{об}$ равна геометрической сумме сил сжатия $P_{сж}$ и сил трения $F_{тр}$.

$$P_{об} = 2(F_{тр}\cos\theta_3 + P_{сж}\sin\theta_3), \quad (2.20)$$

$$F_{тр} = fP_{сж} = P_{сж}\operatorname{tg}\varphi \text{ — сила трения,}$$

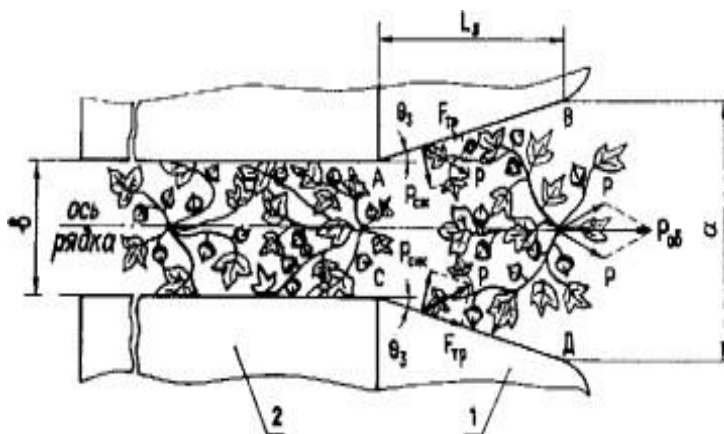


Рис.2.2. Схема действия сил при взаимодействии куста хлопчатника с плоскостями защитных устройств.

1 – обтекатель секции; 2 – предохранительный щиток секции.

где φ – угол трения элементов куста о защитные устройства;

θ_3 – угол между осью рядка и одной из плоскостей обтекателя секции рабочих органов, $\operatorname{tg}\theta_3 = \frac{a-b}{2L_3}$;

a – расстояние между носками обтекателей смежных секций рабочих органов;

b – расстояние между боковинами предохранительных щитков смежных секций;

L_3 - длина обтекателя секции.

Исследованиями /54/ установлено, что сила сжатия кустов хлопчатника плоскостями подчиняется определенному закону, который при скорости агрегата до 2 м/с имеет виде:

$$P_{сж} = \frac{K}{b^2(y)}, \quad (2.21)$$

где K – коэффициент, учитывающий упругости веток при сжатии куста (по данным работы /69/ $K=1,6Н \cdot м^2$);

$b(y) = a - 2L_3(y)tg\theta_3$ – текущее значение ширины защитных устройств. При $L_3(y) = 2L_3$ и $b(y) = b$.

$$P_{сж} = \frac{K}{(a - 2L_3tg\theta_3)^2}. \quad (2.22)$$

Подставляя значение $P_{сж}$ из (2.22) в (2.20), получим

$$P_{об} = \frac{2K \sin(\varphi + \theta_3)}{\cos(a - 2L_3tg\theta_3)^2}. \quad (2.23)$$

Равнодействующая сила $P_{об}$ действует в вертикальной плоскости, проходящей по оси ряда хлопчатника и приложена в месте максимального накопления кустовой массы по его высоте, что идентично наибольшему урожаю хлопка в этой зоне.

Очевидно, что для исключения потери урожая максимальное значение силы трения, возникающей между соприкасающимися частями растений и поверхностями защитного устройства должно быть меньше силы отрыва $P_{отр}$ плодозлементов хлопчатника, т.е.

$$F_{тр}^{max} = fP_{сж}^{max} = f \frac{K}{(a - 2L_3tg\theta_3)^2} < P_{отр}, \quad (2.24)$$

откуда

$$(a - 2L_3 \operatorname{tg} \theta_3)^2 = M - B_4 > \sqrt{\frac{fK}{P_{\text{отр}}}}, \quad (2.25)$$

где B_4 – расстояние между боковинами защитных устройств секций;

M – ширина междурядья.

Решая это неравенство относительно B_4 , имеем:

$$B_4 < M - \sqrt{\frac{fK}{P_{\text{отр}}}}. \quad (2.26)$$

Подставляя в (2.26) известные значения $f = 0,6$; $K=1,6 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / 69/$ и $P_{отр} = 6 \text{ Н} / 29/$ получим, что для ухода за посевами хлопчатника без повреждений его плодозэлементов при ширине междурядья 90 см расстояние между боковинами защитных устройств секции должно быть не более 0,5 м, т.е. $B_4 \leq 0,5 \text{ м}$.

2.4. Обоснование угла наклона лобовой поверхности обтекателя

При внедрении обтекателя в хлопковую массу возникают силы взаимодействия, влияющие на качество работы защитных устройств, т.е. на повреждение и сбиваемость плодозэлементов.

Для уменьшения воздействия этих сил должно быть выдержано условие, при котором обеспечивалось бы такое соотношение параметров куста хлопчатника и геометрических параметров обтекателя, при котором сила удара и сила трения элементов куста с плоскостью обтекателя и предохранительного щитка не должны превышать допустимого предела.

При этом следует учесть, что хлопкостой по своему составу неоднородный – могут встречаться, как и полеглые, поломанные и т.п. Поэтому одна из функций обтекателя заключается в том, чтобы обеспечить подъем полегших растений до положения нормального состояния, то есть прямостоячих.

Для определения угла наклона α_3 (рис.2.3) к горизонту лобовой поверхности обтекателя, предположим, что ветвь имеет постоянный контакт с обтекателем по линии " $a = a$ " и не меняет своей жесткости при отклонении. С учетом, что ветвь хлопчатника не меняет своей жесткости, можно считать силы инерции незначительным.

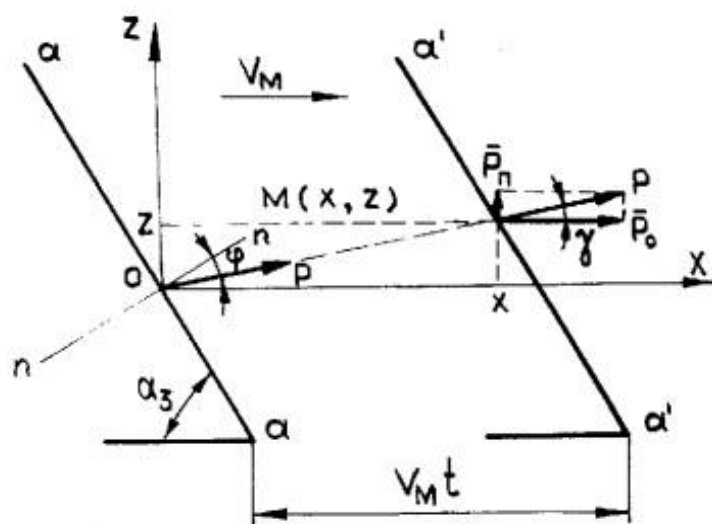


Рис.2.3. Схема к определению угла наклона лобовой поверхности обтекателя относительно поверхности почвы

На основании изложенного условие движения ветви по лобовой линии обтекателя относительно поверхности почвы может быть выражено согласно /68/.

$$\alpha_3 = \frac{\pi}{2} - \varphi, \quad (2.27)$$

где φ – угол трения.

Подставляя в (2.27) $\varphi = 30^\circ$ получим, что для обеспечения подъема полеглих растений угол наклона к горизонту лобовой поверхности обтекателя должен быть не более 60° , т.е. $\alpha_3 \leq 60^\circ$.

Из точки начала контакта ветви с лобовой линией обтекателя, проведем оси прямоугольной системы координат. Ось OX (рис.2.3) направляем параллельно вектору V_M скорости поступательного движения обтекателя, вместе с машиной, а ось OZ направляем вертикально вверх. При рассмотрении движения ветви под воздействием обтекателя, принимаем систему координат неподвижной.

Реакцию ветви хлопчатника P , возникающая при ее отклонении в точку $M(x, z)$, разложим на составляющие, параллельные осям координат OX и OZ представим составляющие силы в виде произведений соответствующих перемещений на

жесткости:

$$P_{\Pi} = C_1 X; \quad P_{\circ} = C_2 Z, \quad (2.28)$$

где C_1 и C_2 – жесткости ветвей при отклонении и при подъеме соответственно.

Отметим, что при равномерном движении по обтекателю реакция ветви P направлена под углом φ к нормали “п-п” лобовой линии обтекателя, т.е. под углом γ к вектору скорости

V_m . Из рис.2.3 имеем:

$$\frac{P_{\circ}}{P_{\Pi}} = \operatorname{ctg} \gamma. \quad (2.29)$$

Заменяя $P_{\circ}$ и P_{Π} по (2.28) и преобразуя можем написать

$$\frac{C_2 Z}{C_1 X} = \operatorname{ctg}(\alpha_3 + \varphi). \quad (2.30)$$

Зная, что движение ветви происходит в направлении, обратном от реакции, уравнение (2.30) дает нам траекторию ветви в выбранной нами системе XOZ . Для подъема ветви хлопчатника обтекателем защитных устройств должно выполняться условие /47/:

$$ctg(\alpha_3 + \varphi) > \frac{c_2}{c_1}. \quad (2.31)$$

Преобразуя и обозначая $\frac{c_2}{c_1}$ через k из формулы (2.31) находим угол подъема ветви хлопчатника относительно обтекателя:

$$\alpha_3 < arctg \frac{1-ktg\varphi}{k+tg\varphi}. \quad (2.32)$$

2.5. Обоснование угла отгиба обтекателя

Для движения повреждаемости плодозэлементов куста необходимо выполнение условия /47/:

$$V_{уд} < V_{кр}, \quad (2.33)$$

где $V_{уд}$ – скорость удара обтекателя по плодозэлементу;

$V_{кр}$ – предельно допустимое значение скорости удара, равное 1,27 м/с по данным работы /30/.

Известно, что

$$V_{уд} = V_m \sin(\theta_3 + \varphi). \quad (2.34)$$

Тогда условие сохранности плодозэлементов куста будет:

$$\theta_3 < arcsin \frac{1,27}{V_m} - \varphi, \quad (2.35)$$

где θ_3 – угол отгиба обтекателя;

V_m – скорость движения агрегата.

Из (2.35) следует, что угол θ_3 зависит от поступательной скорости агрегата V_m и угла трения φ .

Принимая $V_m = 2,0$ м/с и $\varphi = 30^\circ$ получим, что для исключения сбивания плодозэлементов от ударного воздействия

обтекателя угол отгиба обтекателя должен быть не более 10° , т.е.
 $\theta_3 \leq 10^\circ$.

ГЛАВА III. ЭКСПЕРЕМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1. Методика и результаты лабораторных исследований

3.1.1. Выявление зависимости повреждаемости хлопчатника от параметров защитных устройств культиватора

Для исключения влияния не управляемых факторов (неровности почвы, разброс растений по ширине рядка, габитус куста и др.) на показатели повреждаемости плодозэлементов при определении рациональных значений параметров защитного устройства исследования проводили на первом этапе в лабораторных условиях.

Достаточно высокая степень сопоставимости (соответствия) с реальными условиями обеспечивалась тем, что на подвижной части специального стенда (см. рис.3.1) жестко закреплялась секция культиватора с обтекателем и защитными щитками, изготовленными в натуральную величину, а на неподвижной части стенда располагали натуральные растения, стадия развития которых соответствовала IV-й культивации.

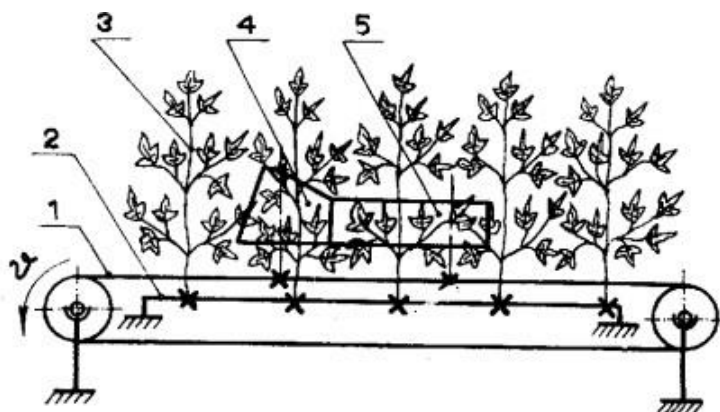


Рис.3.1. Схема специального стенда

1 – подвижная часть; 2- неподвижная часть; 3 – растения; 4 – обтекатель секций; 5 – предохранительный щиток секций культиватора.

Перед проведением каждого опыта подсчитывали наличие плодозэлементов на всех растениях, размещенных на стенде,

устанавливали защитные устройства в положение, соответствующее варианту опыта. Посредством реостата устанавливали необходимую выбранную скорость перемещения подвижной части (1,5 ... 3,5 м/с). Для каждого опыта на стенде размещали не менее 20 растений (14 ... 16 растений на 1 учетном метре с двух сторон от секции рабочих органов). Каждый опыт проводили в 4-х краткой повторности. Очевидно, что, например, для изучения только 4-х параметров пришлось бы практически уничтожить более 1 тысячи растений. Поэтому стендовые исследования провели только для двух параметров, которые трудно было бы осуществить в полевых условиях, а именно – зависимость повреждаемости от расстояния (h_4) нижней кромки обтекателя (предохранительного щитка) секции до поверхности почвы и от угла (α_3) подъема линии лобового контура обтекателя. Причем каждую повторность одного варианта опыта проводили на тех же растениях с учетом плодозэлементов, поврежденных в предыдущей повторности. В результате было использовано не более 200 растений.

Результаты лабораторных исследований представлены в таблицах 3.1 и 3.2.

Из таблицы 3.1 видно, что повреждаемость плодозэлементов хлопчатника существенно зависит от положения нижней кромки обтекателя и предохранительного щитка секции пропашного агрегата. Визуально установлено, что повреждаемость увеличивается с увеличением количества веток, попадающих под нижнюю кромку защитных устройств. Кроме того, плодозэлементы повреждаются и уничтожаются не защищенными выступающими деталями секции (замки крепления, стойки рабочих органов). Наибольшее количество повреждаемых плодозэлементов наблюдается в вариантах с расстоянием $h_4 = 15$... 20 см т.е. когда нижние ветки начинают попадать под нижние кромки обтекателей и предохранительных щитков.

Отсюда вытекает первое предположение, что нижняя кромка защитных устройств (обтекатель, предохранительный щиток) должна быть расположена от поверхности почвы на расстоянии меньшем 15 см.

Таблица 3.1.

Зависимость повреждаемости плодозэлементов хлопчатника от положения нижней кромки предохранительных щитков

Повторности	$h_4=5$ см			$h_4=10$ см			$h_4=15$ см			$h_4=20$ см		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	213	212	0,47	179	178	0,56	215	214	0,47	250	248	0,80
2	212	212	0	178	178	0	153	152	0	208	207	0,48
3	212	212	0	178	178	0	152	152	0	207	207	0
4	212	212	0	178	178	0	152	152	0	207	207	0
M_{cp}	0,12			0,14			0,28			0,32		

Примечание: Опыты проводили при $V_4=40$ (обтекатели и предохранительные щитки серийные): а-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) до опыта, шт; б-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) после опыта, шт; в-повреждаемость на процентах.

Таблица 3.2.

Зависимость повреждаемости плодозэлементов хлопчатника От угла наклона лобовой поверхности обтекателя секции

Повторности	$\alpha_3 = 30^\circ$			$\alpha_3=60^\circ$			$\alpha_3 = 90^\circ$			$\alpha_3 = 120^\circ$		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	167	166	0,60	147	146	0,68	165	164	0,60	235	230	2,10
2	166	166	0	146	146	0	164	163	0,60	230	226	1,70
3	166	166	0	146	146	0	163	163	0	226	222	1,80
4	166	166	0	146	146	0	163	163	0	167	165	1,20
M_{cp}	0,15			0,17			0,30			1,70		

Примечание: Опыты проводили при $B_4 = 40$ см и $h_4 = 10$ см; а- количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) до опыта, шт; б-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) после опыта, шт; в-повреждаемость на процентах.

Конкретное рационального значение этого параметра следует определить в реальных полевых условиях в зависимости от положения нижних веток и неровностей поверхности почвы в зоне перемещения опорного колеса секции рабочих органов.

Из таблицы 3.2 видно, что с увеличением угла (α_3) до 90° повреждаемость увеличивается, но не значительно (0,15 ... 0,30% на каждые 30°). При угле $\alpha_3 > 90^\circ$ она резко возрастает (1,5 ... 2,0% на каждые 10°). Такой вариант можно было не изучать, т.к. его неприемлемость была очевидно из технологической схемы. Однако, исключить его было нецелесообразно, потому что серийные обтекатели секций хлопкового культиватора КХУ-4 располагаются под углом $\alpha_3 \approx 120^\circ$, правда в транспортном положении, но тем не менее при разворотах на краю поля они контактируют с растениями всей рабочей поверхностью, т.к. транспортный просвет серийного пропашного агрегата не превышает 30 см.

3.1.2. Определение коэффициентов трения элементов куста хлопчатника о материалы с различной шероховатостью поверхности

Исходя из предпосылки, что одним из существенных факторов, определяющих качество функционирования защитных устройств, является соприкасаемость вегетативных частей куста с конструктивными элементами экспериментальных исследований включена работа по определению коэффициента трения.

При этом в методическом плане использованы рекомендации, изложенные в диссертационной работе Стрижевского А.Г./47/. Экспериментальным путем были определены коэффициенты трения главного стебля, симподиальных ветвей куста и зеленой коробочки хлопчатника сорта «Наманган» по поверхностям: неокрашенная сталь, техническая резина и прорезиненный ремень. Эксперимент проводился на дисковом приборе трения (ДПТ) (рис.3.2) на фоне четвертой культивации. Определялись коэффициенты трения по двум направлениям относительно скольжения: вдоль и поперек главного стебля и симподиальных ветвей, а также коробочки. Исследование проводилось на скорости 1,6 ... 1,7 м/с, что соответствует диапазону возможных скоростей скольжения ветвей и коробочек по боковой поверхности обтекателя или по контуру предохранительного щитка.

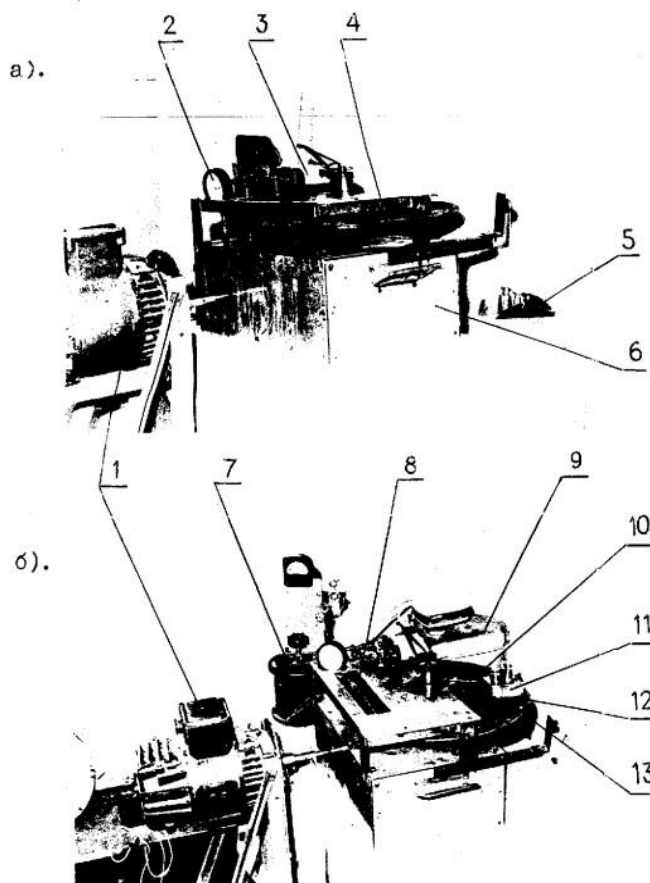


Рис.3.2. Дисковой прибор трения

а). процесс тарировки; б). процесс эксперимента.

1-электродвигатель; 2-тахометр; 3-лентопротяжный механизм; 4-диск; 5-дополнительная груз; 6-корпус; 7-резистор; 8-уровновешивающая пружина; 9-электрические весы; 10-поводок; 11-каретка; 12-испытываемый материал; 13-испытываемый образец.

Окружную скорость диска прибора относительно образца контролировали тахометром.

Для установления связи между нагрузкой и высотой ординаты, записываемой прибором на ленте, провели тарировку прибора по рекомендованной методике /70/. Результаты тарировки прибора отражены в Приложении 2. Главный стебель и ветви хлопчатника имеют усеченный конусообразный вид, а коробочки яйцевидную форму, и крепление их на дне каретки в целом виде затруднительно. Поэтому от образцов отделяли створки и закрепляли на поверхности кардоленты. Кардолента марки ТУ-17-809-72 №4 усеяна иглами (49 шт/см²). При такой плотности игл створки почти не накалываются (для закрепления требуется большое усилие, при котором выделяется липкий сок из створок, что приводит к искажению величины силы трения). Поэтому количество игл уменьшали до 16-17 шт/см². Кардоленту размером 4х5 см закрепляли на поверхности державки, установленной на дне каретки. Затем на поверхности кардоленты накалывали взвешенные с точностью до 0,01 г створки вплотную друг к другу без просветов так, чтобы образовалась хорошо выравненная поверхность прибора трения устанавливали диск, заправляли миллиметровую бумажную ленту на регистрирующий столик, ставили рычаг переключения скорости в нужное положение, закрепляли каретку с образцом и с дополнительным грузом на рычаге динамографа, Диск вращали электродвигателем с заданной скоростью. После установившегося движения на диск плавно опускали каретку с образцом, включали передачу и регистрирующий столик.

Принцип работы ДПТ состоит в измерении и записи силы трения, обеспечения стабильных условий опытов поверхность диска перед каждой поверхностью тщательно протирали тряпкой.

Коэффициент трения вычисляли по формуле:

$$f = \frac{T}{N}, \quad (3.1)$$

где T – сила трения, кг;

N – нормальное давление, кг, в свою очередь $N = G_K + G_0 + G_D$,

здесь G_K – масса каретки, кг; G_0 – масса образца, кг; G_D – масса дополнительного груза, кг.

Удельное давление определяли по формуле:

$$N_1 = \frac{G_K + G_0 + G_D + 0.5G_{\Pi}}{S_i}, \quad (3.2)$$

где G_{Π} – масса поводка каретки, кг;

S_i – усредненная площадь пятна контакта образца, см².

Для определения площади пятна контакта каретку с образцами после опыта снимали с поводка и образцы прижимали к штемпельной подушке, затем делали оттиск на миллиметровке. Ее величину определяли планиметром.

Коэффициенты трения определены по схеме, представленной на рис.3.3.

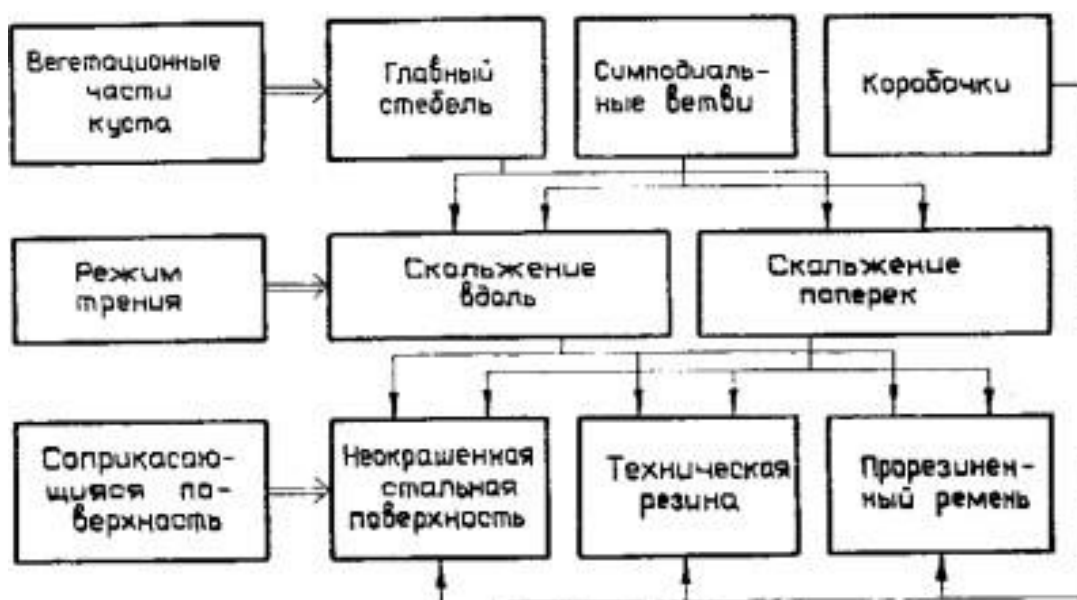
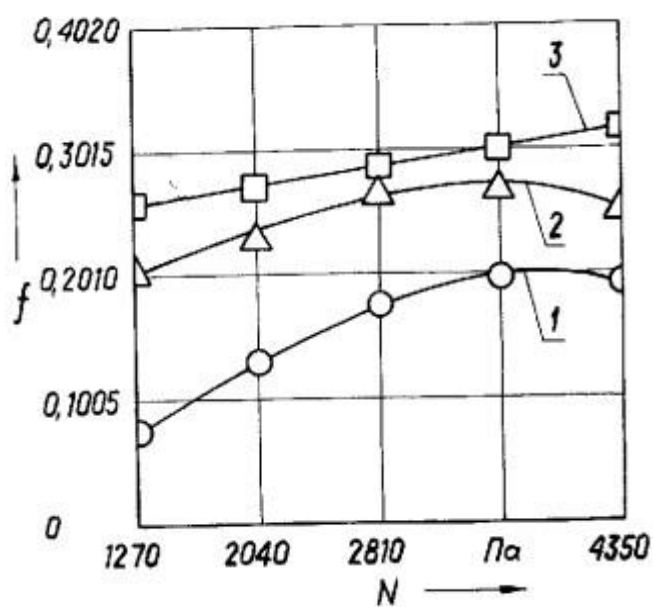


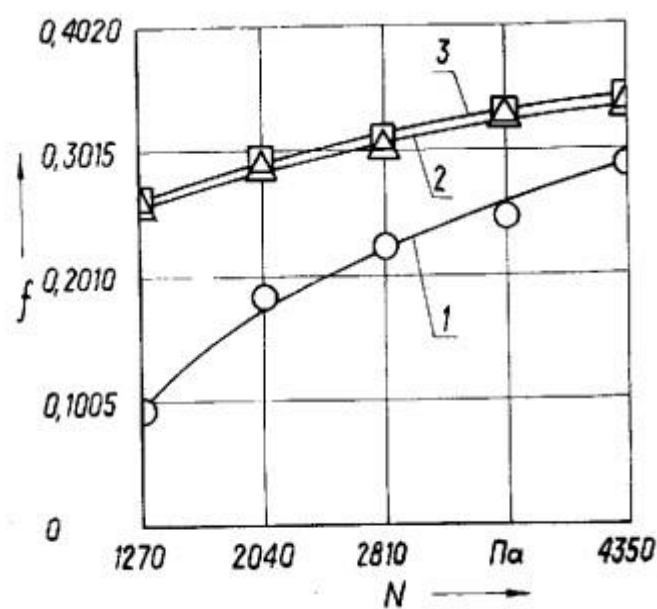
Рис.3.3. Схема проведения опытов для определения коэффициентов трения

Каждая пара исследовалась в трехкратной повторности. Диаграммы, полученные в результате экспериментов, обработаны /71,72/ на автоматизированном рабочем месте (АРМ) включающем ППЭВМ «Робот Рон 1715» и преобразователь графиков Ф018. Результаты отражены на рис.3.4. Из графиков (на рис.3.4. а) видно, что с ростом удельного давления до 3580 Па коэффициенты трения всех трех образцов увеличиваются. По мере дальнейшего роста удельного давления значение коэффициента трения снижается. Это, по-видимому, происходит потому, что из трущихся частей растений выделяется сок, размягчающий поверхностный слой, вследствие чего сухое трение заменяется трением со смазкой. Это предположение поддерживается выводами В.И.Арнаутова /73/, исследовавшего коэффициенты трения сочных кормов и результатами работы С.Х.Хаецяна /74/, а также А.Г.Стрижевского /47/.

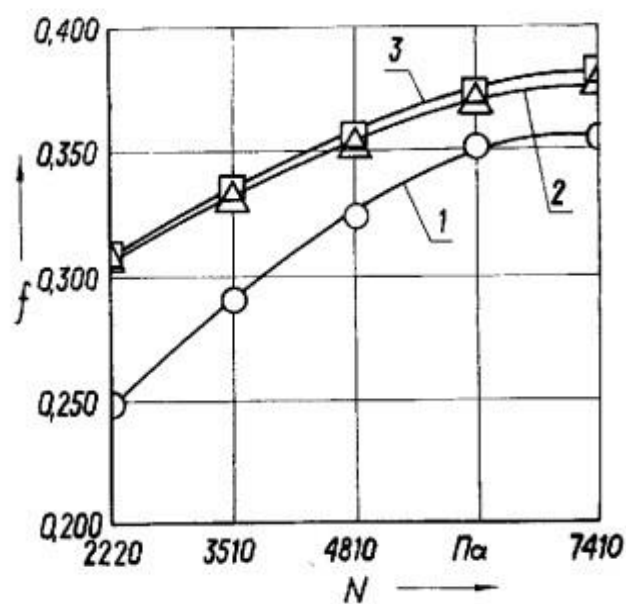
a).



б).



в).



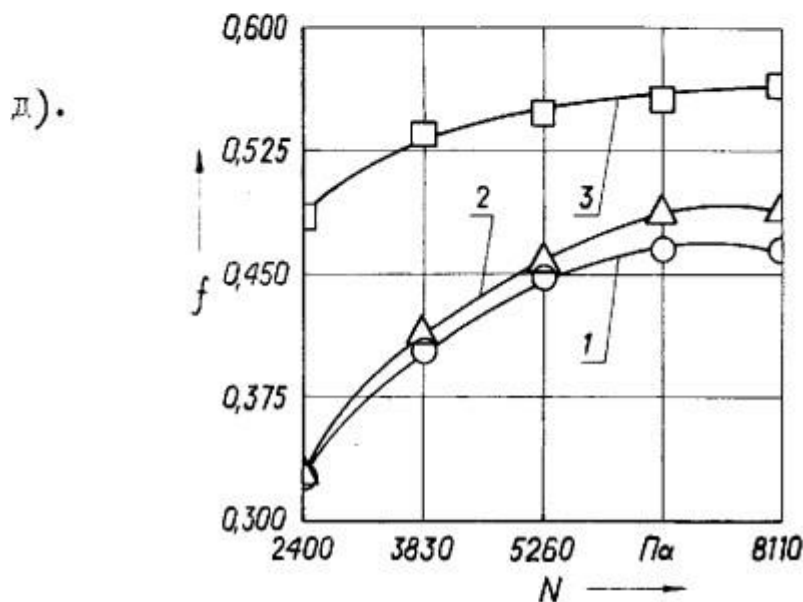
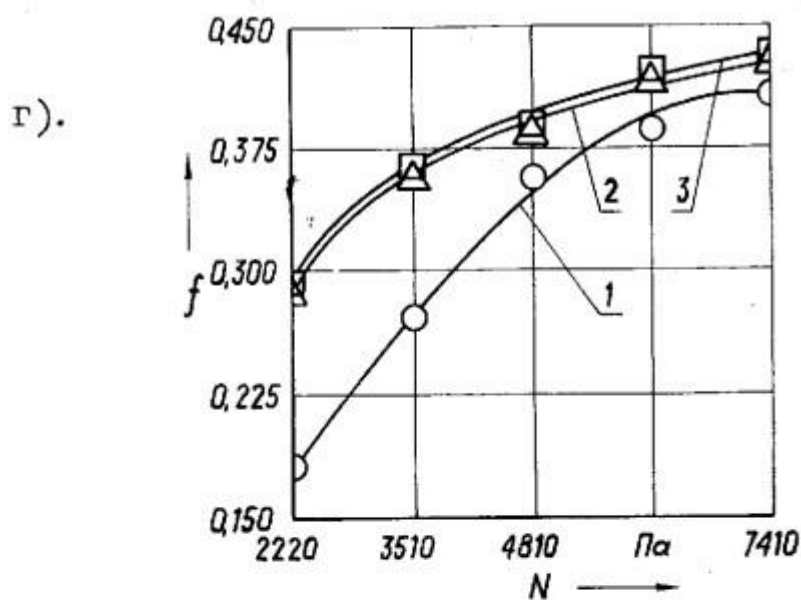


Рис.3.4. Коэффициенты трения f в зависимости от главного давления N .

а – главного стебля (вдоль волокон); б – главного стебля (поперёк волокон); в – симподиальных ветвей (вдоль волокон); г – симподиальных ветвей (поперок волокон); д – зеленных коробочек; 1 – сталь неокрашенная;
2 – техническая резина; 3 – прорезиненный ремень.

Из графиков на рис.3.4. видно, что с ростом удельного давления коэффициенты трения увеличиваются и наибольшее

значение коэффициента трения получено по прорезиненному ремню, несколько меньше по технической резине, и самое малое значение по листовой стали.

3.2. Натурные условия работы защитных устройств пропашного агрегата

Предыдущими известными исследователями установлены определенные зависимости показателей качества работы защитных устройств некоторых сельхозмашин от параметров растений (габитус куста хлопчатника), контура посевного рядка и состояния поверхности почвы.

Поэтому перед исследованиями зависимости повреждаемости хлопчатника от параметров защитных устройств пропашного агрегата изучали расположение нижних веток по высоте от поверхности поля, контур рядка хлопчатника и неровности поверхности почвы в междурядьях.

Высоту растений и ширину куста измеряли специально подготовленной линейкой (рис.3.5).



Рис.3.5. Специальная линейка для замеров куста хлопчатника

Контур рядка хлопчатника, поперечные колебания агрегата, неровности поверхности почвы и положение нижних веток по высоте определяли методом тензометрирования. Для этого использовали специальный агрегат, подготовленный лабораторией ОМТИ САИМЭ. Схема включения тензодатчиков изображена на рис.3.6.

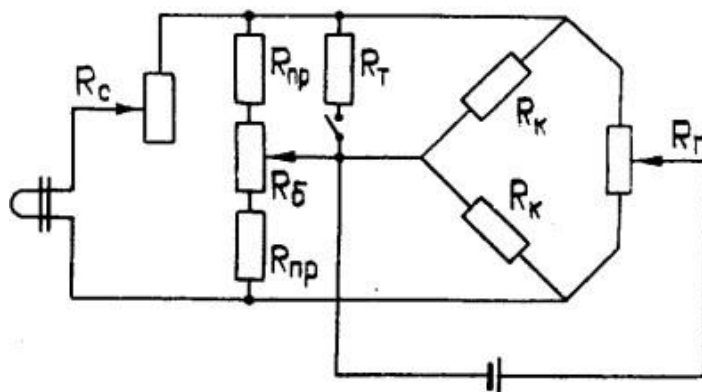


Рис.3.6. Мостовая схема включения реохордного датчика.

R_c – согласующее сопротивление; $R_{пр}$ – предохранительное сопротивление;

$R_б$ – потенциометр баланса; $R_т$ – тарировочное сопротивление;

R_k – сопротивление нерабочего плеча моста; $R_п$ – реостатный датчик.

Штанги секций с закрепленными на них датчиками были установлены впереди соответствующих стоек (рис.3.7) в отличие от серийной рабочей схемы для того, чтобы исключить влияние понизителя шарнирными четырехзвенниками на показания датчиков.

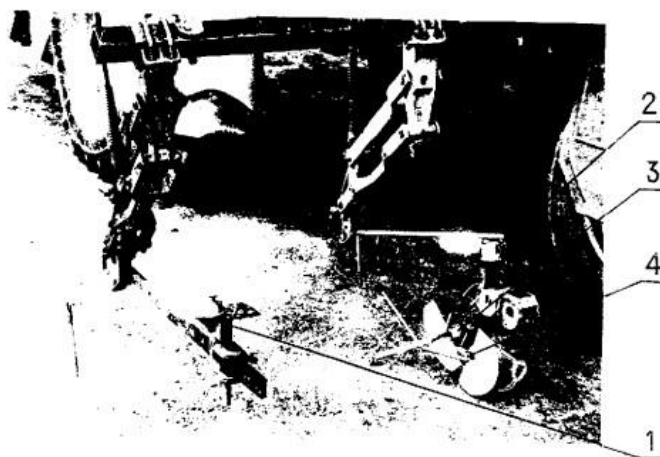


Рис.3.7. Крепления реохордных датчиков на секции культиватора.

1 – датчик, записывающий поперечные колебания агрегата; 2 – датчик, записывающий контур рядка хлопчатника, по горизонтальной плоскости; 3 – датчик, записывающий неровности полевого фона в междурядьях, по вертикальной плоскости; 4 – датчик, записывающий расположение нижних веток по высоте от поверхности поля в двух координатах.

Секции культиватора, оборудованные специальными датчиками в работе, показаны на рис.3.8.



Рис.3.8. Секция культиватора с датчиками.

а). 1 – рейка; 2 – реоходный датчик, записывающий поперечные колебания;

3 – штанга; б). 1 – штанга; 2 – реохордный датчик записывающий контур рядка хлопчатника; 3 – реохордный датчик, записывающий неровности полевого фона в междурядьях.

Реохордные датчики были соединены кабелями с передвижной тензостанцией на базе трактора Т-28Х4, который перемещался синхронно с исследуемым агрегатом. Схема подключения датчиков к записывающему устройству изображена на рис.3.9, а весь тензокомплекс на рис.3.10.

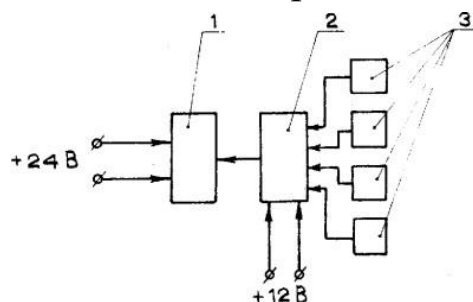


Рис.3.9. Схема подключения реохордных датчиков к передвижной тензостанции на базе трактора Т-28Х4.

1 – осциллограф НО41У42; 2 – колодка соединительная; 3 – реохордные датчики.



Рис.3.10. Пропашной агрегат с тензостанцией во время опыта.

Каждый из датчиков до и после опыта тарировался. Диаграмма тарировки представлена на рис. 3.11.

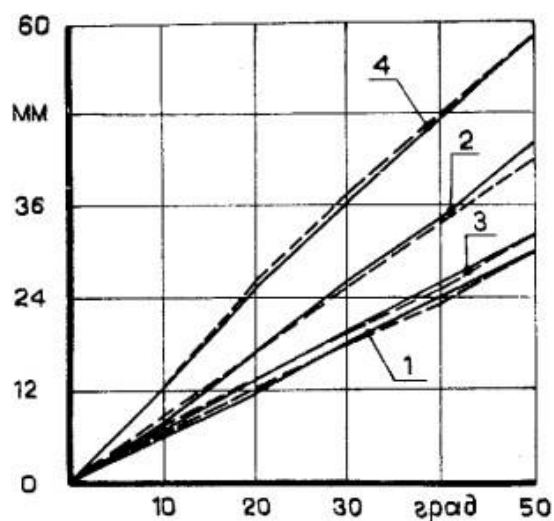


Рис.3.11. Тарировочные графики реохордных датчиков.

1 – поперечные колебания агрегата; 2 – контур рядка хлопчатника;
 3 – неровности поверхности почвы; 4 – положение нижних веток по
 высоте;
 _____нагрузка; ----- разгрузка.

Результаты изучения условий работы защитных устройств
 приведены в табл.3.3, на рис.3.12, 3.13 и Приложении 4.

Таблица 3.3.

Наименование показателя	Значение		
	М _{ср} , см	б, см	V, %
- положение нижних веток по высоте	11,0	2,92	26,5
- неровности поверхности почвы	7,5	2,84	37,7
- контур рядка хлопчатника	45,0	5,43	12,1

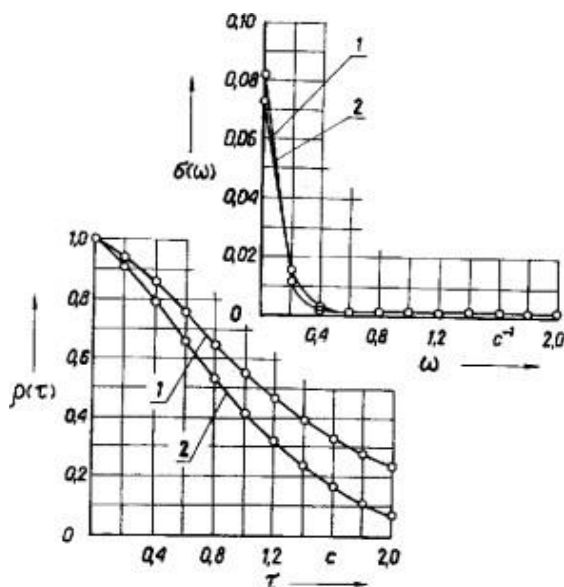


Рис.3.12. График изменения положения нижних веток

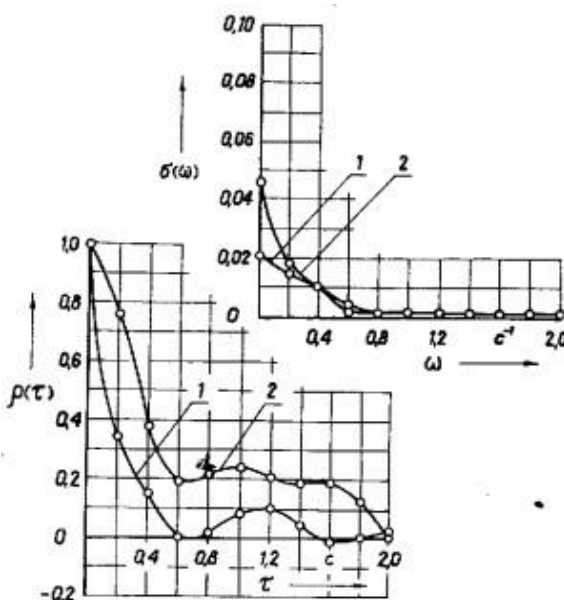


Рис.3.13. График колебаний секции в вертикальной плоскости
(неровности поверхности почвы)

3.3. Лабораторно – полевые исследования

3.3.1. Исследование влияния параметров защитных устройств на степень повреждаемости хлопчатника

Опыты проводили с культиватором КХУ-4, оборудованным серийными защитными устройствами, крепление которых было доработано для того, чтобы изменять исследуемые параметры

согласно вариантам опыта, на посевах хлопчатника с междурядьями 90 см на фоне 4-й культивации.

Таблица 3.4.

Условия работы пропашного агрегата.

№	Наименование показателя	Значение		
		М _{ср}	б	V
1.	Высота растений, см	103,0	2,46	2,9
2.	Ширина куста, см	86,0	6,12	7,1
3.	Количество веток на кусте:			
	- моноподий, шт	1,28	0,27	21,1
	- симподий, шт	13,0	2,57	19,8
4.	Количество плодозэлементов на одном кусте, шт	17,7	1,76	9,94
5.	Густота стояния хлопчатника, шт/га	68083	-	-

Опыты проводили в следующей последовательности. Учетные делянки длиной по 10 м отмечали колышками. Подсчитывали наличие плодозэлементов (коробочек и завязей) на растениях, расположенных между колышками на учетной делянке. Вначале определяли повреждаемость плодозэлементов выступающими деталями трактор проходил по междурядьям без культиватора. Затем на трактор навесили культиватор КХУ-4, оборудованный серийными обтекателями и предохранительными щитками секций рабочих органов. После каждого прохода трактора и агрегата подсчитывали количество плодозэлементов, оставшихся на кустах, и определяли степень повреждаемости. Результаты опыта приведены в табл.3.5.

Таблица 3.5.

Сравнительные показатели сбиваемости плодозэлементов хлопчатника трактором и культиватором с серийными защитными устройствами.

Повторности	Трактором (Т)	Агрегатом (А)	Культиватором (А-Т)
1	0,97	1,39	0,42
2	1,13	1,45	0,32
3	0,36	0,75	0,39
4	0,58	1,01	0,43

Из таблицы 3.5 видно, что основная часть повреждаемости приходится на трактор, однако и культиватор сбивает плодозэлементов (0,39%) больше, чем допустимо по исходным требованиям ($\leq 0,2\%$).

Предварительные исследования в лабораторных условиях показали существенную зависимость повреждаемости хлопчатника от положения защитных устройств на секции культиватора. Установлено, что увеличение расстояния от поверхности почвы до нижней кромки защитных устройств $h_4 > 0,15$ м приводит к существенному увеличению повреждаемости. Это объясняется тем, что в таком положении защитные устройства не выполняют свою функцию, т.е. ветки растений под силой упругости попадают в зону взаимодействия с выступающими деталями секции и повреждаются не только от ударов по деталям, но и от защемления между деталями секции и нижними кромками защитных устройств. Следовательно, защитные устройства должны изолировать все детали секции в зоне расположения веток, т.е. их нижняя кромка должна быть ближе к поверхности почвы, чем самые нижние ветки куста хлопчатника. Однако, не обоснованное уменьшение расстояния h_4 , приведет к деформации и поломкам защитных устройств из-за неровностей поверхности почвы. Поэтому необходимо соблюдать условие:

$$h' > h_4 > \Delta h,$$

где h' – расстояние от поверхности почвы до нижней ветки на кусте хлопчатника;

Δh – глубина неровностей поверхности почвы.

Все это по аналогии относится и к обтекателям колес трактора.

Поэтому для исследований в полевых условиях был выбран диапазон изменения $h_4 = 0,05 \dots 0,25$ м.

На секции культиватора устанавливали защитные устройства (обтекатель и предохранительные щитки) по высоте относительно поверхности почвы в зоне рядка, согласно варианту опыта (0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 м).

Схема расположения защитных устройств в междурядьях изображена на рис.3.14.

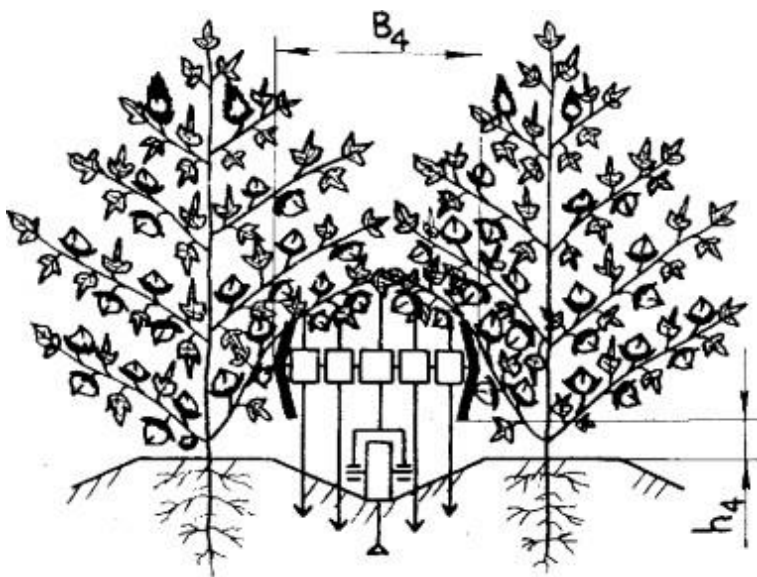


Рис.3.14. Технологическая схема работы защитных щитков секции

Результаты опытов представлены в таблице 3.6.

Математическая обработка результатов опыта на компьютере позволила получить эмпирическую зависимость повреждаемости хлопчатника от параметра h_4 уравнения:

$$Y=0,231 - 5,87 \cdot 10^{-2}X + 1,74 \cdot 10^{-2}X^2 + 32,6X^3 \quad (3.3)$$

графическое изображение которого представлено на рис.3.15.

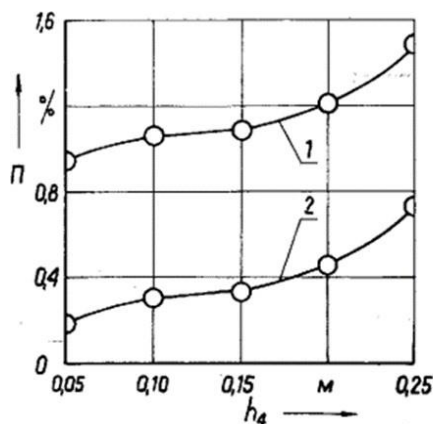


Рис. 3.15. График зависимости $\Pi = f(h_4)$.

1-повреждаемость агрегатом; 2-повреждаемость культиватором.

Из графика (рис.3.15.) видно, что при $h_4 \leq 0,15$ м положение нижней кромки на повреждаемость практически не влияет, а дальше $h_4 > 0,15$ м зависимость увеличивается. Это объясняется тем, что отдельные нижние ветки начинают проникать под защитные устройства и повреждаются деталями секции.

Таблица 3.6.

Зависимость повреждаемости (Π) плодозэлементов хлопчатника от расстояния (h_4) нижней кромки предохранительного щитка до поверхности почвы

Повто рности	$h_4=0,05$ м			$h_4=0,10$ м			$h_4=0,15$ м			$h_4=0,20$ м			$h_4=0,25$ м		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	187	$\frac{185}{1,07}$	0,31	206	$\frac{204}{0,97}$	0,21	177	$\frac{175}{1,13}$	0,37	270	$\frac{267}{1,11}$	0,35	234	$\frac{230}{1,71}$	0,95
2	263	$\frac{261}{0,76}$	0	229	$\frac{226}{1,31}$	0,55	239	$\frac{236}{1,26}$	0,50	272	$\frac{268}{1,47}$	0,71	235	$\frac{230}{2,13}$	1,37
3	252	$\frac{249}{1,19}$	0,43	182	$\frac{180}{1,10}$	0,34	211	$\frac{209}{0,95}$	0,19	229	$\frac{226}{1,31}$	0,55	194	$\frac{192}{1,03}$	0,27
4	256	$\frac{254}{0,78}$	0,02	221	$\frac{219}{0,90}$	0,14	196	$\frac{194}{1,02}$	0,26	194	$\frac{192}{1,03}$	0,27	275	$\frac{272}{1,09}$	0,33

M_{cp}
0,73

Примечание: **а** – количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) до прохода агрегата, шт; **б** – числитель-количество плодозэлементов на 1п.м. (2 рядка) после прохода агрегате, шт; – знаменатель-повреждено плодозэлементов агрегатом, %; **в** – повреждено плодозэлементов культиватором, %.

В лабораторных условиях также установлено, что увеличение угла (α_3) наклона лобовой поверхности обтекателя больше 90° приводит к резкому увеличению повреждаемости. Это объясняется тем, что в этом случае ветки куста пригибаются лобовой поверхностью, протаскиваются по ней и защемляются нижней кромкой. Поэтому для исследований в полевых условиях был выбран диапазон $\alpha_3=30^\circ\ldots90^\circ$. Принимать $\alpha_3<30^\circ$ не целесообразно из конструктивных соображений, т.к. в этом случае увеличивается вероятность деформаций и повреждений обтекателя, а снижение степени повреждаемости хлопчатника не существенно.

Для полевых опытов были изготовлены специальные надставки к серийным обтекателям секции с углом наклона лобовой поверхности $30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 75^\circ$ и 90° .

Все варианты опыта проводили при стабильном положении $h_4 = 0,10$ м.

Результаты по вариантам опыта, проведенного в 4-х кратной повторности, представлены в таблице 3.7.

Обработка экспериментальных данных на компьютере позволила получить эмпирическую зависимость повреждаемости хлопчатника от параметра α_3 в виде уравнения:

$$Y = 0,274 - 1,21 \cdot 10^{-2}X + 2,51 \cdot 10^{-4}X^2 - 1,23 \cdot 10^{-6}X^3 \quad (3.4)$$

Графическое изображение которого представлено на рис.3.16.

Из графика (рис.3.16) видно, что в диапазоне $\alpha_3 = 30^\circ\ldots60^\circ$ повреждаемость увеличивалась незначительно. Дальше $\alpha_3 >60^\circ$ повреждаемость увеличивается более интенсивно, из-за

попадания не поднятых ветвей хлопчатника под колеса трактора и секции рабочих органов.

Теоретически было установлено, что на повреждаемость плодозэлементов куста хлопчатника значительное влияния оказывает расстояния между боковинами (ширина) предохранительных щитков секции рабочих органов культиватора. Для определения допустимых значений указанного параметра были проведены опыты в полевых условиях.

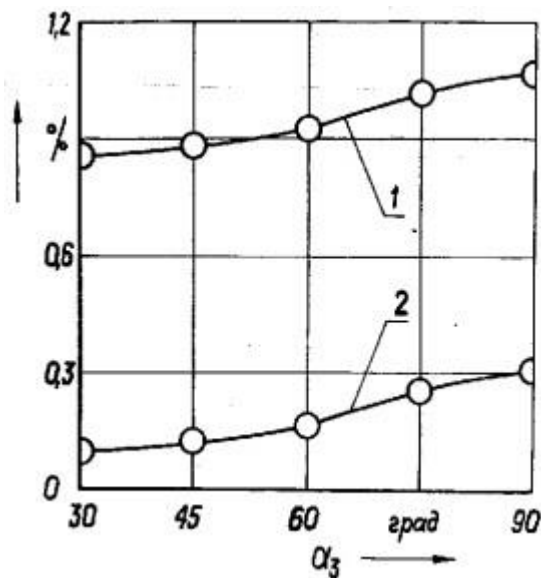


Рис.3.16. График зависимости $\Pi = f(\alpha_3)$
 1-повреждаемость агрегатом; 2-повреждаемость культиватором.

Таблица 3.7.
 Зависимость повреждаемости (Π) плодозэлементов хлопчатника от угла (α_3) наклона лобовой поверхности обтекателя

Повторности	$\alpha_3=30^0$			$\alpha_3=45^0$			$\alpha_3=60^0$			$\alpha_3=75^0$			$\alpha_3=90^0$		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	220	$\frac{218}{0,91}$	0,15	241	$\frac{239}{0,83}$	0,07	132	$\frac{131}{0,76}$	0	204	$\frac{202}{0,98}$	0,22	275	$\frac{272}{1,09}$	0,33
2	305	$\frac{302}{0,98}$	0,22	263	$\frac{261}{0,76}$	0	198	$\frac{196}{1,01}$	0,25	286	$\frac{283}{1,05}$	0,29	273	$\frac{270}{1,10}$	0,34
3	262	$\frac{260}{0,76}$	0	280	$\frac{277}{1,07}$	0,31	215	$\frac{213}{0,93}$	0,17	219	$\frac{217}{0,91}$	0,15	206	$\frac{204}{0,97}$	0,21
4	253	$\frac{251}{0,79}$	0,03	223	$\frac{221}{0,90}$	0,14	294	$\frac{291}{1,02}$	0,26	267	$\frac{264}{1,12}$	0,36	268	$\frac{265}{1,12}$	0,36
M_{cp}		0,86	0,10		0,89	0,13		0,93	0,17		1,02	0,26		1,07	

0,31

Примечание: а-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) до прохода агрегата, шт; б-числитель-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2 рядка) после прохода агрегата, шт; - знаменатель-повреждено плодозэлементов агрегатом, %; в-повреждено плодозэлементов культиватором, %.

Исходя из величины защитной зоны по рабочим органам согласно исходных требований (≤ 20 см) и конструктивной схемы размещение рабочих органов на грядиле культиватора полевые опыты проведены при ширине предохранительного щитка 0,34; 0,40; 0,46 и 0,52 м в 4-х кратной повторности, результаты которых представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8.

Зависимость повреждаемости (П) плодозэлементов хлопчатника от ширины (В₄) предохранительного щитка

Повторности	В ₄ =0,34			В ₄ =0,40			В ₄ =0,46			В ₄ =0,52		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	219	$\frac{217}{0,91}$	0,15	220	$\frac{218}{0,91}$	0,15	192	$\frac{190}{1,04}$	0,28	265	$\frac{202}{0,98}$	0,37
2	194	$\frac{192}{1,03}$	0,27	253	$\frac{251}{0,79}$	0,03	215	$\frac{213}{0,93}$	0,17	202	$\frac{283}{1,05}$	0,23
3	260	$\frac{258}{0,77}$	0,01	301	$\frac{298}{1,00}$	0,24	275	$\frac{272}{1,09}$	0,33	231	$\frac{217}{0,91}$	0,54
4	225	$\frac{223}{0,89}$	0,13	273	$\frac{270}{1,10}$	0,34	244	$\frac{242}{0,82}$	0,06	256	$\frac{264}{1,12}$	0,02
М _{ср}		0,90	0,14		0,95	0,19		0,97	0,21		1,05	0,29

Примечание: а-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2рядка) до прохода агрегата, шт; б-числитель-количество плодозэлементов на 1 п.м. (2рядка) после прохода агрегата, шт; - знаменатель-повреждено плодозэлементов агрегатом,%; в-повреждено плодозэлементов культиватором, %.

После обработки экспериментальных данных получили эмпирическую зависимость повреждаемость хлопчатника от параметра В₄ в виде уравнения:

$$Y = 2,81 \cdot 10^{-2} + 2,88 \cdot 10^{-2}X + 0,882X^2 \quad (3.5)$$

функциональная зависимость которого изображена на рис.3.17.

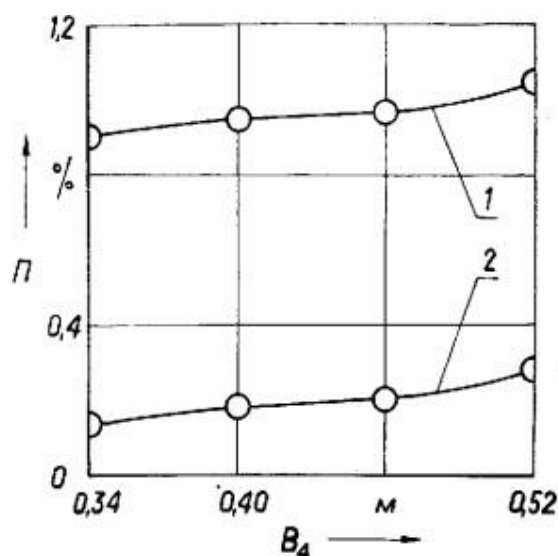


Рис.3.17. График зависимости $\Pi = f (B_4)$

1-повреждаемость агрегатом; 2-повреждаемость культиватором.

Из графика (рис.3.17) видно, что повреждаемость относительно высокая. Это объясняется тем, серийные предохранительные щитки имеют только боковины, а сверху секция открыта. Поэтому при определенной ширине кустов отдельные ветки контактируют с верхними кромками предохранительных щитков и выступающими концами стоек рабочих органов повреждаются.

Для изучения влияния поступательной скорости агрегата на повреждаемость плодозэлементов куста хлопчатника полевые опыты проводили на разных передачах трактора в 4-х кратной повторности на фоне четвертой культивации.

Результаты опыта, представлены в таблице 3.9.

Таблица 3.9.

Зависимость повреждаемости (Π) плодозэлементов хлопчатника от скорости (v)пропашного агрегата

Повторности	$v = 4,1$ км/ч			$v = 5,3$ км/ч			$v = 7,0$ км/ч			$v = 9,1$ км/ч		
	а	б	в	а	б	в	а	б	в	а	б	в
1	204	$\frac{202}{0,98}$	0,22	198	$\frac{196}{1,01}$	0,25	206	$\frac{204}{0,97}$	0,21	254	$\frac{251}{1,18}$	0,42
2	220	$\frac{218}{0,91}$	0,15	194	$\frac{192}{1,03}$	0,27	259	$\frac{256}{1,16}$	0,40	234	$\frac{231}{1,28}$	0,52
3	215	$\frac{213}{0,93}$	0,17	202	$\frac{200}{0,99}$	0,23	275	$\frac{272}{1,09}$	0,33	244	$\frac{241}{1,23}$	0,47

4	210	$\frac{208}{0,95}$	0,19	206	$\frac{204}{0,97}$	0,21	196	$\frac{194}{1,02}$	0,26	183	$\frac{264}{1,09}$	0,33
M_{cp}		0,94	0,18		1,00	0,24		1,06	0,30		1,20	0,44

Примечание: а-количество плодозэлементов на 1 п.м.(2 рядка) до прохода агрегата, шт; б-числитель-количество плодозэлементов на 1 п.м.(2 рядка) после прохода агрегата, шт; - знаменатель-повреждено плодозэлементов агрегатом,%; в-повреждено плодозэлементов культиватором,%.

Обработка экспериментальных данных на компьютере позволила получить эмпирическую зависимость повреждаемости хлопчатника от параметра v в виде уравнения:

$$Y = 8,7 \cdot 10^{-2} + 3,6 \cdot 10^{-2}X + 4 \cdot 10^{-2}X^2 \quad (3.6)$$

функциональная зависимость которого изображена на рис.3.18.

Из графика (рис.3.18) видно, что скорость пропашного агрегата существенно влияет на повреждаемость плодозэлементов хлопчатника. Это происходит потому, что с увеличением скорости увеличивается инерционные силы упругости куста хлопчатника.

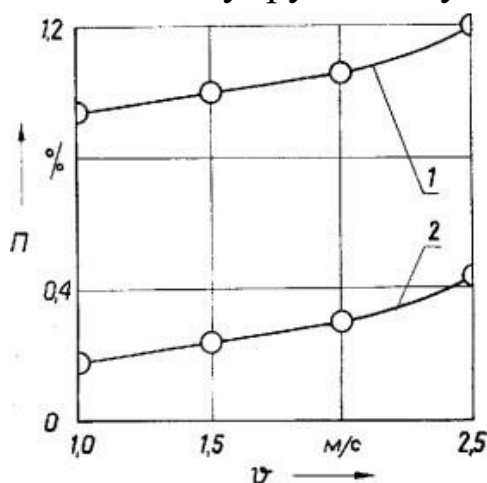


Рис.3.18. График зависимости $\Pi = f(v)$
1-повреждаемость агрегатом; 2-повреждаемость культиватором.

3.3.2. Оптимизация параметров защитных устройств

Из теоретических предпосылок и предварительных исследований вытекает, что качество работы защитных устройств в основном зависит от ширины предохранительного щитка (B_4), от угла наклона лобовой предохранительного щитка (обтекателя) и поверхностью почвы (h_4) и от скорости движения агрегата (v).

В целях оптимизации этих параметров, а также для уточнения и корректировки основных параметров, полученных теоретическими многофакторного эксперимента /75,76,77/.

Исследование проводили на карте №7-9 САИМЭ на фоне четвертой культивации. Граничные значения факторов и уровни их варьирования устанавливали на основании предыдущих исследований с учетом теоретических предпосылок.

Параметр оптимизации характеризовали степенью повреждаемости плодозащитных элементов. Значения факторов на уровнях варьирования представлены в таблице 3.10.

Согласно известным источникам /9,75,77,78,79/ в исследованиях использовали план HARTLI 4. Функцию отклика представили в виде полинома второго порядка:

Таблица 3.10.

Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Обозначение		Уровень			Шаг варьирования, Δx_i
	кодированное	натуральное	нижний $x_{iH}=-I$	базовый $x_{i0}=0$	верх. $x_{iB}=+I$	
Расстояние между нижней кромкой предохранительного щитка и поверхностью почвы, см	x_1	h_4	5	15	25	10
Скорость движения агрегата, м/с	x_2	v	1.5	2.0	2.5	0.5
Угол наклона лобовой	x_3	α	60	75	90	15

поверхности обтекателя, градус						
Ширина предохранительного щитка	x ₄	B ₄	40	46	52	6

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^n b_i X_i + \sum_{i < j} b_{ij} + X_i X_j + \sum_{i=1}^n b_{ii} X_i^2 \quad (3.7)$$

где Y – критерий оптимизации, которым оценивается объект исследования;

b_0 - свободный член, полученный при $x_i=0$;

b_i - коэффициент регрессии соответствующих факторов, указывающий степень влияния того или иного фактора на критерий оптимизации;

b_{ij} - коэффициент регрессии соответствующих факторов двойного взаимодействия;

b_{ii} - коэффициенты при квадратичных членах;

X_i и X_j - независимые переменные (факторы).

Для удобства вычислений перед началом эксперимента факторы кодировались. Кодирование факторов проводилось по формуле:

$$X_i = \frac{X_i - X_{0i}}{\varepsilon}, \quad (3.8)$$

где X_i - кодированное значение фактора;

X_i - натуральное значение фактора;

X_{0i} - натуральное значение базового фактора;

ε - интервал варьирования;

i - номер фактора.

Обработка результатов эксперимента (расчет коэффициентов регрессии, оценка их значимости, проверка воспроизводимости процесса и гипотеза об адекватности полученных уравнений) приведена с использованием ЭВМ. При этом получено уравнение регрессии, адекватно описывающее процесс повреждаемость плодозащитных элементов:

$$Y = 0,3814 + 0,137X_1 + 0,3045X_2 + 0,0757X_3^2 + 0,0465X_1X_3 - 0,0566X_1X_4 + 0,1664X_2^2 - 0,0307X_2X_3 + 0,1046X_2X_4 + 0,1050X_3^3 + 0,3246X_3X_4 - 0,0636X_4^2. \quad (3.9)$$

На основании результатов эксперимента и с учетом теоретических предпосылок выбраны рациональные значения параметров: кодированные $-X_1 = -0,4$; $X_2 = -I$; $X_3 = -I$; $X_4 = -I$, а натуральные согласно (3.8) – $h_4 = 0,11$ м; $v = 1,5$ м/с; $\alpha_3 = 60^\circ$ и $B_4 = 0,4$ м.

Таким образом, результаты реализованного в натурных условиях плана многофакторного эксперимента позволили подтвердить правильность выбора теоретическим путем основных конструктивных параметров защитных устройств и скорректировать их значения под влиянием неучтенных факторов.

3.4. Разработка экспериментальных образцов защитных устройств

Согласно теоретическим и экспериментальным исследованиям, были выбраны рациональные значения параметров защитных устройств, которые отражены в таблице 3.11 и переданы в ГСКБ по машинам для хлопководства.

Таблица 3.11.

Параметры защитных устройств пропашного агрегата

Наименование	Условн. обозначения	Един. измерения	Значение	Источник
Обтекатель ведущих колес:				
-высота	H_2	м	0,80	расчет+ эксперимент
-расстояние между боковинами	B_2	м	0,52*	по аналогии с серийным
-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h_2	м	0,15 ... 0,30	конструктивно с учетом эксперимента
-угол наклона лобовой поверхности	α_2	градус	90	по аналогии с серийным

-угол наклона носка	α_2^1	градус	60	по аналогии с серийным
Обтекатель секции:				
-высота	H_3	м	0,47	расчет
-расстояние между боковинами	B_3	м	0,40	по аналогии с предохранительным щитком
-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h_3	м	0,11	по аналогии с предохранительным щитком
-угол наклона лобовой поверхности	α_3	градус	60	теория+эксперимент
Предохранительные щитки секций:				
- высота	H_4	м	0,39	расчет
-ширина (расстояние между боковинами)	B_4	м	0,40	теория+эксперимент
-расстояние от нижней кромки до поверхности почвы	h_4	м	0,11	теория+эксперимент
-форма	аркообразные			теория+эксперимент

*В зависимости от типа шин трактора.

3.4.1. Обоснование выбора основных параметров защитных устройств пропашного агрегата

Обтекатели ведущих колес трактора. У поставляемых заводом изготовителем с культиватором КХУ-4 “обтекателей” ведущих колес трактора обтекаемость практически отсутствует. Поэтому экспериментальные образцы были изготовлены с обтекаемой лобовой поверхностью по аналогии с обтекателями поставлявшимися с культиватором КРХ-3,6. Высота $H_2 = 0,80$ м была выбрана из условия среднего значения высоты кустов хлопчатника на последних обработках.

Расстояние между боковинами (ширина обтекателя) $B_2 = 0,52$ м была 15-30 (416 мм) для трактора МТЗ-80Х. Расстояние от нижней кромки до поверхности почвы ($h_2 \leq 0,15$ м) выбрано с учетом экспериментальных исследований и кинематической схемы с определенным диапазоном $h_2 = 0,15 \dots 0,30$ м регулирования положения обтекателей в работе при транспорте по А.С.№1713464 /80/. Угол наклона лобовой поверхности $\alpha_2 = 90^\circ$ выбран из конструктивных соображений по аналогии с серийными обтекателями ведущих колес. При этом угол наклона носка обтекателя $\alpha_2^1 = 60^\circ$ выбран по аналогии с $\alpha_3 = 60^\circ$, обоснованным теоретически и экспериментально.

Предохранительные щитки секций. В процессе экспериментов было установлено визуально, что значительная часть плодоеlementов хлопчатника повреждается верхними кромками предохранительных щитков и выступающими концами стоек рабочих органов при вертикальных колебаниях и необходимости подъема секций. Поэтому с целью улучшения обтекаемости в экспериментальном образце предохранительные щитки были изготовлены аркообразными по А.С.№1757487 /81/. При этом верх был закрыт эластичным материалом из прорезиненного ремня. Причем для улучшения обтекаемости за счет уменьшения площади контакта с ветками верх предохранительного щитка выполнен криволинейным с $\dot{r} = B_4/2$. Высота предохранительных щитков секций $H_4 = 0,39$ м определена расчетным путем согласно аналитическому выражению:

$$H_4 \geq H_4' + \dot{r}$$

где $H_4' \geq l_1 - (h' + h) = 0,19$ м - высота боковин предохранительного щитка;

$l_1 = 0,54$ м - общая длина рабочего органа со стойкой;

$h' = 0,08$ м – глубина хода крайнего рабочего органа;

$h = 0,27$ м - расстояние от поверхности почвы (дно борозды) до нижней кромки предохранительного щитка;

$\dot{r} = 0,20$ м – радиус кривизны верхней части предохранительного щитка;

$B_4 = 0,40$ м – ширина предохранительного щитка (расстояние между боковинами) обосновано экспериментально.

Расстояние $h_4 = 0,11$ м выбрано согласно теоретическим предпосылкам, подтвержденным экспериментальными исследованиями.

Обтекатель секции рабочих органов. Высота обтекателя секции $H_3 = 0,47$ м определена расчетным путем согласно аналитическому выражению:

$$l \cdot \tan \alpha_3 \geq H_3 \geq H_4,$$

где $l = 0,275$ м - расстояние от понизителей рамы культиватора до ведущих колес трактора;

$\alpha_3 = 60^\circ$ - угол наклона лобовой поверхности обтекателя секции, обоснован теоретически и экспериментально.

Таким образом $0,476 \text{ м} \geq H_3 \geq 0,39 \text{ м}$.

Наибольшее (округленное) значения выбрано из условия снижения вероятности повреждения плодозащитных элементов хлопчатника верхними кромками обтекателя.

Расстояние от нижней кромки до поверхности $h_3 = 0,11$ м и ширина обтекателя $B_3 = 0,40$ м выбраны по аналогии с параметрами предохранительных щитков секции из технологических соображений, т.е. из аналогичности условий работы.

3.4.2. Особенности конструкции экспериментальных защитных устройств

Защитные устройства по А.С.№1713464 и А.С.№1757487 с обоснованными в процессе исследования параметрами были изготовлены на экспериментальном заводе САИМЭ и проверены в полевых условиях. Экспериментальные защитные устройства (рис.3.19) состоят из обтекателей (3) ведущих колес, обтекателя

(1) секции рабочих органов и предохранительных щитков (2).

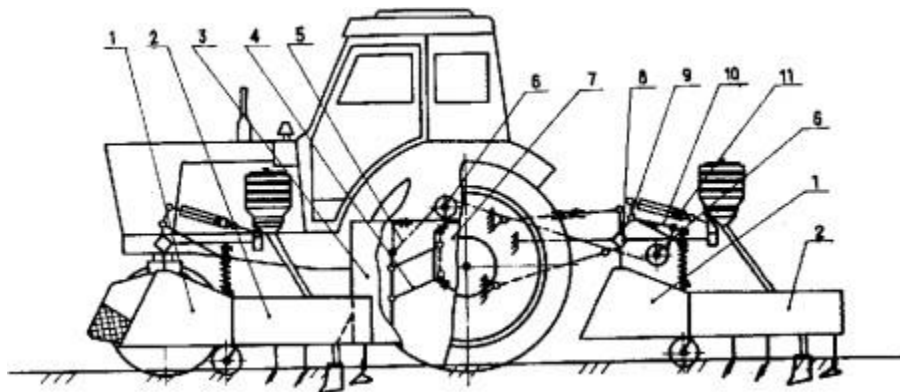
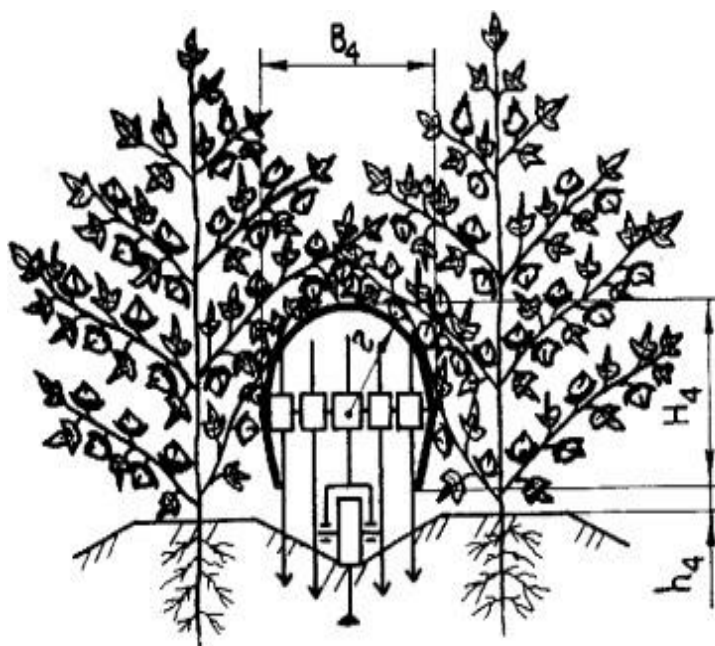


Рис.3.19. Схема пропашного агрегата с экспериментальными защитными устройствами.

Обтекатели (3) снабжены механизмом подъема опускания (4), который выполнен в виде параллелограммного четырехзвенника. Передние шарниры четырехзвенника соединены с обтекателем (3), а задние с остовом (7) трактора. Шарнирный четырехзвенник кинематический связан гибкой тягой (5), пропущенной через шкивы (6) с рычагом (10), жестко закрепленным на валу 9) качалок, который связан со штоком гидроцилиндра (11), размещенного на раме (8) культиватора.

Аркообразный предохранительный щиток (2), (рис.3.20) выполнен разъемным из стального листа и прорезиннеого



(эластичного) материала, а с его внутренней стороны выполнены кронштейны и замки для фиксации разъема в рабочем положении, а также кронштейны для соединения его со штангой секции.

Рис.3.20. Схема экспериментальных предохранительных щитков секции рабочих органов (вид сзади).

На краю поля тракторист посредством гидроцилиндра поднимает секции рабочих органов в транспортное положение. Одновременно с секциями поднимаются, связанные с ними кинематический, обтекатели ведущих колес трактора, которые в этом случае не повреждаются при переезде поливных борозд и оросителей.

ГЛАВА IV. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОПАШНОГО АГРЕГАТА С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ЗАЩИТНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

4.1. Сравнительные испытания

С целью выявления эффективности защитных устройств пропашного агрегата были проведены полевые сравнительные испытания.

Качество выполнения технологического процесса при этом оценивали показателем сбиваемости плодозэлементов, согласно /82/.

Испытания проведены в сравнении с серийным образцом защитного, устройства, поставляемого заводом-изготовителем, а также в сравнении с образцом, доработанным хозяйственным способом, описанным в разделе 1.4. Для сравнения в эксперимент включен также образец культиватора без каких-либо защитных устройств.

Полевые эксперименты проведены на двух полях (двух сортах хлопка) - в опытном хозяйстве САИМЭ и совхозе имени 5-летия Уз.ССР, а производственные испытания в совхозе №4 им. Узакова.

Таблица 4.1

Условия работы пропашного агрегата

№ п/п	Наименование показателей	Значение	
		САИМЭ, карта № 33 29.07.91 г.	5-летия, бр. № 2 20.08.91 г.
1	Высота растений, см	111,0 ± 3,5	116,0 ± 5,9
2	Ширина куста, см	74,0 ± 4,8	80,0 ± 3,3
3	Количество плодозэлементов, шт	15,0 ± 3,7	15,8 ± 3,2
4	Густота стояния хлопчатника, шт/га	88361	73778
5	Сорт хлопчатника	Наманган	С - 6524

На каждом из полей выбрали по четыре зачетных делянки, на которых каждый из испытываемых агрегатов выполнял четыре рабочих хода-два “туда” и два “обратно”, а на каждом из таких рабочих ходов по две повторности. То есть на каждой из четырех делянок каждого поля получали 8 измерений, или 32 измерения на всем поле. Всего же на двух полях получили 64 измерения (рис.4.1).

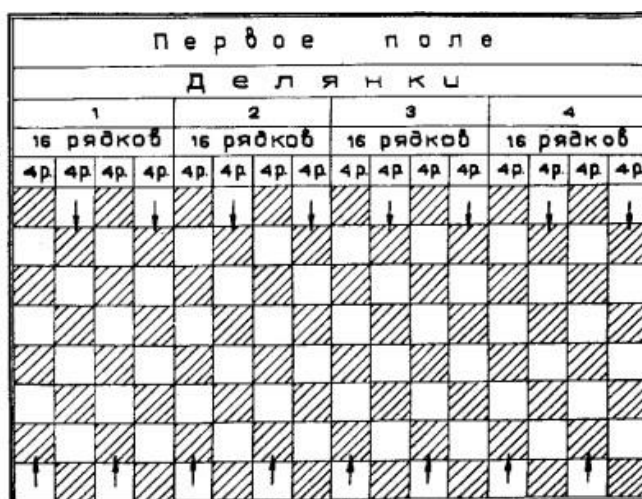


Рис.4.1. Схема проведения опытов

Условные обозначения: ↑-ход туда; ↓-ход обратно; ▨-зачетный участок;
□ -холостой (незачетный) проход.

Поскольку на качество функционирования защитных устройств может повлиять место их установки (переднее или задние колеса, стыковые междурядья) то этот фактор также был включен в эксперимент.

Чтобы сократить число опытов и количество участвующих в испытаниях агрегатов, приняли решение на каждую секцию одного и того же агрегата поочередно навешивать все испытываемые образцы по схеме, представленной на рисунке 4.2.

Варианты	Э	ЗКЛ	КП	ЗКП	Э	Э
1	З	С	Х	З	Э	
2	С	Х	З	Э	С	
3	Х	З	З	С	Х	
4	З	Э	С	Х	З	

Рис.4.2. Схема навески объектов испытаний

Условные обозначения: СС - стыковая секция; ЗКЛ - предколесная и заколесная секция левая; КП - центральная секция; ЗКП - предколесная и заколесная секция правая; Э - экспериментальный; С-серийный; Х-хозяйственный; З-заводской (секция без защитных устройств) Э - куст хлопчатника.

Каждый опыт дублировался в четырех повторностях на каждой делянке две повторности при проходе “туда” и две на проходе “обратно”.

Результаты полевых сравнительных испытаний защитных устройств различной конструкции, изложенные в разделе 4.1 показали, что потери плодоеlementов от повреждений и сбивания в случае применения экспериментальных защитных устройств сокращаются в 2,2 раза.

Если повреждаемость серийным агрегатом принять за 100%, то составит 45,1%, а степень снижения повреждаемости - 54,9%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В период окончания формирования урожая ветки с плодозелементами (коробочки, завязи, бутоны, цветы) кустов хлопчатника смежных рядков даже при междурядьях 90 см имеют небольшой технологический коридор, а при оптимальных условиях развития смыкаются и переплетаются.

2. При междурядных обработках после 3-го, 4-го поливов плодозелемента повреждаются и сбиваются выступающими деталями трактора и культиватора, причем повреждаемость достигает 0,6... 1,0% за один проход при $ИТ \leq 0,2\%$.

3. На сбиваемость плодозелемента пропашным агрегатом в завершающей стадии развития хлопчатника в основном влияют профиль поверхности почвы в междурядьях, ширина кустов, форма параметры защитных устройств.

4. Снизить степень сбиваемости плодозелемента возможно за счет крепления обтекателей и предохранительных щитков секций рабочих органов таким образом, чтобы расстояние от них нижних кромок до нижней точки опорного колеса секции не превышало 0,27 м.

5. Степень сбиваемости плодозелемента уменьшится если ширина предохранительного щитка секции будет не более 0,5 м (для междурядий 90 см), а угол наклона лобовой поверхности обтекателей будет не более 60°.

6. В завешающей стадии формирования урожая его основная масса сосредоточена на высоте 30...60 см, нижние ветки расположены на высоте 7...15 см, колебания секции в зависимости неровностей почвы в междурядьях составляют 5...10 см, а разброс растений в рядке достигает 6 см.

7. Повреждаемость плодозелемента хлопчатника существенно зависит от положения нижних кромок и ширины

обтекателей и предохранительных щитков, а также от угла наклона лобовой поверхности обтекателя и поступательной скорости пропашного агрегата.

8. Рабочие поверхности обтекателей и предохранительных щитков должны быть металлическими, т.к. коэффициент трения растений хлопчатника о сталь на 30% меньше, чем о прорезиненный ремень.

9. Снижения повреждаемость плодозэлементов хлопчатника могут обеспечить обтекатели с углом наклона лобовой поверхности меньше 90 см и креплением их стойке, или штанге секции, а также предохранительные щитки секций рабочих органов с расстоянием от нижних кромок до поверхности почвы не меньше 11 см и не больше 15 см, шириной не более 40 см и аркообразный формы.

10. На завершающих стадиях развития хлопчатника при междурядных обработках без защитных устройств работать не допустимо, т.к. повреждаемость плодозэлементов за один проход агрегата превышает 2%.

11. Применение защитных устройств с обоснованными параметрами позволит снизить степень повреждаемости плодозэлементов хлопчатника в сравнении с серийными защитными устройствами в 2,2 раза при одной 4-й культивации.

12. Экономическая эффективность применения новых защитных устройств может выразиться в снижении потерь выращенного урожая до 18 ц на площади, обрабатываемой одним пропашным агрегатом, или до 30 ц на каждые 100 га.

13. Работа пропашных агрегатов без защитные устройств после 3-го, 4-го поливов не допустима, т.к. ветки с плодозэлементами кустов хлопчатника на смежных рядках смыкаются и переплетаются, что проводит к сбиванию и повреждению плодозэлементов выступающими деталями трактора и культиватора.

14. Применяемые в настоящее время защитные устройства не соответствуют условиям работы пропашного агрегата на завершающей стадии формирования урожая. При этом сбиваемость плодозэлементов превышает допустимую величину (при $ИТ \leq 0,2\%$) в 3 ... 4 раз.

15. Снизить сбиваемость и повреждаемость плодозэлементов на завершающей стадии развития хлопчатника можно за счет применения обтекателей ведущих колес трактора высотой 0,8 м регулируемым автоматически расстоянием от нижней кромки до поверхности почвы 0,15 м при работе и 0,30 м при разворотах и транспорте; обтекателей секций с углом наклона лобовой поверхности 60^0 , предохранительных щитков секций аркообразной формы с расстоянием между нижней кромкой и поверхностью почвы 0,11 м шириной 0,40 м.

16. Применение защитных устройств с обоснованными параметрами позволит снизить сбиваемость плодозэлементов хлопчатника в сравнении с серийными в 2,2 раза при 4-й культивации.

17. Экономическая эффективность применения новых защитных устройств может выразиться в снижении потерь потенциального урожая до 10 ц на каждые 100 га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

«Ўзбекистон Республикаси кишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020 — 2030 йилларга мўлжалланган стратегиясида белгиланган вазифаларни 2020 йилда амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Ўзбекистон Республикаси Президентининг ПҚ-4575-сон қарори. -Т., 28.01.2020.

1. Методическая указания о порядке разработки, согласования и утверждения исходных требований на сельскохозяйственную технику. -М. -1988. -159 с.
2. Протокол №26-63-86 (90706400) Государственных предварительных испытаний культиватора-растениепитателя КХУ-4 с конструкционными улучшениями. -Янгиюль. -САМИС. -1986. -89 с.
3. Сергиенко В.А. Технологические основы механизации обработки почвы в междурядьях хлопчатника. -Ташкент. -Изд. «Фан». -1978. -С.5...12.
4. Дворцов Е.Ф. Исследование факторов, определяющих точность копировки ряда хлопчатника рабочими органами навесных агрегатов. -Дисс. канд. наук. -1959.
5. Трепеников И.И. Эксплуатационные показатели сельскохозяйственных тракторов. -М. -Изд. МашГИЗ. -1963. -С.44...46.
6. Бахтиаров Ш.З., Волькович Н.Е. Об одной важной характеристике рядов хлопчатника. -В кн. Теория, расчет и конструирование ХУМ. -Вып.2. -Ташкент. -1963.
7. Киртбая Ю.К., Козицкий И.М. Теоретическое определение повреждаемости растений при междурядных обработках. -Механизация и электрификация сельского хозяйства. -М. -1968. - №8.
8. Корсун А.И. Динамика мобильных хлопководческих машинно-тракторных агрегатов. -Ташкент. -Изд. «Фан». -1978. - 152 с.
9. Лурье А.Б. Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. -Ленинград. -Изд. «Колос». - 1970. - 376 с.
10. Курбанов Ш.М. Исследование процесса механизации обработки посевов хлопчатника с минимальными защитными зонами. -

- Автореферат канд. дисс. -Ташкент. -1974. -26 с.
11. Протокол №26-49-84 (2170710) Государственных периодических испытаний культиватора-растениепитателя хлопкового универсального КХУ-4. -САМИС. -1984. -95 с.
 12. Протокол №26-32-85 (2172510) Государственных периодических испытаний приспособления для чеканки верхушек кустов хлопчатника марки ЧХТ-4Б (р.52.12.1). - САМИС. -1985. -45 с.
 13. Акт №26-6-86 (9076900) испытаний макетного образца чеканщика хлопчатника и экспериментальной технологии САМИС. -1986. -С. 24.
 14. Протокол №26-51-89 (2171110) Государственных периодических испытаний культиватора - растениепитателя универсального КХУ-4. -САМИС. -1989. -37 с.
 15. Протокол №16-19 Государственных приемочных испытаний культиватора, овоще-хлопкового КХУ-4А-05-01.
 16. Нишанбаев К. О ширине ведущих колес и обтекателей к пропашному трактору // Механизация хлопководства. -1974. - №12. -С.11...12.
 17. Корсун А.И. Повреждаемость хлопчатника в период последних обработок при повышенной скорости агрегата // Механизация хлопководства. -1965. -№12. -С.7...8.
 18. Черников В.Г. Исследование основных показателей работы тракторов на пневматических шинах в условиях поливного хлопководства. - Автореферат канд. дисс. -Ташкент. - 1952. -С.3...11.
 19. Кошевников Г.А. Изучение свойства поверхности почвы хлопковых полей в связи с механизацией подбора опавшего хлопка. -Известия Академии наук УзССР. -Изд. АН УзССР. -1953. -№6.
 20. Корсун А.И. Микропрофиль поливных борозд. -Вопросы механизации сельского хозяйства. -Ташкент. -1966.
 21. Бахтиаров Ш.З., Идрисов А., Стрижевский А.Г. Профиль поверхности междурядий при ширине 90 см // Механизация хлопководства. -1968. -№11. -С.10...13.
 22. Стрижевский А.Г. О влиянии вибрации кустоподъемников наклон куста хлопчатника // Механизация хлопководства. - 1972. -№5. - С.11...12.
 23. Базаров С., Бахретдинов А. Вероятностные характеристики микропрофилей полей и дорог, типичных для условий работы пропашных колесных тракторов хлопковой модификации. -Вопросы

- мех. и эл. с.х - ва. -Вып.9. -САИМЭ. - Ташкент. -1972. -С.24...33.
24. Корсун А.И., Бабатаев С.У. Результаты исследования колебаний хлопководческих пропашных тракторов при переезде единичных неровностей. -Вопросы мех. и эл. с.х-ва. -Вып.13. - САИМЭ. -Ташкент. -1976. -С.25...28.
25. Игамбердиев У.Р. Изучение профиля поверхности почвы междурядьях посевов хлопчатника с целью определения параметров вертикального рабочего органа фрезерного культиватора. -Вопросы мех. и эл. с.х-ва. -Вып.9. -САИМЭ. -Ташкент. -1972. -С.155...165.
26. Справочник по хлопководству. -Ташкент. -Узбекистан. - 1981.-438 с.
27. Шполянский Д.М. Научные основы повышения агротехнических показателей на универсализации хлопкоуборочных машин. - Автореферат докт. дисс. -Ташкент. - 1978. -С.8...9.
28. Вовк П.Ф. Изучение физико-механических свойств растений в связи с конструированием сельхозмашин // Сельхозмашина. -1935. -№3.
29. Вовк П.Ф., Митрофанов В.С. Агромеханическая характеристика куста хлопчатника как среды для работы хлопкоуборочных машин // Сельхозмашина. -1935. -№7. - С.10...16.
30. Ковган А.П. Исследование и технологические основы расчета хлопкоуборочных машин. МашГИЗ. -М. -1953. -168 с.
31. Ковган А.П. Типовая программа и методика изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений и описание аппаратуры ВИСХОМ. -М. -1949.
32. Суворов А.Ф. Изучение сортов хлопчатника с целью определения их степени приспособленности к машинной уборке хлопка. -Вопросы мех. и эл. с.х-ва. -Труды САИМЭ. -Вып.3. - Ташкент. -1963. - С.177...189.
33. Литючий Н.Т. Испытаний хлопкоуборочных машин на советских тонковолокнистых сортах хлопчатника // Механизация хлопководства. -1961. -№2. -С.30...33.
34. Аугамбаев М. Перемещение элементов куста хлопчатника в рабочей щели и вопросы повышения поступательной скорости машины. - Вопросы мех. и эл. с.х-ва. -Труды САИМЭ. -Вып.5. -Изд. «Фан». Изд. АН УзССР. -Ташкент. -1969. -С.197...205.
35. Ерофеев С.Б. Исследование энергобаланса хлопкоуборочных машин. -Дисс. канд. наук. -Ташкент. -1964.
36. Белоусов А.С., Зайцев В.С., Хачатуров Н.А. О сроках и способах чеканки хлопчатника на квадратно-гнездовых посевах в условиях

- Азербайджана // Хлопководство. -М. -Колос. -1960. -№ 7. -С.20...23.
37. Кошевников Г.А., Раев Б.Г. Некоторые технологические свойства стеблей хлопчатника в период чеканки // Механизация хлопководства. -1971. -№2. -С.5...8.
38. Раев Б.Г. Исследование процесса резания стеблей без противорежущей части. -Тракторы и сельхозмашины. -1961. -№11. -С.18...21.
39. Шагиев Н.А., Шагиева М.Ф. О некоторых физико- механических свойствах стеблей хлопчатника // Механизация хлопководства. -1982. -№8. -С.9...12.
40. Нишанбаев К. Исследование и обоснование ширины ведущего колеса пропашного агрегата при междурядной обработке хлопчатника. -Дисс. канд. наук. -Ташкент. -1980.
41. Авдеева Н.А., Раев Б.Г., Топольский Ю.М. Машина для чеканки хлопчатника // Сельхозмашина. -1953. -№10. -С.17...19.
42. Цыба А.П. Приспособленность перспективных сортов хлопчатника к машинной уборке // Хлопководство. -1970. -№ 7. - С.8...9.
43. Горн В.Н. Номограмма для определения высоты установки щитка в приемных камерах ярусных уборочных аппаратов. -В кн. Материалы Республиканской школы-семинара молодых ученых и специалистов по проблемам повышения эффективности сельскохозяйственного производства в свете решений июльского (1978) Пленума ЦК КПСС (механизация). -Ташкент. -1979. -С.32...38.
44. Гулямов Х.Х. и Тошболтаев М.Т. Определение размеров и координат плодоземелестов кустов хлопчатника // Механизация хлопководства. - 1982. -№11. -С.4...6.
45. Спсваков Р.И. К выбору величины рабочей щели хлопкоуборочного аппарата со шпинделями увеличенного диаметра. -В кн. Вопросы мех. и эл. с.х-ва. -Труды САИМЭ. - Вып.14. -Ташкент. -1979. -С.65...68.
46. Шполянскй Д.М. Исследование технологического процесса шпиндельных хлопкоуборочных машин. -Автореферат канд. дисс. - Ташкент. -1956. -С.5...8.
47. Стрижевский А.Г. Исследование рабочего процесса аустатопъемников хлопкоуборочного аппарата. -Дисс. канд. наук. -Ташкент. -1973. -183 с.
48. Отчеты ВИСХОМ по теме 2601 (лаборатория изучения технологических процессов) за 1936-1937 г.

49. Горячкин В.П. Собрание сочинений. -В 3-х т. -М. -Колос. -1965. -Т.3.
50. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. -Теория, расчет, проектирование и испытания. -МашГИЗ. -Ленинград. -1956.
51. Хайлис Г.А. Элементы теории и расчета льноуборочных машин. - МашГИЗ. -М. -1963.
52. Шлыков М.И. Льноуборочных машины//Сельхозмашина. -1935. -№3.
53. Шполянский Д.М. К вопросу о выборе формы направителя кустов рабочего аппарата хлопкоуборочных машин. -Вопросы мех. и эл. с.х-ва. -Сб. трудов УзНИИМЭ. -Вып.1. - Ташкент. -1959.
54. Шполянский Д.М. Исследование технологического процесса работы шпиндельных хлопкоуборочных машин. -Дисс. канд. техн. наук. - Ташкент. -1956. -125 с.
55. Аугамбаев М. Исследование технологического процесса работы вертикально-шпиндельного хлопкоуборочного аппарата на повышенных скоростях движения. -Дисс. канд. техн. наук. - Ташкент. -1970. -155 с.
56. Юлдашев В. Некоторые физико-механические свойства стеблей хлопчатника // Механизация хлопководства. -1964. -№9. -С.12...14.
57. Шполянский Д.М. Методика изучения поверхности междурядий посевов хлопчатника. -Вопросы мех. и эл. с.х-ва. - Сб. трудов УзНИИМЭ. - Ташкент. -1954.
59. Чечель С.С. Некоторые свойства открытых коробочек и куста хлопчатника сорта 108-ф // Механизация хлопководства. -1964. -№9. -С.15...50.
60. Сабликов М.В. Исследование шпиндельных аппаратов хлопкоуборочных машин. -Гос. Издат. УзССР. -Ташкент. -1959.
61. Шполянский Д.М., Байилов М.Т. Определение коэффициентов трения нераскрытой хлопковой коробочки // Механизация хлопководства. - 1983. -№12. -С.14...16.
62. Бахтиаров Ш.З., Стрижевский А.Г., Мирсаидов М. О коэффициентах трения некоторых элементов куста хлопчатника // Механизация хлопководства. -1971. -№3. -С.13...16.
63. Мирошниченко Г.И. О некоторых физико-механических свойствах хлопка-сырца. -Автореферат канд. дисс. -Ташкент. -1956.
64. Бутенин Н.В., Лунц Я.Л., Меркин Д.Р. Курс теоретической механики. Том II, Динамика. Издание третье, исправленное. -М. «Наука». - Главная редакция физико-математической литературы. -1985. -496 с.

65. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. -Том II, -Динамика. -М.-Издательство «Наука». - Главная редакция физико- математической литературы. -1968. -624 с.
66. Синеоков Г.Н., Панов И.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин. -М. -Машиностроение, -1977. -328 с.
67. Набиев Т.С. Исследование и обоснование параметров регулятора заглубления рабочих органов культиваторов дляповышения качества междурядной обработки хлопчатника. - Дисс. канд. техн. наук. - Ташкент. -1975.-145 с.
68. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. -Издание второе, переработанное и дополненное. -М. -Изд. «Колос». -1980. -671 с.
69. Шагиев Н.А. Взаимодействие куста хлопчатника кустонаправителем. -Сб. трудов САИМЭ. -Вып.20. -Ташкент. - 1980. -С.77...83.
70. Методика и изучения физико-механических свойствах сельскохозяйственных растений ОНТИ ВИСХОМ. -М. -1939.
71. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. -М. «Колос». - 1979.
72. Константинов П.Н. Методика полевых опытов (с элементами теории ошибок) ОГИЗ. -СельхозГИЗ. -М. -1939.
73. Арнаутов В.И. Исследование коэффициентов трения сочных кормов // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. -1968. -№2.
74. Хаецяи С.Х. Коэффициенты трения некоторыхкормовидов по стали, чугуну, дереву и прорезиненной ленты. - Труды Арм. НИИМЭСХ. - Вып.3. -Изд. АН АрмССР. -Ереван. - 1966.
75. Адлер Ю.П. и др. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. -М. -Наука. -1976. -280 с.
76. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных. -М. -Колос. -1973.
77. РТМ 23.2.36-73. Основы планирования эксперимента в сельскохозяйственных машинах. -М. -1974. -116 с.
78. Мойсюк Б.Н. Элементы теории оптимального эксперимента. -М. - 1976.-84 с.
79. Лурье А.Б. Развитие статических методов исследования агрегатов и их систем управления // Механизация и электрификация соц. с.х-ва. -М. -1973. -№3. -С.60...62.
80. Адилов Т.Т., Пономарев Е.И., Караханов А. Авторское свидетельство

- №1713464, АОИВ 63/00, Пропашной агрегат, заявлено 07.06.90 г., опубликовано 23.12.91 г. // Открытия и изобретения. -1992. -№7.
81. Адилов Т.Т., Пономарев Е.И., Караханов А., Туракулов М.А. Авторское свидетельство №1757487, АОИВ 35/20, 35/32, Секция рабочих органов культиватора, заявлено 16.10.92 г. // Открытия и изобретения. -1992. -№32.
82. РД 10.4.4.-89. Испытания с.х. техники. Машины и орудия для междурядной обработки почвы. Программа и методы испытаний. -М. -1989.
83. Трактор «Беларусь» МТЗ-80Х. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 80Х-0000004 ТО. -Ташкент. -1986. - 233 с.
84. Культиватор-растениепитатель хлопковый универсальный КХУ-4. Техническое описание и инструкция по эксплуатации КХУ 00.000. ТО. -89 с.
85. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 28.01.2020 й. ПҚ-4575-сон. «Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалигини ривожлантиришнинг 2020 — 2030 йилларга мўлжалланган стратегиясида белгиланган вазифаларни 2020 йилда амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисида»ги Қарори

АДИЛОВ ТУЛКИН ТУРДИМОВИЧ

**ПУТИ СНИЖЕНИЕ ПОТЕРИИ ПЛОДОЭЛЕМЕНТОВ
ХЛОПЧАТНИКА В ПЕРИОД ВЕГЕТАЦИИ МЕЖДУНАРЯДНОЙ
ОБРАБОТКИ**

Мухаррир: С.Ҳошимов

Нашриёт қоғози №АІ 272, 04.08.2022 й.
Офсет қоғози. Босишга рухсат этилди 29.08.2022.
Формати 60x84 _{1/16}. Гарнитура «Times New Roman».
Босма табоқ 8.0. Адади 60 нусха. Буюртма №54.

«VNESHINVESTPROM» МЧЖ.
100011, Тошкент шаҳри, Навоий кўчаси, 30.
Tel./faks:(+99871) 244-75-75