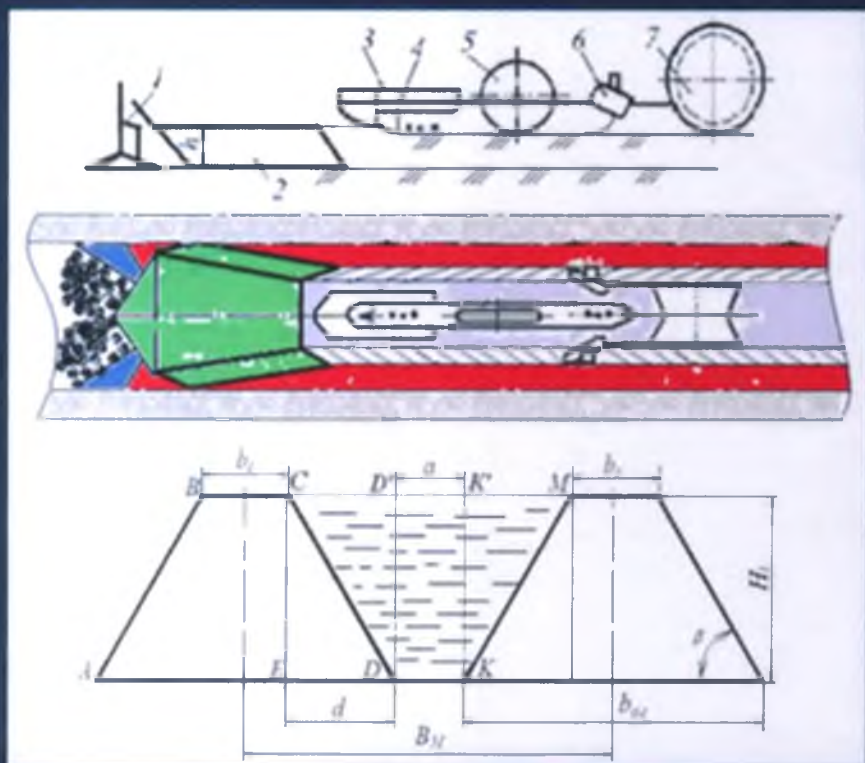


П.Т. Бердимуратов, Ф.М. Маматов

## РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ФОРМОВЩИКА ГРЕБНЕЙ ДЛЯ ХЛОПКОВОЙ СЕЯЛКИ



ТАШКЕНТ  
2019

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО  
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН  
ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И  
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

---

**П.Т. Бердимуратов, Ф.М. Маматов**

**РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ  
ПАРАМЕТРОВ ФОРМОВЩИКА ГРЕБНЕЙ ДЛЯ  
ХЛОПКОВОЙ СЕЯЛКИ  
/МОНОГРАФИЯ/**

**ТАШКЕНТ – 2019**

*Монография “Разработка и обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки” была рассмотрена и рекомендована к изданию решением Ученого Совета Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства  
(протокол №3 от 31.10. 2019 года)*

**УДК 631.319.06 (043.2)**

**/Разработка и обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки/М О Н О Г Р А Ф И Я.–Т.: ТИИИМСХ.– 2019. Стр. 110**

В данной монографии рассмотрено обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки, обеспечивающего повышение качества посева, разработана способ формирования гребней одновременно с посевом;

разработан формовщик в сочетании с рыхлителем, осуществляющий образование гребня одновременно с посевом и теоретическими и экспериментальными исследованиями обоснованы его параметры;

испытаниями определены снижение энерго-ресурсозатрат при формировании гребней одновременно с посевом при оптимальных параметрах разработанного устройства к хлопковой сеялке.

**Составили:** **П.Т.Бердимуратов** – д.ф.т.н. (PhD) ТИИИМСХ  
**Ф.М.Маматов** – д.т.н., проф. КИЭИ

**Рецензенты:** **Б.М.Худаяров** – доктор технических наук  
**Ё.Х.Холиёров** – кандидат технических наук

**©.ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ИНЖЕНЕРОВ ИРРИГАЦИИ И МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ТИИИМСХ), 2019г.**

## ВВЕДЕНИЕ

В мире ведущее место занимает разработка и внедрение энерго-ресурсосберегающих и высокопроизводительных посевных машин. «Если учесть, что в мире площадь посева на гребнях составляет 118 млн гектаров»<sup>1</sup>, то важной задачей является разработка энерго-ресурсосберегающих машин и орудий для посева с высоким качеством работы и эффективностью. В этом аспекте большое внимание уделяется разработкам посевных машин, осуществляющих технологический процесс образования гребня одновременно с посевом хлопчатника.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических основ и ресурсосберегающих технологий для подготовки полей к посеву семян сельскохозяйственных культур на гребень и технических средств для их осуществления. В том числе, в этом направлении, актуальным является проведение целенаправленных научных исследований по разработке устройства формовщика и обоснование технологического процесса его работы с обеспечением ресурсосбережения в процессе взаимодействия с почвой. В этом аспекте разработка рыхлителя и трапецидального формовщика, устанавливаемого на хлопковую сеялку, является востребованной.

В сельскохозяйственном производстве республики проводятся широкомасштабные мероприятия по снижению затрат труда и энергии, экономии ресурсов при возделывании сельскохозяйственных культур на основе передовых технологий и разработке высокопроизводительных сельскохозяйственных машин по подготовке полей к посеву на гребнях.

В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы предусмотрено дальнейшее развитие сельского хозяйства, в частности, «...для модернизации и интенсивного развития дальнейшее улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель, развитие сети мелиоративных и ирригационных объектов, широкое внедрение в сельскохозяйственное производство интенсивных методов, прежде всего современных водо- и ресурсосберегающих агротехнологий, использование высокопроизводительной сельскохозяйственной техники»<sup>2</sup>. При выполнении этих задач важным является повысить качество возделывания хлопчатника и получение высоких урожаев от нее за счет технической и технологической модернизации машин и орудий для подготовки полей с одновременным образованием гребней и посева семян хлопчатника.

<sup>1</sup> [www.fao.org/docrep/018/i1688r11688r03.pdf](http://www.fao.org/docrep/018/i1688r11688r03.pdf)

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан № УП 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан»

Данная монография в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Указе Президента Республики Узбекистан УП-4947 от 7 февраля 2017 года «Стратегия дальнейшего развития Республики Узбекистан» и постановлениях ПП-2694 от 23 декабря 2016 года «О мерах дальнейшего реформирования и развития научно-технической базы сельского хозяйства в период 2016-2020 гг.», ПП-3117 от 7 июля 2017 года «О мерах дальнейшего развития научно-технической базы машиностроительной отрасли в сельском хозяйстве» а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики II. «Энергетика, энергия и ресурсосбережение».

Исследованиями по созданию технологического процесса образования гребней и усовершенствованием параметров устройств для формирования гребней занимались L.Jianxia, Y.Lin, H.Hui (Китай), F.Cinti (Италия), U.Krause, K.Heinz-Josef (Германия), K.S.Balkcom, T.S. Kornecki (США), П.Н.Бурченко, А.А.Вильде, В.И.Курдюмов, Е.С.Зыкин, И.А.Шаронов, А.Калинин, Н.И.Ермаков, А.К.Поперекин, А.Г.Габдуллин, Р.Д.Джавадов, А.Г.Понамарев, Н.С.Кабаков (Россия).

В этом направлении в республике занимались Э.Х.Сайфи, Г.М.Рудаков, Р.И.Байметов, Ф.М.Маматов, Т.С.Худойбердиев, А.Тухтакузиев, Б.М.Худояров, А.Х.Ражабов, Е.Понамарев, А.Караханов и другие. Машины и орудия, созданные в результате этих исследований, используются с определенными положительными результатами в сельскохозяйственном производстве. Однако в этих исследованиях недостаточно изучены вопросы формирования гребней одновременно с посевом, обеспечивающих высокое качество работы при минимальных затратах энергии.

Монография выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Туринского политехнического университета в городе Ташкенте и Ташкентского государственного аграрного университета по проекту №А-13-278 «Совершенствование технологии и устройств для подготовки гребней к посеву хлопчатника» (2006-2008 гг.).

Целью исследования является обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки, обеспечивающего повышение качества посева.

Задачи исследования:

разработка конструктивной схемы формовщика гребней для хлопковой сеялки;

обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки, обеспечивающего высокое качество посева при минимальных затратах энергии;

разработка способа подготовки грядок с одновременным посевом хлопчатника и обоснование параметров гребня;

оценка соответствия агротехническим требованиям результатов полевых испытаний хлопковой сеялки с разработанным устройством;

определение агротехнических и технико-экономических показателей формовщика гребней.

Объектом исследования являются гребни, устройство для формирования гребней к хлопковой сеялке и ее рабочие органы.

Предметом исследования являются аналитические зависимости и математические модели, описывающие процесс взаимодействия формовщика с почвой, а также закономерности изменения агротехнических и энергетических показатели почвы в зависимости от параметров гребней и формовщика.

Методы исследования. В процессе исследований применены законы и правила теоретической механики, земледельческой механики, математической статистики, математического планирования экспериментов и методы тензометрирования, а также методы, приведенные в существующих нормативных документах (ГОСТ 20915-11, ТSt 63.04.2001, ТSt 63.03.2001, РД Уз 63.03-98).

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

разработана конструкция устройства для формирования гребней, обеспечивающего качественное формирование гребней;

длина формовщика гребней определено с учетом расстояния рыхлительных лап и ширину нижнего основания гребней;

создано устройство для формирования гребней, состоящей из рыхлителя, трапециевидного полоза, боковых отвалов, козырька и механизма уплотнения. качественные и энергетические показатели работы формовщика обосновано с учетом от параметров его элементов и скорости движения;

**Практические результаты исследования** заключается в следующем:

разработан способ формирования гребней одновременно с посевом;

разработан формовщик в сочетании с рыхлителем, осуществляющий образование гребня одновременно с посевом и теоретическими и экспериментальными исследованиями обоснованы его параметры;

испытаниями определены снижение энерго-ресурсозатрат при формировании гребней одновременно с посевом при оптимальных параметрах разработанного устройства к хлопковой сеялке.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что исследования проведены с применением современных методов и средств измерений, адекватностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, результатами полевых испытаний и внедрением в практику разработанного устройства для формирования гребней

для хлопковой сеялке.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке и обосновании параметров устройства для формирования гребней к хлопковой сеялки, полученных зависимостях и регрессионных уравнениях, описывающих качественные и энергетические показатели работы устройства в зависимости от его параметров.

Практическая значимость результатов исследования заключается в снижении трудовых и эксплуатационных затрат, обеспечением защиты семенного ложа от дождевого потока, в увеличении количества всходов и урожая при подготовки гребней разработанным устройством, одновременно с посевом к хлопковой сеялке.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по разработке параметров формовщика к хлопковой сеялке:

на устройство формовщика гребней для хлопковых сеялок получено два патента на полезных моделей Агентство интеллектуальной собственности (№FAP 00396 «Устройство для посева пропашных культур» - 2008 г. и №FAP 00473 «Устройство для посева на гребнях» - 2009 г.) В результате создана возможность разработки конструкции формовщика гребней для хлопковых сеялок со специальным рыхлителем с почвосдвигающей пластиной;

разработанное устройство для формирования гребней к хлопковой сеялки внедрено в фермерских хозяйствах Шахриханского района Андижанской области (справка от Министерство сельского и водного хозяйства Республике Узбекистан №02/023-57 от 18 мая 2018 года ). В результате при посеве топливо-смазочные материалы снизилась на 43,3 %, а эксплуатационные затраты на 31,4 %.

для освоения разработок формовщика гребней к хлопковой сеялке проектно-конструкторская документация (технические условия и чертежи) были внедрены проектировочные процессы в АО «ВМКВ-Agromash» (справка от Министерство сельского и водного хозяйства Республике Узбекистан №02/023-57 от 18 мая 2018 года). В результате создана возможность изготовления формовщика гребней, работающего вместе с хлопковой сеялкой.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 3 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях. Разработка демонстрировалась на IX республиканской ярмарке инновационных идей, технологий и проектов в 2016 году.

## ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

### §1.1. Анализ существующих способов посева хлопчатника

Как известно огромные средства и труд, затраченные на выполнение комплекса агротехнических мероприятий по подготовке почвы под сев, не окупятся, если его провести несвоевременно и не качественно. Результатом такого сева являются поздние и изреженные всходы, что сказывается на урожае хлопчатника.

Главная задача сева хлопчатника состоит в оптимальном и равномерном размещении семян в рядках, при котором достигается необходимая густота стояние растений, что обеспечить необходимый урожай этой ценной технической культуры. Кроме того, прорастание хлопковых семян зависит от температуры и влаги почвы. Обеспечение этих факторов жизнедеятельности растений зависит в большей степени от свойств семян и подготовки их к посеву, а также от состояния и свойства почвы [8; с.167-170].

Способ сева хлопчатника зависит от почвенно-климатических условий его возделывания и в настоящее время в основном подразделяется на:

- а) сев хлопчатника по равной поверхности (традиционный);
- б) сев хлопчатника по гребням;
- в) сев хлопчатника под пленкой.

Сев хлопчатника по гладкому полю самый простой и производительный [9; с.21-28]. Однако он не всегда обеспечивает нормальное развитие растений, особенно в ранний период. Так при выпадении осадков на посевах в семенное ложе образуется мощная почвенная корка, что задерживает появление всходов. Это отрицательно сказывается на росте и развитии растений и получения урожая. Кроме того, для развития семян в почве необходимо иметь устойчивую положительную температуру в пределах 12-14°C и наличия достаточного количества влаги (в пределах 12-15 %), что в последние годы сложно обеспечить не только в марте, но и в начале апреле. В результате этого посевная по этой технологии продолжается до середины мая, что приводит к резкому затягиванию созревания и уборку урожая.

Посев хлопчатника по гребням широко используется в южных зонах хлопководства. Но в последние годы этот способ посева нашел применение и в остальных зонах. Так по данным бывшего СоюзНИХИ (Всесоюзный научно-исследовательский институт хлопководства, Ташкент), на гребнях, сформированных осенью, обеспечивается меньшее уплотнение почвы,



лучший прогрев её весной, получение более ранних всходов хлопчатника, а следовательно более высокий урожай по сравнению с традиционной технологией [10; с. 15-30]. Обычно формирование гребней проводится в конце ноября после зяблевой вспашке двухъярусным плугом на глубине 40 см и подготовки почвы к посеву. За осень и зиму из-за естественной усадки почвы высота гребней уменьшается и перед севом составляет 14-16 см междурядьях 60 см, а в междурядьях 90 см - 22-24 см. Здесь необходимо отметить, что на гребнеобразной форме рядка снижается коркообразование по сравнению с посевом на ровном поле.

Осадки собираются в борозды по бокам гребня, из-за чего почвенная корка образуется не на самом рядке, а по бокам. Кроме того, резко снижается возможность заваливания растений при культивации посевов. Так по данным ТаджикНИИЗ, в условиях Гисарской долины, где происходят обильные осадки во время посевной, гребни на таких посевах сохраняет хлопчатник от затопления и мощного коркообразования, способствуют быстрому высыханию и прогреванию почвы рядка [11; с.13-15]. Все это является определяющими условиями в получении дружных и здоровых всходов хлопчатника.

В связи с изменением климата хлопкоробы в последние годы в период посевной и на раннем этапе вегетации растений сталкиваются с большими трудностями из-за неблагоприятных погодных условий (ливневые дожди, резкое похолодание и др.), под действием которых приходится пересевать хлопчатник. Так по данным Министерство сельского и водного хозяйства РУз за последние годы пересев хлопчатника по Республике Узбекистан составлял 35% от занимаемой площади, а в отдельных туманах и до 50% и более процентов [12; с. 4-8]. При этом пересев затягивался до начала июня. Обычно пересейных участках теряется до 20-30% урожая. Хозяйства при этом терпят убытки не только в результате снижения урожая, но и за счет дополнительного расхода семян, горячего и рабочей силы. Чтобы избежать вредного влияние весенних погодных условий, хлопчатник следует высевать таким способом, при котором вероятность повреждения всходов окажется минимальной. Таким способом для Республики Узбекистан оказался посев хлопчатника под пленкой. Это дало возможность обеспечить благоприятные условия для прорастания семян и дальнейшего развития всходов за счет влагообеспечения и повышения температуры почвы. Этот способ посева дает возможность завершить посевную в марте и получить качественные всходы в начале апреля. Такие посеы кроме повышения урожайности дают возможность начать сбор хлопка в конце сентября и тем самым создать

хорошие условия для проведения осенне-зимних мероприятий под урожай следующего года в полном объеме [13; с. 10-11]. В то время как при традиционных способах посева хлопчатника уборка урожая затягивается до декабря, что практически не позволяет подготовить поля под урожай следующего года.

При посеве под пленкой обеспечивается ранее созревание урожая хлопчатника, что позволяет проводить последующий сев озимых зерновых культур в оптимальные сроки - на вторую половину октября - начало ноября [14; с.9-10]. Кроме того, обеспечивается 25-30% экономии поливной воды, в 1,8-2 раза сокращение количество культивации, увеличение урожайности на 7-9 центнеров с каждого гектара и улучшение качества собранного хлопкового волокна [15; с. 15-23].

Наряду с этими положительными качествами посев под пленкой имеет отрицательные стороны. В этом способе приходится большой удельный вес ручного труда на посев (в 2-3 раза больше), уборку пленки с поля, засорение почвы её остатками, а самое главное очень высокие материальные затраты (6-7 раз выше), а пересев достигает до 8-10 процентов занимаемой площади.

Следовательно необходимо разработать такую технологию посева хлопчатника, которая позволит сократить затраты труда и средств, а самое главное получит ранние и качественные всходы без пересева.

## **§1.2. Анализ современного состояния средств механизации сева хлопчатника**

Конструкция хлопковых сеялок зависит от вида семян (опушенные, оголенные, дражированные) и способа посева (рядовой, квадратно-гнездовой, часто гнездовой, пунктирный) [16; с.23-33]. Первые тракторные сеялки появились в Узбекистане в 1928-29 гг. На этих сеялках шарнирная рама с рычажным механизмом позволяло регулировать глубину хода сошников [17; с. 30-40.]. Ходовые колеса с разрезными коническими ободьями, установленными вслед за сошниками, выполняли одновременно роль катков и загортачей. На этих сеялках были установлены полозovidные сошники, и они могли, производит гнездовой посев, для этого в сошниках были установлены клапана, приводимые от кулачкового механизма.

Самым большим недостатком всех этих сеялок было то, что они работали с опушенными семенами, которые нельзя было подвергнуть сортировке и в результате этого норма высева семян достигала 80-100кг/га. Все это приводило к большим затратам на проведение прополки и снижался урожай хлопка-сырца [18; с.15-20].

Для решения этого вопроса были разработаны различные способы оголения и сортировки семян хлопчатника, что позволило внедрить посев этой культуры заданным количеством семян в гнездо [19; с. 24-26].

Важным преимуществом посева хлопчатника с заданным числом семян являлось резкое уменьшение ручной прополки лишних всходов в гнездах, изнурительной и трудоемкой операции. При посеве сеялками точного высева оголенных семян было возможно в 2-3 раза сэкономить посевной материал, снизить втрое затраты ручного труда на прореживание и ускорить развитие растений на 4-6 дней, а самое главное становилось возможным производить посев семенами высокой репродукции. Это обеспечивало повышение урожайности хлопчатника на 4-6 ц/га [20; с. 34-38].

В связи с этим с 1960 г. было начато производство сеялок точного высева оголенных семян хлопчатника заданным количеством в гнездо.

Последующей марки этой сеялки явился выпуск сеялки СМХ-4. Главная её особенность возможность посева заданным количеством как оголенных, так и опушенных семян, что достигалось установкой на сеялку соответствующих высевających и гнездящих аппаратов и механизма привода к ним [21; 12-16].

Для посева оголенных семян на заводе Узбексельмаш на базе сеялки СМХ-4 путем установки на ней вместо дискового высевającego аппарата пневматический был начат выпуск пневматических сеялок СМХ-4-04 и СМХ-4-04-01 [22; с. 24-26].

Кроме того, для качественного сева хлопчатника заданным количеством семян фирмы США выпустили достаточно эффективную пневматическую сеялку CASE-1200M, а Турецкие фирмы пневматическую сеялку SINMEZLER. Обе эти сеялки при испытании на полях ИМЭСХ показали неплохие результаты по качеству отбора и посева семенами хлопчатника высокой репродукции [34; с. 12-17].

Однако все эти сеялки широко используются только на посевах хлопчатника по гладкому полю.

Сев хлопчатника по гладкому полю при помощи этих сеялок самый простой и мало затратный [23; с. 14-16]. Однако он не всегда обеспечивает нормальное развитие растений, особенно в ранний период. Так, при выпадении осадков, почвы хлопковой зоны заплывают, и на посевах образуется мощная почвенная корка, что задерживает появление всходов и даже приводит к пересеву хлопчатника. Это отрицательно сказывается на росте и развитии растений и получении урожая [24; с. 5-12].

Посев хлопчатника по гребням широко используется в южных зонах хлопководства. Но в последние годы этот способ посева нашел применение и в остальных зонах нашей Республики. Так по данным УзНИХИ (Узбекский научно-исследовательский хлопководческий институт) на гребнях, сформированных осенью, обеспечивается лучший прогрев её весной, получение более ранних всходов хлопчатника а, следовательно, более высокий урожай по сравнению с традиционной технологией. Обычно формирование гребней проводится в конце ноября после зяблевой вспашки. Весной эту работу сделать сложно из-за высокой влажности почвы на глубине хода рабочих органов. Здесь необходимо отметить, что на гребнеобразной форме рядка снижается коркообразование по сравнению с посевом на ровном поле. [25; с. 24-36].

Осадки собираются в борозды по бокам гребня, благодаря чему почвенная корка образуется не на самом рядке, а по бокам. Кроме того, резко снижается возможность заваливания растений при культивации посевов. Так по данным ученые ИМЭСХ при обильных осадках во время посевной, гребни сохраняют хлопчатник от затопления и мощного коркообразования, способствуют быстрому высыханию и прогреванию почвы рядка. Все это является определяющими условиями в получении дружных и здоровых всходов хлопчатника [26; с.3-31].

Недостатком этой технологии является то, что под влиянием зимних и весенних атмосферных осадков почва на вершине гребня заметно уплотняется. Так если для обеспечения нормального условия прорастания семя плотность почвы должна составлять  $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$  то по данным О.Рахматова здесь она достигает  $1,47-1,49 \text{ г/см}^3$ , что не позволяет нормально работать полозovidному сошнику сеялки. Связи с этим перед посевом вершину гребней приходится многократно обрабатывать зубовыми бородами вдоль и поперек, что повышает эксплуатационные и трудовые затраты в 2,5-3 раза по сравнению с традиционным способом посева по гладкому полю [27; с.30-31].

Для устранения этих недостатков в НИИМЭСХ было предложено устройства для сева хлопчатника с одновременным снятием верхнего сухого слоя почвы и рыхлением зоны прохода сошника сеялки (рис.1.1). При такой технологии, по словам авторов, совмещаются две операции подготовка почвы и сев хлопчатника, что исключает необходимость проведения многократных предпосевных обработок вершины гребня [28; с.32-56].

Проведенные исследования показали, что недостатком данного устройства является то, что пассивные его рабочие органы за один проход

плохо рыхлят сильно уплотненную вершину гребня и особенно при наличии в гребне крупных комков, что усложняет работу посевного агрегата.

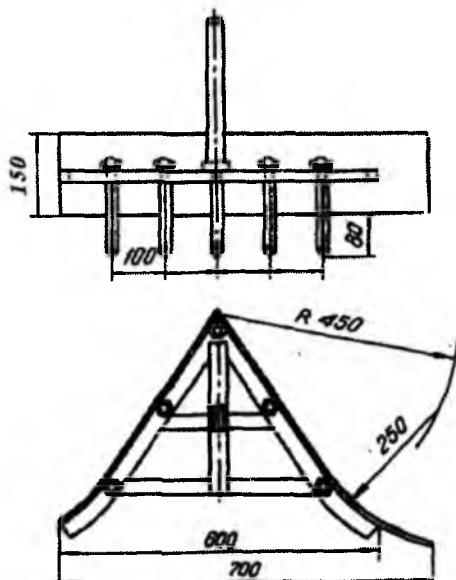


Рис.1.1.

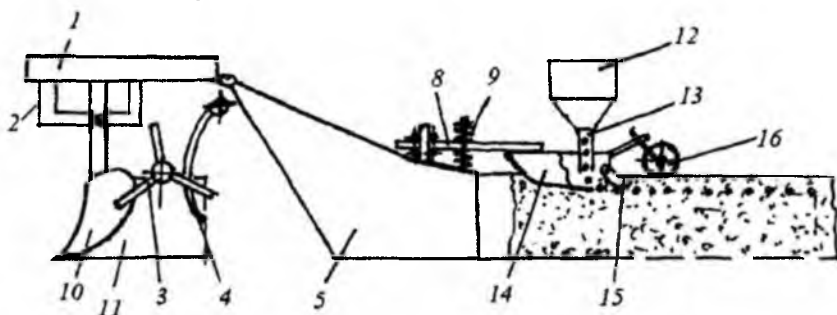
### Гребнесниматель-рыхлитель

Из всего выше сказанного следует, что благодаря работам научных сотрудников Научно-исследовательского института механизации и электрификации сельского хозяйства, конструкторов заводов Узбекистана, фирмами США и Турции сделано много для совершенствования конструкции хлопковых сеялок и их высевяющих аппаратов. Однако все эти сеялки предназначены для посева по гладкому полю, то есть для традиционного способа посева в то время как для защиты семенного ложа от дождевых потоков и проведения подпитывающих поливов у этих сеялок отсутствуют устройства для проведения качественного посева по новым технологиям

### §1.3. Анализ технологий и технических средств для формирования гребней при возделывании пропашных культур

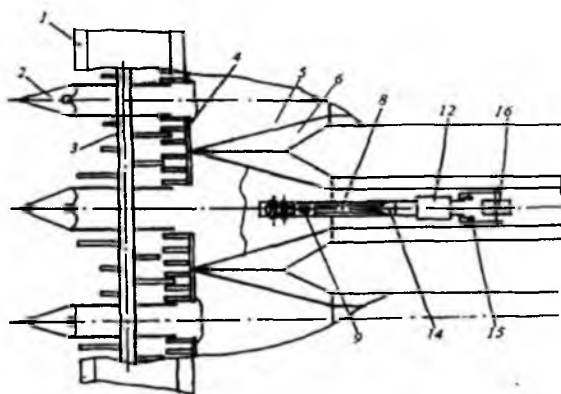
В европейских странах и Российской Федерации большое внимание уделяется к совершенствованию технологий гребневого посева и средств для ее осуществления.

Г.А.Габдуллиним предложен способ формирования гребней под посев и устройство для его осуществления [30; с.2-4]. Способ поделки гребней под посев осуществляется устройством приведенным на рис.1.2 и рис.1.3 реализуется в следующей последовательности.



**Рис.1.2. Схема устройства для формирования гребней по патенту RU 2288560**

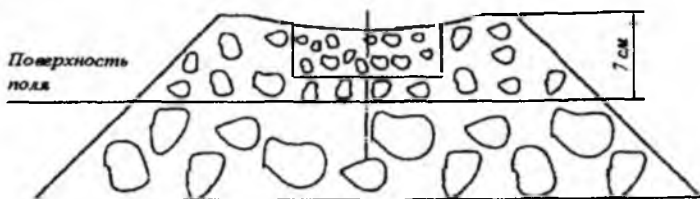
Перед формированием гребней производят основную обработку почвы на глубину 12-15 см, вносятся удобрения и осуществляется фрезерование этого слоя почвы[30; с.2-4].



**Рис.1.3. Схема устройства для формирования гребней по патенту RU 2288560 (вид сверху)**

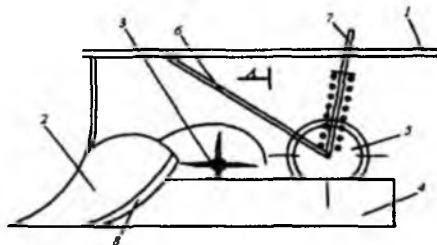
При движении агрегата окучники 2 подрезают передней отвальной частью 10 пласт почвы и направляют его на боковые стороны под ножи фрезерных барабанов 3, образуя по центру борозду. Ножи фрезерных барабанов измельчают почвенный пласт на мелкие почвенные комки, при этом в процессе фрезерования поднятый слой пласта удерживается ограждающими вертикальными стенками задней части 11 окучника 2, а почвенные комки после измельчения отбрасываются на сепарирующие решетки 4 с зазорами сепарирующих устройств уборочных машин. Прошедшая через зазор решеток 4 сепарированная масса почвенных комков укладывается по границам борозды, а вслед идущими боковыми щитками 7 фрезерных барабанов 3 сдвигаются к центру снова в открытую борозду, образуя над ней гребень и колеи для прохода движителей машин. Не прошедшие через зазоры решеток комки не поддавшись разрушению при фрезеровании, отводятся С-образными прутками решеток 4 к боковым стенкам гребня и утрамбовываются боковыми щитками 7 фрезерных барабанов. При этом боковые щитки 7 кожуха 5 фрезерных барабанов, по ходу движения обеспечивая формирование боковых откосов, а нижние кромки смежных боковых щитков 7, расположенные в одной плоскости под углом друг к другу, формируют плоское дно колеи, ширина которого равна ширине шин для прохода движителей машин. Верхняя плоскость 6 кожуха фрезерных барабанов 3 не только формирует поверхность образуемого гребня, но и несет на себе посевную секцию. Посевная секция не имеет копирующего катка и механизмов навески и устанавливается шарнирно посредством поводка 8 и упругих элементов - парных силовых пружин сжатия и растяжения 9 непосредственно на верхнюю плоскость 6 кожуха. Семена (клубни) из бункера 12 по семяпроводу 13 поступают в открытую сошником 14 бороздку, засыпаются вслед идущим загорточем 15 и прикатываются катком 16. Высев (посадка) корнеклубнеплодов обеспечивается равномерно по глубине благодаря установке шарнирно поводка 8 и упругих элементов (парных уравновешенных друг друга силовых пружин) на верхней плоскости 6 кожуха 5 фрезерных барабанов[31; с.2-5].

Научными сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Н.Ф.Ермаковым и А.К.Поперекиным разработан способ формирования гребней при посевной обработке суглинистых почв и устройство для его осуществления [31; с.2-5].



**Рис.1.4. Поперечный разрез формируемых гребней**

Им предложенный способ осуществляется следующим образом: вначале нарезают борозды орудиями, затем образуют гребни путем подъема, оборачивания и укладки подрезанных пластов почвы на основание гребней, после чего размельчают почвенные комки фрезерными ножами на глубину высева, выравнивают и формируют гребней (рис.1.4). При этом высота гребней составляет не более 15 см, с шириной вершин 15-20 см. На поверхности вершины каждого гребня образуют вогнутую кривизну, имеющую в сечении форму эллипса. Откосы гребней формируют с углами 45-55°. В зоне высева производят размельчение почвенных комков поверхности не ниже 60% поверхности гребней в зоне высева производят фрезерными ножами до размеров 3 мм. С помощью давления катка регулируют в пределах 1,15-1,25 г/см<sup>3</sup>. Устройство для формирования гребней (Рис.1.5) включает установленные на раме 1 и закрепленные на ней секционной в технологической последовательности орудия 2, фрезерный барабан 3 с кожухом, и каток 5 для уплотнения образуемых гребней [31; с.2-5].



**Рис.1.5. Схема устройства для формирования гребней по патенту RU 2284093 (вид сбоку)**

Боковые щитки 4 кожуха являются формирователями гребней. Каток установлен на раме шарнирно посредством нажимной подпружиненной штанги 7, расположен между боковыми щитками и выполнен с шириной захвата меньше, чем поверхность гребней [31; с.2-5].



На боковых крыльях орудий установлены режущие пластины, которые закреплены шарнирно к полевым обрезам. Регулирование углов откоса гребней и их ширины соединены между собой винтовым механизмом натяжения [31; с.2-5]. Такая технология не пригодна для выращивания хлопчатника, особенно в зонах обильного дождя.

Известно, что современные европейские технологии производства картофеля предусматривают осуществление формирования гребней как самостоятельная операция через 1-2 недели после посадки (рис.1.6) или одновременно с посадкой при установке соответствующего гребнеобразующего модуля на картофелепосадочную машину (рис.1.7) [32; с. 1-4].



**Рис.1.6. Формирование гребней после посадки пропашными культиваторами фрезерного типа *GF***

В обоих случаях формируется высокообъемные гребни, у которых периметр поперечного сечения превышает 90 см (рис.1.6). Такие гребни имеют высоту 27...30 см от дна борозды до их вершины независимо от ширины междурядья. Такая правильная форма гребней получается за счет использования гребнеобразующих плит, установленных на пропашных культиваторах фрезерного типа *GF* или с пассивными рабочими органами *GH*, а также на прицепных/навесных картофелесажалках [32; с. 1-4].

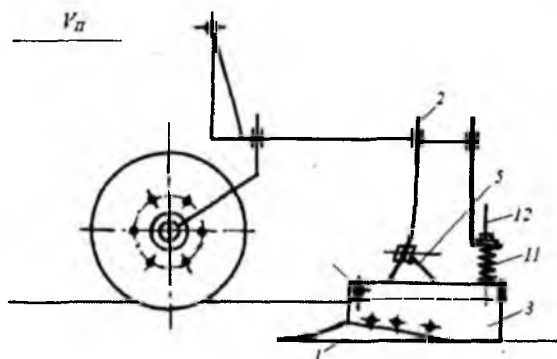


**Рис.1.7. Формирование гребней одновременно с посадкой картофеля картофелепосадочной машиной с гребнеобразующим модулем**

Таким образом, в европейских странах широко используются гребнеобразование с применением гребнеобразующих плит в составе пропашных культиваторов или картофелепосадочных машин.

Приведенные способы [32; с. 3-5] в основном предназначены для формирования гребней из-под картофеля. Устройства для осуществления этих способов сложны по конструкции, металлоемки и требуют больших энергетических затрат при подготовке почвы к посеву.

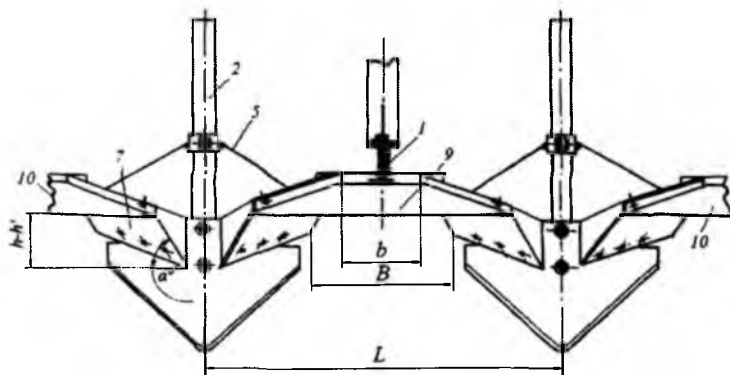
Р.Д.Джавадовым, А.Г.Пономаревым и Н.С.Кабаковым [33; с.1-4] предложен окучник-уплотнитель гребней (рис.1.8 и 1.9).



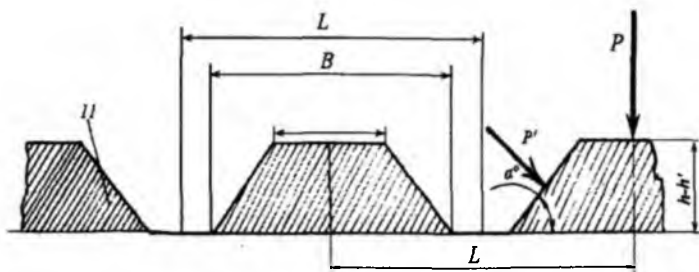
**Рис.1.8. Схема окучника-уплотнителя гребней по патенту RU 2196399 (вид сбоку)**

В машине для окучивания-уплотнения гребней между стойками 2 стрельчатых лап 1 установлен окучник-уплотнитель гребня 3, выполненный в виде металлического короба в форме равнобокой трапеции со съемным верхом 9 и открытым дном, сужающийся по длине боковые грани 7 которого снизу жестко прикреплены под острым углом к полотнам стрельчатых лап 1, а сверху стойками 2. Универсальные стрельчатые лапы с окучником-уплотнителем 3 гребня совмещают рыхление междурядий с окучиванием, формированием и уплотнением гребня 8. [33; с. 1-4].

В данной машине функцию окучника выполняют грани короба 7, закрепленные к полотнам лезвий лап 1, отваливая и присыпая стенки гребня почвой, разрыхленной лапами, а формирование гребня с необходимой плотностью обеспечивают, соответственно, выходные конструктивные геометрические параметры короба окучника-уплотнителя 3 с механизмом уплотнения гребня. Верхнее основание 9 окучника-уплотнителя 3 в входной части пальцами 6 шарнирно соединено с гранями 7, а в выходной суженной части снабжено механизмом уплотнения гребня. Механизм уплотнения гребня состоит из пружины сжатия 11 со стержнем 12. После прохода окучника-уплотнителя формируются гребни трапециадальной формы (рис.1.10) [33; с. 1-4].



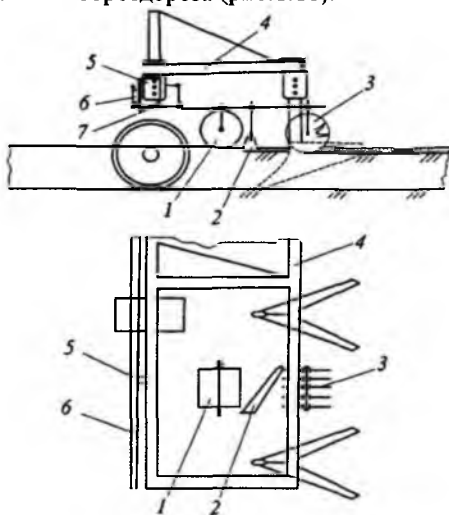
**Рис.1.9. Схема рабочего органа окучника-уплотнителя гребней по патенту RU 2196399**



**Рис.1.10. Схема поперечного сечения сформированного гребня после окучевания и уплотнения**

Данный окучник-уплотнитель гребней по конструкции является оригинальным, однако он выполняет только одну операцию – формирование и уплотнение гребней.

Учеными НИИМЭСХ [34; 3-6.] разработано устройство для обработки гребней сформулированных осенью. Устройство состоит из последовательно установленных на раме зубчатого бруса, плоскорежущего ножа, ротационной звездочки и бороздореза (рис.1.11).



1–каток; 2–плоскорежущий нож; 3–ротационная звездочка; 4–рама;  
5–кронштейн; 6–мала-выравниватель; 7–параллелограммный механизм;  
8 – бороздорез

**Рис.1.11. Устройство для обработки гребней, сформулированных осенью**

Устройство предназначено для уничтожения сорных гребней и борозды, а также для создания благоприятных условий для посева семян [34; с. 3-6].

Применение устройство приводит к увеличению количество проходов машин по полю. Из-за сложности конструкции, металлоёмкости и энергоёмкости устройство не нашел широкого применения.

Почвообрабатывающая машина KSM-4S фирмы Erdem Sanayi (Туркия) применяется для обработки и подготовки к посеву существующих гребней. (рис.1.12) [34; с. 3-6].

Данная машина, состоящая из последовательно установленных на раме долотообразных рыхлителей с крыльями, бороздорезови формовщиков гребней разрыхляет существующих гребней, уничтожает сорных растений и формирует новых гребней. При этом осуществляется качественная обработка и подготовка почвы к посеву на гребнях. Однако увеличивается количество проходов машин по полю. Поэтому целесообразно осуществляют обработку существующих гребней, формирование требуемой их формы и посев за один проход машины[34; с. 3-6].

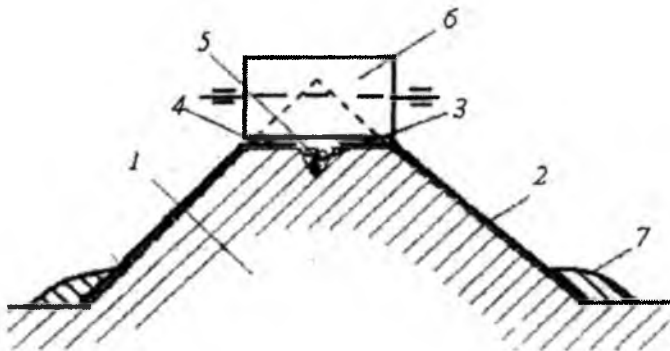


**Рис.1.12. Машина для формирования гребней KSM-4S фирмы “Erdem Sanayi”**

Ученые ТИИИМСХ предложили одновременно с посевом проводить сглаживание вершины гребней [35; с. 2-5]. Сущность данного изобретения заключается в следующем.

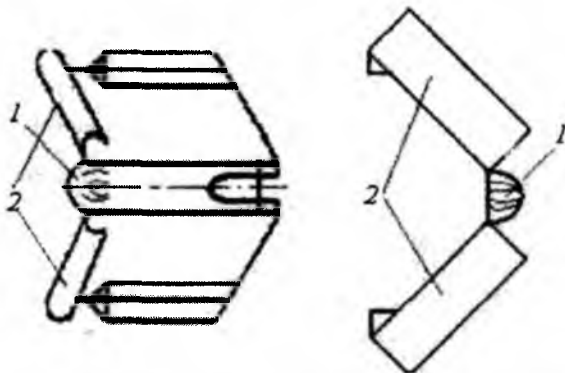
При движении посевного агрегата по подготовленному к посеву полю с нарезанными коническими гребнями, специальным устройствам (рис.1.13) установленным перед сошниками сеялки сглаживает при помощи полоза 1

вершину гребня и при помощи крыльев 2 разглаживает боковую поверхность гребня. Затем на эту поверхность укладывается пленка, в ней пробиваются отверстия и проводится закладка семян. Затем уплотняющим катком пленку над посевной поверхностью прижимают и тем самым предотвращая образование пустого пространства под пленкой, что препятствует появлению сорняков или приводит их гибели[35; с. 2-5].



**Рис.1.13. Схема посева хлопчатника по снятым гребням и её уплотнение (по патенту РУз 04960)**

Недостатком данного устройства является то, что оно только осуществляет сглаживание гребня, конструкция устройства не позволяет формирование гребней, не сможет перемещать и уплотнять почву, а следовательно гребней будет рыхлыми, бесформенными и быстро развалятся, что не приемлемо для проведения посева на гребнях.



**Рис.1.14. Схеме полоза-сглаживателя**

Из этого следует, что необходимо разработать устройство к хлопковым сеялкам, которое позволит качественно провести посев на гребнях и при этом резко сократить затраты труда и средств, а самое главное получить ранние и качественные всходы и защитить их от дождевых потоков, а при необходимости провести подпитывающие поливы [35; с. 2-5].

#### **§1.4. Особенности агрометеорологических условий Узбекистана в период проведения посева хлопчатника и их влияние на качество посева**

Известно, что получение ранних, дружных и здоровых всходов способствует повышению урожайности хлопчатника и сбора его в оптимальные сроки [36; с. 379-380].

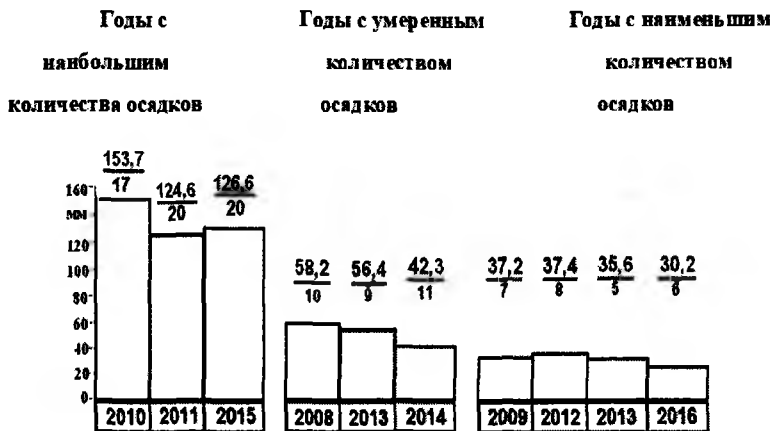
Однако хлопкоробы Узбекистана в период посевной из-за изменения климата в последние годы сталкиваются с большими трудностями, из-за этого приходится на части площади пересевать хлопчатник [12; с.4-8]. Все это приводит к снижению урожайности хлопчатника и затягиванию его уборки. Как известно процесс прорастания и появления всходов из семян хлопчатника происходит следующим образом. При достаточной влажности и необходимой температуре семя набухает, кожура его растрескивается, и зародыш начинает расти. Для этого нужно, чтобы устойчивая температура почвы достигала 12-14<sup>0</sup>С, а влажность была не ниже 12-15 %.[12; с. 4-8].

Как же складываются агрометеорологические условия этого периода в основных хлопковых зонах нашей Республики в последние годы. Для этого нами были собраны материалы Узгидрометцентра с 25 марта по 25 апреля за десять последних лет по температуре воздуха, почвы и выпадение осадков в Ташкентском и Андижанском областях [36; с. 379-380, 37; с.1-4].

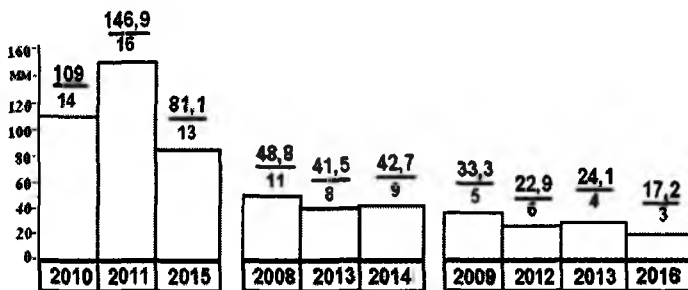
Очень важным фактором здесь является количество атмосферных осадков и их интенсивность в период посева так как от этого зависит появление над семенным ложем почвенной корки, источник пересева.

Кроме того, при недостаточном увлажнении для развития семян требуется проведение подпитывающих поливов. С этих точек зрения нами проанализированы материалы Узгидромета по Ташкентскому и Андижанскому областям за 10 последних лет с 25 марта по 25 апреля [37; с.1-4]. Результаты этого анализа проведены на рис.1.15.

## ПО ТАШКЕНТСКОМУ ВИЛОЯТУ



## ПО АНДИЖАНСКОМУ ВИЛОЯТУ



**В числителе:** Количество осадков, в течение данного периода, мм

**В знаменателе:** Количество дождливых дней

**Рис.1.15.** Продолжительность атмосферных осадков в период посева хлопчатника (с 25 марта по 25 апреля) по данным Узгидромета

Из материалов Узгидромета [37; с.1-4] видно, что наибольшее количество осадков от 81,1 до 153,7 мм и её интенсивность от 13 до 21 дня



приходится в период 2010-2012 гг. Известно, что в результате высокой интенсивности и большого количества осадков семенная ложка затопливается дождевыми потоками, что способствует образованию почвенной корки и соответственно ухудшению развития всходов [36; с. 379-380, 37; с.1-4].

Известно [36; с. 379-380], что устранение затопления семенное ложе дождевыми потоками, соответственно ликвидации вредного влияния погодных условий на всхожесть и развитие посевов хлопчатника можно достичь путем предохранения семенное ложе от попадания на него дождевого потока. Одним из таких способов является посев на гребнях взамен посева хлопчатника по гладкому полю.

Однако в настоящее время наиболее распространен в Республике сев хлопчатника по гладкому полю с нарезкой через рядок поливных бороздок. (рис.1.16). Это наиболее производительный и самый экономический способ посева [38; с. 3-5].



**Рис.1.16. Посев по гладкому полю (традиционный способ посева)**

Результаты опытов показывает, что такой способ не способствует получение ранних и дружных всходов хлопчатника. Из рис.1.16 видно, что из-за образования почвенной корки 4 на поле 2 над семенным ложе 3 после осадков происходит гибель [36; с. 379-380].

Для защиты посевов от дождевых потоков, исключения пересевов, соответственно увеличения урожайности хлопчатника в последние годы в Республике начали применять посевы на гребнях, нарезанных осенью. (рис.1.17) [[36; с. 379-380, 38; с. 130-134].



**Рис.1.17. Схема образования почвенной корки на боках гребней при посеве хлопчатника по снятым гребням**

Аналогичные результаты были получены С.П.Пулатовым и др. при проведении посева хлопчатника по снятым гребням в учебном хозяйстве ТИИИМСХ [39; с. 4-12]. По их данным здесь обеспечивается увеличение толщины плодородного слоя почвы в зоне развития корневой системы, а при поливе улучшается капиллярное смачивание почвы в зоне рядка, повышается интенсивность микробиологических процессов. Все это в целом обеспечивает более раннее созревание и повышение урожайности хлопкa-сырца[40; с. 25-30].

Однако для проведения посева по этой технологии необходимо осенью на поле нарезать гребней, а перед севом подготовить вершину гребня к проведению данной операции, на что требуется не менее двух отдельных агрегатов, что увеличивает эксплуатационные и трудовые затраты в 3-3,5 раза [40; с. 25-30]. Кроме того, здесь очень сложно проводить посев существующими посевными агрегатами, так как сошник сеялки из-за отсутствия опоры начинает “вилять” из стороны в сторону, что резко нарушает качество сева.

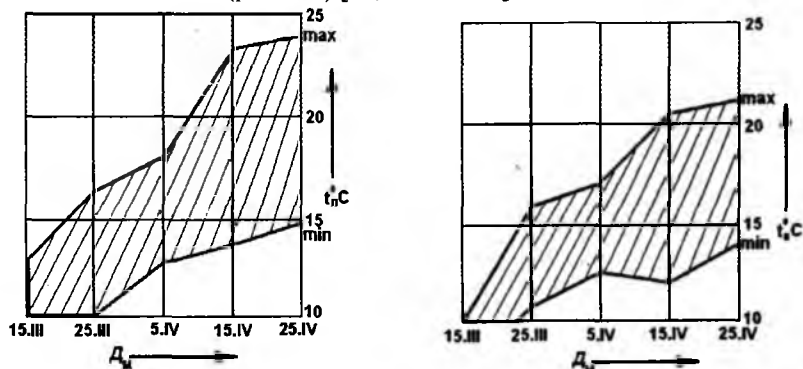
Помимо этого в этот отрезок времени имелись годы с небольшим количеством атмосферных осадков (2000, 2001, 2004, 2008 гг.) (от 17,2 до 37,4 мм) и их интенсивностью (от 4 до 8 дней). Такое количество осадков недостаточна для нормального развития всходов. Для ликвидации этого явления необходимо провести подпитывающие поливы небольшой нормой [41; с. 5-15]. Для этого на полях нужно нарезать борозды в каждом рядке, что затянет проведение подпитывающих поливов, а следовательно скажется на развитии всходов и отразится на урожае. Следовательно, для устранения этого недостатка необходимо на поле иметь готовые борозды, которыми могут служить канавка между соседними гребнями.

Отсюда следует, что для устранения излишка влаги или её недостаточности лучше всего проводить посеы хлопчатника на гребнях сформированных одновременно с посевом, которые позволят с меньшими затратами и в сжатые сроки устранить влияния атмосферных осадков на всходы хлопчатника и защитить их от дождевых потоком и при необходимости провести подпитывающие поливы [42; с.538-539].

Вторым важным фактором для появления всходов является температура почвы и воздуха. Так при температуре почвы 10-12<sup>0</sup>С, начинается пробуждение жизнедеятельности семян хлопчатника, при 13-14<sup>0</sup>С зародыш трогається в рост, при 14-16<sup>0</sup>С начинается прорастание семян, а при 17-18<sup>0</sup>С обеспечивается появление всходов на поверхности почвы [43; с. 28-29]. При этом разница между дневной и ночной температурой колеблется от

9 до 16<sup>0</sup>С при этом в ночные часы перепад температуры между смежными календарными днями составляет, всего 2-4<sup>0</sup>С. В то время как в дневные часы она колеблется от 3 до 6<sup>0</sup>С [36; с. 379-380]

По данным [36; с. 379-380] видно, что в ночное время в благоприятном для хлопководства в 2005 году минимальная температура воздуха в ночное время составляла от 7 до 14<sup>0</sup>С, а в тот же период в неблагоприятном 2003 году колебалось от 1 до 9<sup>0</sup>С, то есть ниже 2005 года на 5-6<sup>0</sup>С, а в дневные часы в 2005 году она колебалась от 15 до 19<sup>0</sup>С, то есть выше температуры 2003 года на 3-6<sup>0</sup>С. (рис.1.18) [36; с. 379-380].



**Рис.1.18.** Среднесуточные показатели температуры воздуха ( $t_a^{\circ}\text{C}$ ) и поверхности почвы ( $t_n^{\circ}\text{C}$ ) с 15 марта по 25 апреля ( $D_M$ ) за 10 последних лет.

Из этого следует, что повышение температуры воздуха и соответственно температуры почвы позволяет провести посев в ранние сроки, что способствует получению здоровых всходов растений [36; с. 379-380].

Причиной не удачного 2003 года затяжная холодная и дождливая весна, которая привела к повсеместной задержке развития хлопчатника. В результате этого если в сентябре в 2005 года было собрано более миллиона тонн хлопка-сырца, то в 2003 году уборка развернулась лишь к концу этого месяца [12; с.1-5].

По мнению [36; с. 379-380], что на рост и развитие хлопчатника в большей степени влияет нагревание почва днем и охлаждение ночное время по сравнению воздуха (на 7-15<sup>0</sup>С). Они считают, что этот фактор будет влиять на рост и развитие хлопчатника в большей степени, чем температура воздуха. Посев в непрогретую почву в слишком ранние сроки способствует загниванию семян, получают изреженные и хилые всходы [36; с. 379-380].

Следовательно, определять сроки сева по среднесуточной температуре воздуха и игнорируя при этом фактической температурой почвы и особенно в ночное время не желательно. Так наши данные показывают, что между среднесуточной температурой почвы и воздуха существует тесная связь, что нельзя сказать о ночной температуре почвы, которая в значительной степени, как было сказано выше, влияет на появление всходов и развитие растений. Исходя из средне ночной температуры почвы посевную в худшем случае необходимо начинать 15 апреля, а в среднем, где то 5-7 апреля. Проведенный анализ метеосводок по хлопковой зоне Ташкентскому вилояту с 2008 по 2017 год говорит о том, что неблагоприятные по погодным условиям температура почвы в начале апреля для посева имеет место в 6 случаях из 10 [44; с.1-3].

Но самое главное для ликвидации вредного влияния погодных условий на посевах хлопчатника в первую очередь необходимо устранить попадание дождевого потока в семенное ложе. Исходя из этого на наш взгляд нужно вернуться к посевом по джоякам, которое использовали наши деды, то есть посев на гребнях сформированных одновременно с посевом. При этой технологии семена хлопчатника будут заделываться в более влажную и прогретую почву, чем при посеве на выровненной поверхности [45; с. 391-392]. Это дает возможность улучшить качество всходов и развитие растений и тем самым увеличить общий урожай хлопка-сырца и сдвинуть сроки посева на 3-4 дня. [46; с. 12-13].

Кроме того, здесь после обильных осадков, над семенным ложем не образуются лужи, что отрицательно влияет не посевам, выполненные по традиционной технологии [ 47; с. 8-9].

### **§1.5. Цель и задачи исследования**

Повышение урожайности хлопчатника и сбора его в оптимальные сроки связано с обеспечением получения ранних, дружных и здоровых всходов. Однако, в последние годы, хлопкоробы Узбекистана в период посевной сталкиваются с большими трудностями из-за неблагоприятных погодных условий (проливные дожди, заморозки на почве и т.д). Из-за этого на части площадей приходится пересевать хлопчатник, что приводит к снижению его урожая, затягиванию уборки и удорожанию производства. В связи с этим перед хлопкоробами нашей Республики встала дилемма - изменить технологию выращивания хлопчатника, которая позволила бы провести качественный посев в ранние сроки, завершить уборку урожая в октябре и тем самым дать возможность провести все необходимые полевые работы в полном объеме под урожай следующего года, до наступления ненастных дней [48; с. 35-37].

Чтобы избежать влияния неблагоприятных погодных условий на рост и развитие хлопчатника в ряде областей нашей Республики начат посев по гребням взамен посева хлопчатника по гладкому полю [49; с. 3-4]. При этой технологии после обильных осадков над семенным ложем не образуются лужи.

Для организации посева по этой технологии в настоящее время необходимо осенью нарезать гребни, а перед севом подготовить их вершину к выполнению этой работы, а всё это влечет за собой значительные трудовые и материальные затраты, что резко снижает эффективность данной технологии.

Кроме того, как показал опыт сева хлопчатника по гребням, его очень сложно проводить существующими посевными агрегатами, так как сошник сеялки здесь не имеют необходимой опоры [50; с.547-549].

Для устранения этих недостатков необходимо разработать такое устройство для посева хлопчатника, на гребнях которое позволило бы при наименьших затратах получить ранние и здоровые всходы без пересева, а самое главное защитить эти посевы от дождевых потоков и при необходимости провести подпитывающие поливы.

Исходя из этого, в данной работе на базе полученных патентов решаются ряд технологических и технических вопросов, связанных с посевом хлопчатника на гребнях сформированных одновременно с посевом. Для этого проведены исследования, связанные с разработкой такого устройства, которые дали возможность провести посев хлопчатника на гребнях при минимальных затратах и необходимом качестве, а самое главное защитить семенное ложе от дождевых потоков и при необходимости провести подпитывающие поливы.

Исходя из выше изложенного, целью данной работы является повышение качества посева на основе разработки формовщика гребня одновременно с посевом хлопчатника [51; с.51-54].

Для выполнения поставленной цели были решены следующие задачи:

провести анализ существующих способов и машин для подготовки почвы к гребневому посеву;

разработка способа подготовки гребня для одновременного посева хлопчатника и обоснование параметров гребня;

разработка конструкции формовщика и обоснование его основных параметров;

оценка соответствия результатов полевых испытаний сеялки с разработанным устройством агротехническим требованиям;

определение агротехнических и технико-экономических показателей хлопковой сеялкой с формовщиками.

## **Выводы по первой главе**

1. Главным недостатком традиционной технологии сева хлопчатника по гладкому полю является неспособность противостоять ливневым дождям, в результате чего над семенным ложем образуется почвенная корка, что приводит к пересеву.

2. Анализ различных способов посева хлопчатника показали, что для устранения попадания дождевого потока в семенное ложе и проведения подпитывающих поливов наиболее эффективно проводить посев хлопчатника на гребнях. При этом гребни обеспечивают увеличение толщины плодородного слоя почвы в зоне развития корневой системы и лучший прогрев.

3. Анализ научных исследований и патентные исследования показали, что наиболее приемлемым способом устранения недостатков существующей технологии сева хлопчатника является посев хлопчатника на гребнях, сформированных одновременно с посевом при помощи формовщика, что даст возможность при минимальных затратах устранить возможность попадания дождевого потока в семенное ложе и при необходимости, без особого труда срочно провести подпитывающие поливы и тем самым резко снизит пересевы.

## **ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ФОРМОВЩИКА**

### **§2.1. Обоснование технологии посева с одновременным формированием гребня и конструкции формовщика**

Для устранения отрицательного влияния обильных осадков на всхожесть семян путем исключения попадания дождевого потока в семенное ложе нами предложены технологии посева: формирование требуемой формы и плотности почвы гребней, образованных осенью и одновременный посев; формирование гребней одновременно с посевом гребня требуемой формы.

При формировании гребней одновременно с посевом гребня требуемой формы к почве предъявляют повышенные требования, подготовленная почва под посев должна отвечать всем агротехническим требованиям: почва должна быть мелкокомковатая с разрыхленным слоем. Условия работы почвообрабатывающих машин не позволяет подготовить почву по агротехническим требованиям [52; с.2-3].

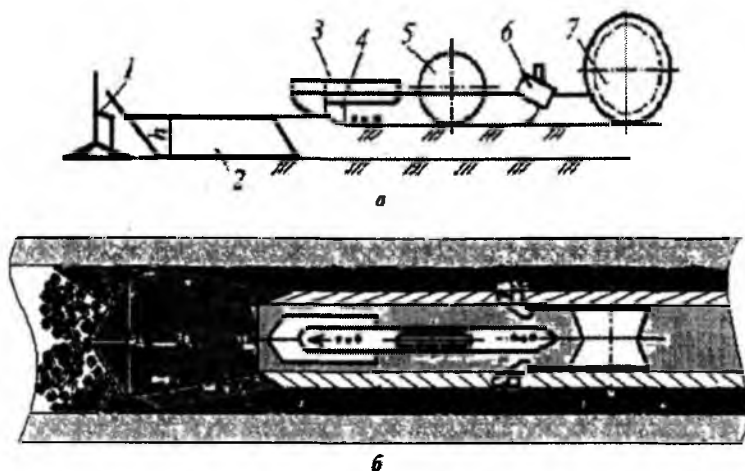
Поэтому в нашей республики производят отдельно нарезка гребней осенью или перед посевом. При этом нарезанный гребень осенью и весной теряет свою форму и происходит прорастание сорных растений. В результате этого при нарезании гребней осенью также требует дополнительную операцию по восстановлению ее формы и уничтожению сорных растений. Таким образом, в обоих случаях формирование гребней одновременно с посевом является необходимой операцией.

Исходя, из этого нами была разработана технология и специальное устройство к хлопковой сеялке, которое одновременно с посевом формирует гребня с минимально допустимой высотой. Такие гребни исключают попадание в семенное ложе дождевого потока. Благодаря таким гребням посева получают большую эффективную температуру и улучшается всхожесть семян[53; с.29-30].

Предложенная технология осуществляется следующим образом (рис.2.1): рыхлители 1, в виде полустрелчатой лапы, подрезают сорные растения и крошат почву, их почвосдвигающие пластины, перемещая почву в сторону средней части гребня, присыпают стенки гребня разрыхленной почвой, затем формовщик 2 формирует и уплотняет гребень, после чего, идущий вслед за ним полозовидный сошник 3, открывает бороздку по середине гребня, и уплотнитель 4 уплотняет ее дно, а каточек 5, после высева семян, частично вдавливают их в почву. Загортачи 6 заделывают семена на установленную глубину, а каток 7 с коническим ободом уплотняет почву.

[54; с.15-20].

В зависимости условий работы рыхлители могут быть выполнены в виде односторонней плоскорезющей лапы, полустрельчатой лапы или бороздореза – отвальчика.



- 1 – полустрельчатая лапа с почвосдвигающей пластиной; 2 – формовщик;  
 3 – сошник сеялки; 4 – уплотнитель; 5 – каточек; 6 – загортак;  
 7 – конический каток  
 а – вид с боку; б – вид сверху

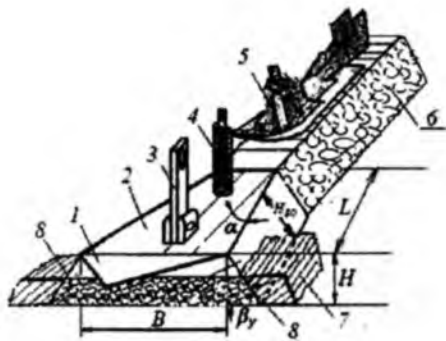
**Рис. 2.1. Технология посева с одновременным формированием гребней**

Рыхлители 1 с крыльями закрепляются, а формовщик с помощью параллелограммного механизма навешивается к раме сеялки.

Формовщик (рис.2.2) представляет из себя седлообразное устройство, который состоит из трапецидального полоза 2, двух боковых отвалов 8 и закрепленного над входной кромкой полоза козырька 1. Полоз формовщика 2 выполнен в виде металлического короба в форме равнобокой трапеции с открытым дном и сужающимся по длине боковыми гранями. Формирование вершины гребня с необходимой плотностью обеспечивают, соответственно, выходные конструктивные геометрические параметры короба.

Полоз 2 параллелограммным механизмом соединен с рамой сеялки, а в выходной суженной части снабжено пружиной сжатия 4 со стержнем.





- 1 – козырек; 2 – полоз; 3 – стойка; 4 – пружина; 5 – сошник;  
6 – формованная гребня; 7 – поле; 8 – боковые отвалы

**Рис.2.2. Схема устройства для формовки гребней одновременно с посевом**

Полоз для формовки гребня одновременно с посевом представляет собой равнобокую трапецию, боковые грани 8 которой наклонены к его основанию под углом. Из-за того, что выходная кромка устройства намного уже входной кромки происходит уплотнение и формирование гребня.

### **§2.2. Обоснование формы профиля и параметров гребня**

Во многих районах Республики одним из основных требований к параметрам гребня является возможность защитить семенное ложе от его затопления дождевыми потоками и следовательно защитить от коркообразования [55; с. 10-11, 56; с. 18-19]. Как известно, при работе орудий сельскохозяйственных машин образуются гребни, стенки которых осыпается под углом естественного откоса  $\beta$ . При этом угол естественного откоса сероземных почв подготовленных к проведению сева при её насыпании с увеличением влажности почвы от 7 до 18% увеличивается от  $32^\circ$  до  $41^\circ$  [57; с. 5-7]. Следовательно, при отсыпке почвы на поле образуются гребни по форме напоминающий равнобокий треугольник. Однако для работы рабочих органов сеялок на вершине такого гребня необходимо иметь площадку, которая по данным академика Г.М.Рудакова должна быть с шириной 160-170 мм [58; 14-25]. Для этого приходится срезать её вершину, следовательно, после этого, такой гребень перед посевом превращается из треугольника в равнобокую трапецию (рис.2.3). Такую форму, которой принимаем за основу для проведения последующих расчетов.

Для определения минимально допустимых параметров сформированных во время посева гребня исходим из того, чтобы их не заливали дождевые потоки. Такие параметры гребня будут приемлемы для сероземных почв в зоне старого орошения нашей республики, где поля имеют достаточный уклон и плодородный слой почвы.

К основным параметрам гребня относится ширина нижнего основания  $b_{ос}$ , ширина вершины  $b_v$ , угол наклона ее стенки к горизонту  $\beta$  и высота гребня  $H_1$ .

Из рис.2.3 видно, что для обеспечения защиты семенного ложе площадь поперечного сечения бороздки междурядья  $S_{CDKM}$  должна больше площади поперечного сечения осадков в междурядья за сутки ( $Q_c B_M$ ). По данным Узгидрометцентра за десять последних лет в апреле по Ташкентской области максимально за сутки выпадало до 34 мм осадков [44; 1-3].

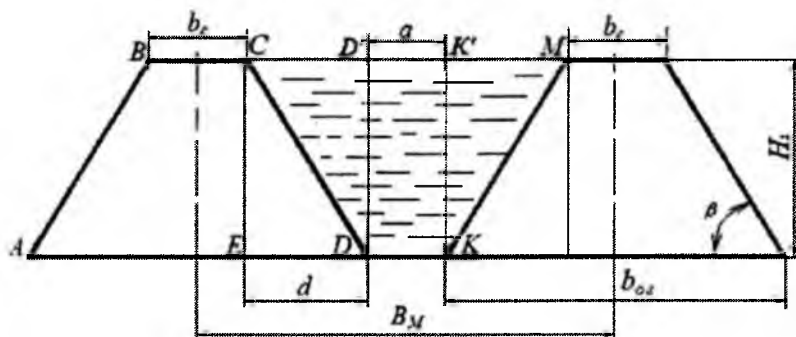


Рис.2.3. Схема к определению параметров гребня

Для определения параметров гребня примем, что выпавшие осадки должны помещаться в бороздку междурядья, т.е. в пространство между соседними гребнями. Отсюда

$$B_M Q_c = S_{CDKM} \quad (2.1)$$

Из рис.2.3 имеем

$$S_{CDKM} = S_{CDD'} + S_{D'K'KD} + S_{K'MK}, \quad (2.2)$$

где  $S_{CDD'}$ ,  $S_{D'K'KD}$  и  $S_{K'MK}$  — соответственно площади треугольников  $CDD'$ ,  $K'MK$  и прямоугольника  $D'K'KD$ .

Из рис.2.3 имеем

$$S_{CDD} = S_{KMK} = \frac{1}{2} dH_1 = \frac{H_1^2}{2} \operatorname{ctg} \beta, \quad (2.3)$$

$$S_{DKKD} = aH_1, \quad (2.4)$$

где  $H_1$  – минимально допустимая высота гребня;  
 $\beta$  – угол естественного откоса почвы;  
 $a$  – ширина дна бороздки.

Ширина дна бороздки  $a$  равна

$$a = B_M - b_z - 2H_1 \operatorname{ctg} \beta, \quad (2.5)$$

где  $b_z$  – ширина вершины гребня.  
 Подставив значение  $a$  в (2.4) имеем

$$S_{DKKD} = (B_M - b_z - 2H_1 \operatorname{ctg} \beta) H. \quad (2.6)$$

Подставив значения (2.5) и (2.6) в формулу (2.1) будем иметь

$$B_M Q_c = H_1 (B_M - b_z) - H_1^2 \operatorname{ctg} \beta. \quad (2.7)$$

Сделав преобразование этой формулы, получим следующее уравнение

$$H^2 - (B_M - b_z) H_1 \operatorname{tg} \beta + B_M Q_c \operatorname{tg} \beta = 0. \quad (2.8)$$

Решив уравнение (2.8) получим следующую зависимость для определения минимально допустимой высоты гребня

$$H_1 = 0,5 \left[ (B_M - b_z) \operatorname{tg} \beta - \sqrt{[(B_M - b_z) \operatorname{tg} \beta]^2 - 4 Q_c B_M \operatorname{tg} \beta} \right]. \quad (2.9)$$

При нарезке гребня его боковые стенки осыпаются под углом естественного откоса  $\beta$ . При этом влажность почвы, подготовленной к нарезке гребня, обычно колеблется от 12 до 14%, а в зависимости от этого угол естественного откоса  $\beta$  меняется от 32 до 41° [59; с.15-25]. Исходя из этого минимальная расчетная высота гребня  $H$ , как видно из формулы (2.9)

практически очень мало зависит от величины угла естественного откоса  $\beta$ , а также от величины размера вершины гребня  $b_2$  и в основном определяется количеством осадков, выпавших за сутки  $Q_c$ .

Как известно, под воздействием осадков гребня оседает [60; с.15-20]. При этом, как показали исследования [61; с.7-8], коэффициент учитывающий усадку почвы в зависимости от высоты гребня составляет  $K_y=0,85-0,90$ . Фактическая минимальная допустимая высота гребня также зависит от величины высоты неровностей поверхности поля  $h$ , которая в среднем равна 30-40 мм.

Подставив  $Q_c=34$  мм [62; с.109-140],  $b_2=160$  мм,  $h=36$  мм и  $\beta=36^\circ$  в (2.9) находим при  $B_m=900$  мм высота гребня  $H=45,1$  мм, а при  $B_m=600$  мм высота гребня  $H=56,2$  мм. С учетом выше приведенных данных фактическая минимальная высота гребня  $H_1$  с целью защиты её вершины от дождевого потока должна быть равна:

$$H_1 = \frac{1}{2K_y} [(B_m - b_2) \operatorname{tg} \beta - \sqrt{[(B_m - b_2) \operatorname{tg} \beta]^2 - 4Q_c B_m \operatorname{tg} \beta}] + h; \quad (2.9, a)$$

$$\text{При } B_m=900 \text{ мм, } H_1 = \frac{H}{0,9} + h, = \frac{45,1}{0,9} + 36 = 86,1 \text{ мм};$$

$$\text{при } B_m=600 \text{ мм, } H_1 = \frac{H}{0,9} + h, = \frac{56,3}{0,9} + 36 = 98,6 \text{ мм.} \quad (2.10)$$

Исходя из этих, чтобы дождевая вода не заливала вершину гребня, её высота должна быть практически не менее 100 мм. При этом ширина нижнего основания гребня составит

$$b_{oz} = 2H_1 \operatorname{ctg} \beta + b_2. \quad (2.11)$$

Площадь поперечного сечения такой бороздки

$$S_z = (B_m - b_{oz}) H_1 + H_1^2 \operatorname{ctg} \beta. \quad (2.12)$$

Исходя из этих расчетов для устранения попадания дождевого потока в семенное ложе необходимо, чтобы: минимально допустимая высота гребня  $H_1$  должна быть не менее 100 мм; минимально допустимая ширина вершины гребня  $b_2$  с точки зрения устойчивой работы высевальных устройств должна быть не менее 160 мм; допустимая ширина нижнего основания гребня  $b_{oz}$  должна быть не менее 435 мм; допустимая площадь поперечного сечения бороздки  $S_z$  должна быть не менее 306 см<sup>2</sup> при  $B_m=900$  мм и 204 см<sup>2</sup> при  $B_m=600$  мм [63; с.29-31].

Исходя из этого, определим параметры формовщика к сеялке для формирования гребней с указанными параметрами, обеспечивающих защиту семенного ложа от дождевых потоков.

### §2.3. Обоснование параметров рыхлителя с почвосдвигающей пластиной

Рыхлительный рабочий орган предназначен для рыхления верхней части гребня, сформированного осенью и уничтожения сорняков. При этом его почвосдвигающая пластина перемещает разрыхленную почву в сторону середины гребня и препятствует обратного смещения почвы в борозду.

Ширина захвата рабочих органов с одной стороны должна быть больше или равна ширины входной части полоза формовщика, а с другой стороны она должна обеспечить рыхление верхней части гребня [64; с.57-59].

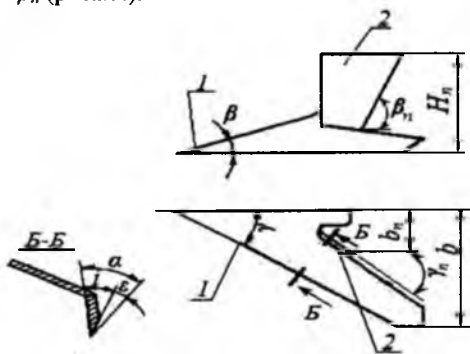
В качестве рыхлителя принимаем половину стрелчатой лапы чизеля-культиватора, так как она достаточно хорошо разрыхляет почву и уничтожает сорняки на глубину до 12 см.

Основными параметрами рыхлителя являются ширина захвата  $b_n$ , угол крошения  $\alpha$  и угол раствора  $\gamma$  (рис.2.4).

Глубина обработки рыхлительной лапы должна быть равна или больше минимальной высоты гребня, т.е.  $h_1 \geq H_1$ .

Почвосдвигающая пластина должна обеспечить перемещение в сторону подрезанных лапой корней растений и разрыхленной почвы без сгруживания их перед рабочим органом. Она присыпает стенки гребня почвой, разрыхленной лапами. Для этого необходимо обеспечить свободное скольжение почвы и растений по рабочей поверхности почвосдвигающей пластины [65; с.26-29].

Основными параметрами почвосдвигающей пластинки являются высота пластины  $H_n$ , ширина захвата  $b_n$ , угол установки  $\gamma_n$  к направлению движения, угол наклона крыла  $\beta_n$  (рис.2.4).



1 – полустрелчатая лапа; 2 – почвосдвигающая пластина

Рис.2.4. Основные параметры почвосдвигающей пластины

Рациональные значения угла  $\gamma_n$ , при которых время скольжения сорняков по почвосдвигающей пластине будет минимально, определяются по следующей формуле [16; с.78-80]

$$\gamma_n \leq \frac{\pi - 2\varphi_k}{4}, \quad (2.13)$$

где  $\varphi_k$  – угол трения корней растений по рабочей поверхности почвосдвигающей пластины.

Подставляя в это выражение известные значения  $\varphi_k=30-34^\circ$ , получим  $\gamma_n=28-30^\circ$ .

При определении высоты почвосдвигающей пластины исходим из того, что ее величина должна быть достаточна для исключения пересыпания почвы, перемещаемых впереди пластины, через ее верхней грани. Исходя из этого

$$H_n \geq H_1 \quad (2.14)$$

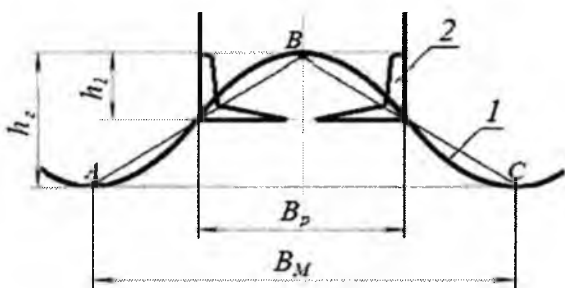
Принимаем  $H_1=100$  мм.

Ширина захвата почвосдвигающей пластины должна быть достаточна, чтобы переместить почву на величину  $(B_p - b_{oc})$ , тогда

$$\dot{b}_n = \frac{B_p - b_{oc}}{2}, \quad (2.15)$$

где  $B_p$  – ширина нижнего основания разрыхляемой части гребня.

Высота нарезанных гребней осенью составляет: при ширине междурядья 900 мм 24-26 см, а при ширине междурядья 600 мм – 21-23 см. В период от нарезки до посева гребни оседают и их высота составляет: при ширине междурядья 900 мм 20-21 см, а при ширине междурядья 600 мм – 16-19 см.



1 – гребень; 2 – полустрельчатая лапа  
**Рис.2.5. К обоснованию схемы расстановки и параметров полустрельчатых лап**

Многочисленными исследованиями [60; с.70-75, 66; с.130-135] установлено, что к весеннему посеву форма гребней становится похожей синусоиде (рис.2.5).

Для упрощения расчетов форму гребней принимаем в виде равнобокого треугольника. Из рис.2.5 определим ширину нижнего основания разрыхляемого гребня

$$B_p = \frac{h_1 B_M}{h_2} + \Delta, \quad (2.16)$$

где  $h_2$  – средняя высота существующего гребня перед посевом, принимаем при  $B=900$  мм 21 см, при  $B=600$  мм 19 см;

$h_1$  – глубина хода рыхлителя, с учетом неровности поверхности поля принимаем 12 см;

$\Delta$  – ширина неровностей гребня на высоте  $h-h_1$ ,  $\Delta=30-40$  мм. Принимаем 40 мм.

С учетом (2.16) выражение (2.15) имеет следующий вид

$$b_n \geq \frac{1}{2} \left( \frac{h_1 B_M}{h_2} + \Delta - b_{os} \right), \quad (2.15,a)$$

Подставив в (2.15,а) значения  $h_2$  и  $h_1$  при  $B_M=900$  мм и  $B_M=600$  мм получим ширину захвата почвосдвигающей пластинки соответственно 15,7 см и 8,94 см. Принимаем  $b_n$  при  $B_M=900$  мм и  $B_M=600$  мм соответственно 16 и 9 см.

Угол наклона крыла почвосдвигающей пластинки  $\beta_n$  принимаем равным углу наклона стенки гребня к горизонту, тогда  $\beta_n = \beta = 36^\circ$ .

Поперечное расстояние между соседними рыхлящими стрельчатыми лапами равна ширине нижнего основания разрыхляемого гребня, т.е.  $B_n = B_p$ . Из (2.16) при  $B_M=900$  мм и  $B_M=600$  мм получим значения  $B_n$  соответственно 554 мм и 490 мм.

При формировании гребней на ровном подготовленном к посеву поле поперечное расстояние между соседними рыхлящими стрельчатыми лапами должна быть равна ширине междурядья.

## §2.4. Обоснование основных параметров формовщика

Основными параметрами формовщика являются ширина входной и выходной кромки полоза формовщика, угол установки боковых отвалов к направлению движения  $\alpha$  и к горизонтальной плоскости  $\beta$ , длина полоза  $L$ , длина бокового отвала  $L_{\text{бо}}$ .

При работе боковые отвалы формовщика воздействия на почву производят деформацию почвы (рис.2.6). При этом частицы почвы перемещаются по боковом направлении вверх.

Оптимальный угол установки боковых отвалов  $AB$  и  $CD$  к направлению движения определим из условия обеспечения свободного скольжения почвы по отвалам, т.е.

$$\alpha \leq \frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}, \quad (2.17)$$

где  $\varphi$  – максимальный угол трения почвы по отвалу.

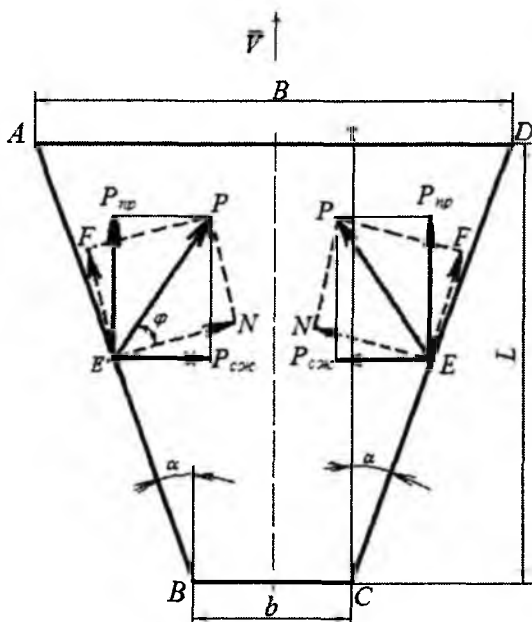


Рис.2.6. Схема к определению угла установки боковых отвалов к направлению движения



Угол наклона боковой грани гребня ( $\beta_y$ ) зависит от его уплотнения. Если угол естественного откоса почвы на боковой грани в зависимости от влажности колеблется от  $32^\circ$  до  $41^\circ$ , а с его уплотнением угол  $\beta_y$  может быть увеличен до  $42^\circ$ - $45^\circ$  [68; с. 205-208].

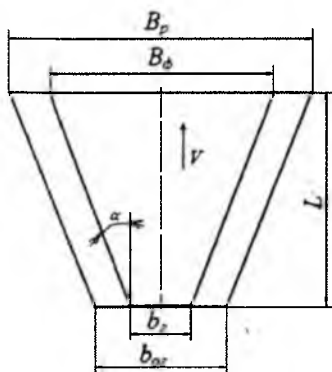


Рис.2.7. Схема к определению длины формовщика ( $L$ )

Подставляя в (2.17) известное значение  $\varphi=30^\circ$ , получим  $\alpha \leq 30^\circ$ . На основе исследований [67; с.10-20] по выбору параметров уплотнителей принимаем  $\alpha=14-16^\circ$ . При  $\alpha=14-16^\circ$  происходит скольжение почвы по боковым отвалам формовщика и уплотнение почвы достаточное для образования устойчивой гребни.

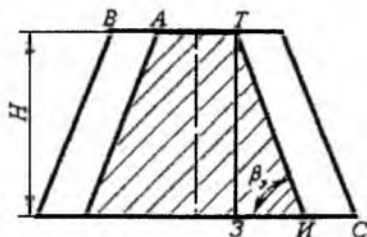
Из рис.2.7 имеем

$$L = \frac{1}{2} (B_p - b_{oe}) \operatorname{ctg} \alpha \quad (2.18)$$

и

$$B_\phi = 2L \operatorname{tg} \alpha + b_c. \quad (2.19)$$

Подставив в (2.18) и (2.19) значения  $B_p$ ,  $b_{oe}$  и  $\alpha$  получим, что длина формовщика должна быть в пределах  $L=183-238,9$  мм, а ширина входной кромки формовщика  $B_\phi=292-334$  мм.



**Рис.2.8. Схема к обоснованию угла установки боковых отвалов к горизонту**

В результате изучения способа формирования площадки для работы рабочих органов посевных машин было выявлено, что необходимо произвести уплотнение боковой грани гребня с целью устранения его осыпания. Для этого, согласно работе Т.Авазурдыева [41; с.5-9] необходимо было выполнить следующее условие, чтобы угол откоса  $\beta_y$  к плоскости поля был не более (рис 2.8)

$$\beta_y \leq \beta + \varphi, \quad (2.20)$$

где  $\varphi$  – угол внутреннего трения почвы;

$\beta$  – угол естественного откоса.

Исходя из этого, с целью устранения осыпания боковых граней гребня необходимо располагать боковые отвалы формовщика под углом  $\beta_y = 42 - 45^\circ$  к горизонтальной плоскости поля.

При работе козырек формовщика воздействия на почву производят деформацию почвы (рис.2.1). Угол установки  $\alpha_1$  козырька определим из условия обеспечения скольжения почвы по нему, т.е.

$$\alpha_1 \leq \frac{\pi - 2\varphi}{4}, \quad (2.21)$$

Подставляя в это выражение известное значение  $\varphi = 25-30^\circ$  получим  $\alpha_1 = 30-34^\circ$ .

Высоту отвала  $h$  принимаем равной минимально допустимой высоте гребня  $H_1$ , т.е.  $h = 100$  мм.

При этих параметрах боковых отвалов формовщика на поле осуществляется формирование гребня высотой не менее 100 мм и плотностью 1,0-1,2 г/см<sup>3</sup> [61; с. 7-8].

## §2.5. Определение тягового сопротивления формовщика

Тяговое сопротивление формовщика складывается из сопротивления его козырька, двух боковых отвалов и прямой части, т.е. (рис.2.9, 2.10):

$$P_T = R_{1x} + 2R_{3x} + R_{nx} + R_{nx} + R_{2x}, \quad (2.22)$$

где  $R_{1x}$  – горизонтальная составляющая сопротивления почвы на козырек;

$R_{3x}$  – горизонтальная составляющая сопротивления почвы на поверхности боковых отвалов;

$R_{nx}$  – горизонтальная составляющая сопротивления почвы на передние грани отвала;

$R_{nx}$  – горизонтальная составляющая сопротивления почвы на нижние грани отвала формовщика;

$R_{2x}$  – горизонтальная составляющая сопротивления почвы на верхнюю часть формовщика.

Козырек формовщика уплотняет слой почвы высотой  $h_k$  (рис. 2.9 и 2.11) в результате чего возникает реактивная сила  $R_1$ . Если принять, что сопротивление почвы смятию пропорционально величине деформации, то эпюра нормальных давлений почвы на рабочую поверхность козырька будет иметь форму треугольника. Максимальное значение давления почвы  $p$  в точке  $B$  [69; с.45-50]

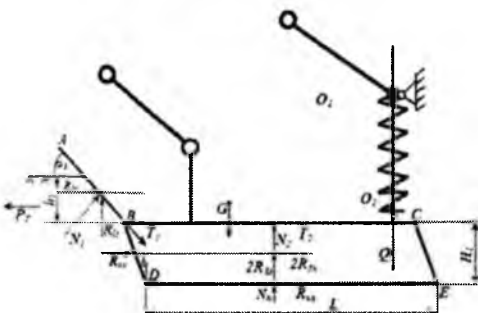
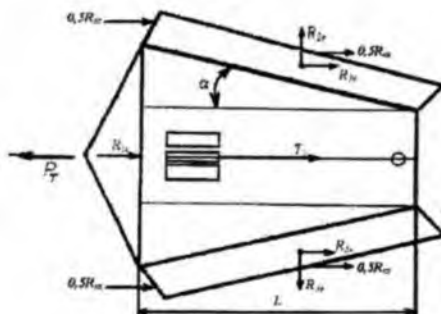


Рис. 2.9. Схема сил, действующих на формовщик в продольно-вертикальной плоскости



**Рис.2.10. Схема сил, действующих на формовщик в горизонтальной плоскости**

$$p = qh_k \quad (2.23)$$

где  $q$  – коэффициент пропорциональности (коэффициент объемного смятия почвы);

$h_k$  – толщина слоя почвы, сминаемого козырьком.

Равнодействующая элементарных нормальных сил сопротивления почвы на рабочую поверхность козырька

$$N_1 = Fp / 2, \quad (2.24)$$

где  $F$  – площадь козырька  $CC_1B_1B_2$ , соприкасающегося с почвой

$$F = \frac{CC_1 + B_1B_2}{2} BC.$$

Из рис.2.11 имеем

$$B_1B_2 = B, \quad CC_1 = B - \frac{2h_k}{\sin \alpha_1} \operatorname{ctg} \varepsilon, \quad BC = \frac{h_k}{\sin \alpha_1}.$$

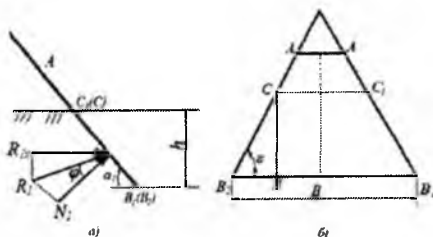
Тогда

$$F = \frac{h_k (B \sin \alpha_1 - h_k \operatorname{ctg} \varepsilon)}{\sin^2 \alpha_1}. \quad (2.25)$$

Подставляя в это выражение значения  $F$  и  $p = qh$ , получим

$$N_1 = \frac{h_k^2 q (B \sin \alpha_1 - h_k \operatorname{ctg} \varepsilon)}{2 \sin^2 \alpha_1}, \quad (2.26)$$

$$T_1 = fN_1 = N_1 \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.27)$$



**Рис.2.11. Схемы к определению сопротивления козырька:**  
**а** - силы действующие на козырек; **б** - площади козырька, соприкасающейся с почвой

Величину равнодействующей нормальных и касательных сил сопротивления почвы, преодолеваемых козырьком  $R_1$ , отклоненной от нормальной силы  $N_1$  на угол трения  $\varphi$ , можно определить по формуле

$$R_1 = \frac{Bh^2 q \sin \alpha_1 - h_k^3 q \operatorname{ctg} \varepsilon}{2 \sin^2 \alpha_1 \cos \varphi}. \quad (2.28)$$

Вертикальная  $R_{1z}$  и горизонтальная  $R_{1x}$  составляющие этой силы равны

$$R_{1x} = \frac{(Bh_k^2 q \sin \alpha_1 - h_k^3 q \operatorname{ctg} \varepsilon) \sin(\alpha_1 + \varphi)}{2 \sin^2 \alpha_1 \cos \varphi}, \quad (2.29)$$

$$R_{1z} = \frac{(Bh_k^2 q \sin \alpha_1 - h_k^3 q \operatorname{ctg} \varepsilon) \cos(\alpha_1 + \varphi)}{2 \sin^2 \alpha_1 \cos \varphi}. \quad (2.30)$$

Боковые отвалы формовщика уплотняет слой почвы высотой  $h_1$  (рис.2.5), в результате чего возникает реактивная сила  $R_3$ . При этом также принимаем, что сопротивление почвы смятию пропорционально величине деформации и эпюра нормальных давлений почвы на рабочую поверхность боковых отвалов формовщика будет иметь форму треугольника. Максимальное значение давления почвы в точке  $C$   $p = qh_1$ , где  $h_1$  – толщина слоя почвы сминаемого боковым отвалом.

Равнодействующая элементарных нормальных сил сопротивления почвы на рабочую поверхность бокового отвала формовщика

$$N_3 = F_6 p / 2, \quad (2.31)$$

где  $F_6$  – площадь бокового отвала.

$$F_{\sigma} = LH_1, \quad (2.32)$$

$$L = h_1 / \sin \delta, \quad (2.33)$$

$$h_1 = (B - b) / 2. \quad (2.34)$$

Подставляя в (2.31) значения  $F_{\text{вир}} = qh_1$ , получим

$$N_3 = \frac{0,5qH_1h_1^2}{\sin \alpha}$$

или

$$N_3 = \frac{(B - b)^2 qH_1}{8 \sin \alpha}. \quad (2.35)$$

Каждая боковая часть формовщика воздействует на почву как трехгранный клин. Поэтому при определении равнодействующей нормальных и касательных сил сопротивления почвы на боковые отвалы действие нормальных сил и сил трения целесообразно учитывать раздельно.

Определим проекции силу  $N_3$  на оси координат (рис.2.12):

$$N_{3x} = N_3 \sin \beta_y \sin \alpha = \frac{(B - b)^2}{8} qH_1 \sin \beta_y; \quad (2.36)$$

$$N_{3y} = N_3 \sin \beta_y \cos \alpha = \frac{(B - b)^2}{8} qH_1 \sin \beta_y \operatorname{ctg} \alpha; \quad (2.37)$$

$$N_{3z} = \frac{(B - b)^2}{8 \sin \alpha} qH_1 \cos \beta_y. \quad (2.38)$$

Для определения проекций на оси координат разложим силу трения  $T_3$  на две составляющие:  $T_{3n}$  — параллельной нижней грани отвала и  $T_{3p}$  — перпендикулярной нижней грани отвала (рис.2.13).

Проекция силы  $T_{3n}$  на ось  $x$  равна  $T_{3n} \cos \delta$ , а силы  $T_{3p} - T_{3p} \cos \beta_y \sin \delta$ , поэтому

$$T_{3x} = T_{3n} \cos \delta + T_{3p} \cos \beta_y \sin \delta,$$

но

$$T_{3n} = T_3 \cos \delta \text{ и } T_{3p} = T_3 \sin \delta,$$

следовательно

$$T_{3x} = T_3 (\cos^2 \delta + \sin^2 \delta \cos \beta_y) \quad (2.39)$$

Проектируя силы  $T_{3n}$  и  $T_{3p}$  на ось  $y$ , получим

$$T_{3y} = -T_3 \cos \delta \sin \delta (1 - \cos \beta_y) \quad (2.40)$$

Проектируя силу  $T_2$  на ось  $z$  и учитывая, что проекция силы  $T_1$  на эту ось равна нулю, получим

$$T_{3z} = -T_3 \sin \delta \sin \beta_y \quad (2.41)$$

Заменяя в этих выражениях  $T_3$  на  $fN_3$  получим

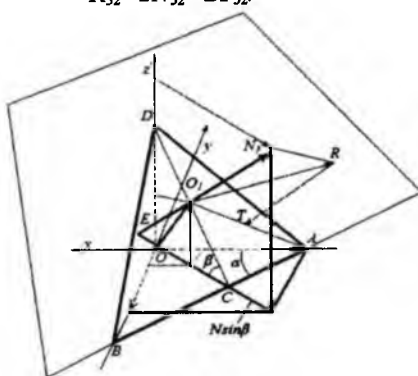
$$T_{3x} = fN_3 (\cos^2 \delta + \sin^2 \delta \cos \beta_y);$$

$$T_{3y} = -fN_3 \cos \delta \sin \delta (1 - \cos \beta_y);$$

$$T_{3z} = -fN_3 \sin \delta \sin \beta_y .$$

С учетом выше приведенных определим общее сопротивление правого и левого боковых отвалов:

$$\begin{aligned} R_{3x} &= 2N_{3x} + 2T_{3x}; \\ R_{3y} &= N_{3y} + T_{3y}, \\ R_{3z} &= 2N_{3z} + 2T_{3z}. \end{aligned} \quad (2.42)$$



**Рис.2.12.** Схема к определению проекций на оси координат силы  $N_3$ .

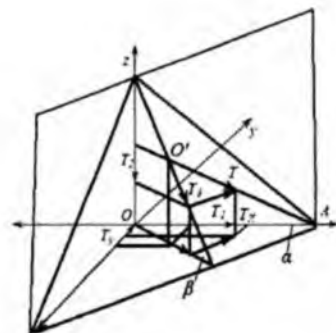


Рис.2.13. Схема к определению проекций на оси координат силы  $T_3$

Подставив значение  $N_{3x}, N_{3y}, N_{3z}, T_{3x}, T_{3y}, T_{3z}$  в (2.42) получим

$$R_{3x} = \frac{(B-b)^2}{8} qH_1 (\sin \beta + f \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha + f \sin \alpha \cos \beta); \quad (2.43)$$

$$R_{3y} = \frac{(B-b)^2}{8} qH_1 (\sin \beta + f \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha + f \cos \alpha \cos \beta); \quad (2.44)$$

$$R_{3z} = \frac{(B-b)^2}{8 \sin \alpha} qH_1 (\cos \beta - f \sin \alpha \sin \beta). \quad (2.45)$$

Сила действующая на отвалы в продольно-вертикальной плоскости равна

$$R_{xz} = \sqrt{R_{3x}^2 + R_{3z}^2}, \quad (2.46)$$

$$R_{xz} = \frac{(B-b)^2}{4} \sqrt{(\sin \beta + f \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha + f \sin \alpha \cos \beta)^2 + \frac{1}{\sin^2 \alpha} (\cos \beta - f \sin \alpha \sin \beta)^2}. \quad (2.47)$$

Угол между линией действия  $R_{xz}$  и осью  $X$  определим по следующей формуле

$$\theta = \operatorname{arctg} \frac{R_{3z}}{R_{3x}}. \quad (2.48)$$

Величину равнодействующей нормальных и касательных сил сопротивления почвы, действующей на передние грани отвала формовщика можно определить по следующей формуле



$$R_n = \frac{2ptH_1}{\cos^2 \delta}, \quad (2.49)$$

где  $t$  – толщина отвала формовщика;

$\delta$  – угол наклона передней грани отвала к вертикали.

Так как  $\delta < \varphi$ , то горизонтальная составляющая этой силы

$$R_{nx} = R_n = \frac{2ptH_1}{\cos^2 \delta}. \quad (2.50)$$

Величину равнодействующей нормальных и касательных сил сопротивления почвы, действующей на нижние грани отвала формовщика можно определить по следующей формуле

$$R_n = \frac{2N_n}{\cos \varphi} = \frac{2L_1tp}{\cos \varphi}, \quad (2.51)$$

где  $N_n$  – нормальная сила на нижний грань отвала

$$N_n = L_1tp \quad (2.52)$$

Горизонтальная  $R_{nx}$  составляющая этой силы равна

$$R_{nx} = 2T_n = 2N_n \operatorname{tg} \varphi = 2L_1pt \operatorname{tg} \varphi \quad (2.53)$$

Величину равнодействующей нормальных и касательных сил сопротивления почвы, действующей на прямую часть формовщика можно определить по следующей формуле

$$R_2 = \frac{N_2}{\cos \varphi} = \frac{(B+b)L_1p}{2 \cos \varphi}, \quad (2.54)$$

где  $N_2$  – нормальная сила на прямую часть формовщика.

Горизонтальная составляющая этой силы  $R_{2x}$  равна

$$R_{2x} = T_2 = N_2 \operatorname{tg} \varphi = \frac{(B+b)}{2} L_1p \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.55)$$

Подставляя значения  $R_{1x}$ ,  $R_{3x}$ ,  $R_{nx}$ ,  $R_{nx}$  и  $R_{2x}$  в (2.22) получим

$$P_x = \frac{(Bh_k^2 q \sin \alpha - h_k^3 q \operatorname{ctg} \varepsilon) \cos(\alpha + \varphi)}{2 \sin^2 \alpha \cos \varphi} + \frac{(B-b)^2 q H_1 (\sin \beta_y + f \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha + f \sin \alpha \cos \beta_y)}{4} + \frac{2ptH_0}{\cos^2 \delta} + 2L_1 t \operatorname{tg} \varphi + \frac{(B+b)}{2} L_1 t \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.56)$$

Влияние скорости движения на тяговое сопротивление формовщика можно определить с учетом следующей формулы

$$q = q_0(1 + K_V V), \quad (2.57)$$

где  $q_0$  – коэффициент объёмного смятия почвы при скорости движения, близким 1 м/с;

$K_V$  – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения на коэффициент объёмного смятия почвы.

С учетом (2.57) зависимость (2.56) имеет следующий вид

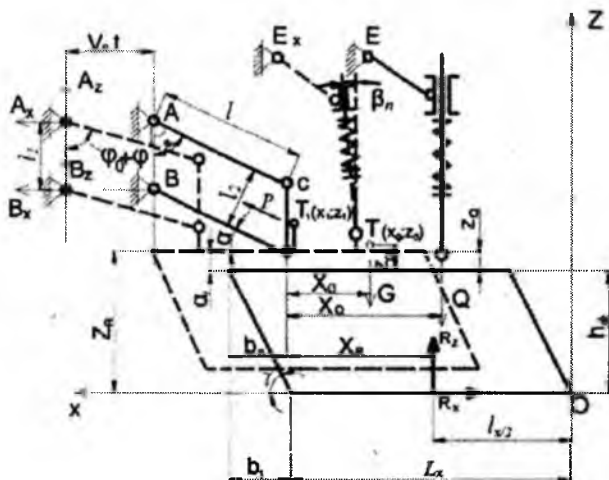
$$P_x = \frac{q_0(1 + K_V V)(Bh_k^2 \sin \alpha_1 - h_k^3 \operatorname{ctg} \varepsilon) \cos(\alpha_1 + \varphi)}{2 \sin^2 \alpha \cos \varphi} + \frac{(B-b)^2 (1 + K_V V) q_0 H_1 (\sin \beta_y + f \operatorname{ctg} \alpha \cos \alpha + f \sin \alpha \cos \beta_y)}{4} + \frac{2ptH_0}{\cos^2 \delta} + 2L_1 t \operatorname{tg} \varphi + \frac{(B+b)}{2} L_1 t \operatorname{tg} \varphi. \quad (2.58)$$

Из анализа этого выражения следует, что тяговое сопротивление формовщик азависит от его параметров и физико-механических свойств почвы ( $q_0, \varphi, p$ ). Расчеты, проведенные по (2.58) при  $B=0,283-0,323$  м,

$H_1=0,1$  м,  $h_k=0,02$  м,  $\varphi=25^\circ$ ,  $\alpha_1=15^\circ$ ,  $K_V=1$ ,  $V=1,2-1,4$  м/с,  $\alpha_1=32^\circ$ ,  $\beta_y=42^\circ$ ,  $b=0,16$  м,  $L=0,21$  м,  $q_0=2 \cdot 10^6$  Н/м<sup>3</sup>,  $\delta=20^\circ$ ,  $\varepsilon=45^\circ$ ,  $t=0,0025$  м и  $p=1,64 \cdot 10^4$  Па показали, что тяговое сопротивление рабочего органа составляет 160-180 Н.

## §2.6. Устойчивость хода формовщика

Устойчивость хода формовщикаавляет на равномерность уплотнения почвы гребня. Она зависит от системы крепления формовщикак раме и от направления действующих на них сил (рис.2.14). Для формовщикаприменяем параллелограмную систему крепления. Известно, что при такой системе крепления лучше копируется микрорельеф поля и рабочие органы выдерживают заданную глубину хода.



**Рис.2.14. Схема перемещения секции формовщика под влиянием действующих сил**

При поступательном движении формовщика на него действуют следующие силы: сила тяжести  $G$ , приложенная на расстоянии  $X_G$  от точки  $O$ ; сила  $Q$  от давления пружины; горизонтальная и вертикальная составляющие сопротивления формовщика  $R_x$  и  $R_z$ ; сила тяги  $P$ , приложенная параллельно к звеньям параллелограмной подвески. Симметричность формы формовщика обуславливает действие на него сил в одной вертикальной плоскости.

По устойчивости в вертикальной плоскости рабочих органов культиваторов и сеялок, прикрепленных к параллелограмной системе крепления, проведены исследования П.М.Василенко, П.Т.Бабий, Э.В.Долматовым, П.Джуманиязовым, Х.Иргашевым, Т.Набиевым и др. Им установлено, что основное влияние на устойчивость работы рабочего органа влияют рельеф поля, вес секции, физико-механические свойства почвы, угол наклона поводка параллелограмного механизма [70; 71; 72; 73; 74].

При рассмотрении устойчивости движения формовщика воспользуемся методикой расчета Т.С.Набиева, разработанной им для определения устойчивости движения рабочих органов хлопкового культиватора.

Продольную устойчивость формовщика рассмотрим в неподвижной системой координат  $XOZ$  в зависимости от действующих сил на него, а также его конструктивных параметров. При этом ось  $OX$  и  $OZ$  направим как показано на рис.2.13.

Координаты центра тяжести  $X_0$   $Z_0$  формовщика в начальный момент движения имеет следующий вид

$$\begin{cases} X_0 = X_R + \frac{L_x}{2} - X_G, \\ Z_0 = h_\phi + Z_G. \end{cases} \quad (2.59)$$

При равномерном движении сеялки через некоторое время  $t$  сеялка переместится в направлении оси  $OX$  на величину  $V_{\pi}t$ . В это время формовщик под действием возмущающего момента  $M$  получит угловое перемещение, равное  $\phi$ . Тогда центр тяжести секции переместится от положения  $T (X_0; Z_0)$  в положение  $T_1 (X_1; Z_1)$ , координаты которых определяются следующими выражениями:

$$\begin{cases} X_1 = V_{\pi}t + X_R + \frac{L_x}{2} - X_G + l \sin \phi_0 - l \sin(\phi_0 + \phi) \\ Z_1 = h_\phi + Z_G + l \cos \phi_0 - l \cos(\phi_0 + \phi). \end{cases} \quad (2.60)$$

Проекции скорости перемещения центра тяжести формовщика в этом случае:

$$\begin{aligned} \dot{X}_1 &= V_{\pi} - l\dot{\phi} \cos(\phi_0 + \phi) \\ \dot{Z}_1 &= l\dot{\phi} \sin(\phi_0 + \phi) \end{aligned} \quad (2.61)$$

При условии  $V_{\pi} = \text{const}$  система будет иметь одну степень свободы.

Примем за обобщенную координату угловое перемещение  $\phi$  звеньев параллелограммного механизма секции формовщика. При этом задача устойчивости движения сводится к определению  $\phi$  как функция времени. Для составления дифференциального уравнения движения формовщика воспользуемся уравнением Лагранжа второго рода, который имеет следующий вид [75; с.69-72, 76; с.73-75, 77; с.77-80]

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{dT}{d\dot{\phi}} \right) - \frac{dT}{d\phi} + \frac{d\Pi}{d\phi} = Q_{\phi}, \quad (2.62)$$

где  $T$  – кинетическая энергия системы;

$\Pi$  – потенциальная энергия пружины регулятора заглубления формовщика;

$Q_{\phi}$  – обобщенная сила.

Кинетическую энергию данной системы определим по известному уравнению

$$T = \frac{1}{2} m V^2 + \frac{1}{2} J_0 \dot{\varphi}^2, \quad (2.63)$$

где  $m$  – масса секции формовщика;

$V$  – поступательная скорость центра тяжести секции формовщика;

$J_0$  – момент инерции секции формовщика относительно оси, проходящей через центр тяжести перпендикулярно к продольно-вертикальной плоскости.

Учитывая, что  $V^2 = \dot{X}_1^2 + \dot{Z}_1^2$  и учетом значения  $X_1$  и  $Z_1$  из уравнений (2.61)

Т.С.Набиевым получены

$$T = \frac{1}{2} m [V_n^2 - 2V_n l \dot{\varphi} \cos(\varphi_0 + \varphi) + l^2 \dot{\varphi}^2] + \frac{1}{2} J_0 \dot{\varphi}^2, \quad (2.64)$$

$$\frac{dT}{d\dot{\varphi}} = m V_n l \dot{\varphi} \sin(\varphi_0 + \varphi), \quad (2.65)$$

$$\frac{d}{dt} \left( \frac{dT}{d\dot{\varphi}} \right) = m [V_n l \dot{\varphi} \sin(\varphi_0 + \varphi) + l^2 \ddot{\varphi}] + J_0 \cdot \ddot{\varphi}. \quad (2.66)$$

Потенциальная энергия пружины определяется следующей зависимостью [74; с.69-80]:

$$\Pi = \frac{Z \Delta l^2}{2}, \quad (2.67)$$

где  $Z$  – жесткость пружины;

$\Delta l$  – величина деформации пружины при отклонении секции от начального положения.

Значение  $\Delta l$  определяется по следующему выражению [74; с.69-80]:

$$\Delta l = l_0 \varphi. \quad (2.68)$$

Тогда

$$\frac{d\Pi}{d\varphi} = Z l_0^2 \varphi. \quad (2.69)$$

После подставления значения кинематических и потенциальных энергий в уравнении (2.62) и упрощения получено [74; с.69-80]

$$J_n \ddot{\varphi} + Z l^2 \varphi = Q_\varphi, \quad (2.70)$$

где  $J_n = m l^2 + J_0$ .

Для определения обобщенной силы  $Q_\varphi$  Т.С.Набиевым воспользовано уравнение виртуальной работы приложенных к рабочему органу сил [74; с.69-80]:

$$M\delta\varphi = Q_\varphi \delta\varphi, \quad (2.71)$$

где  $M=Q_\varphi$ , где  $M$  – суммарный (возмущающий) момент приложенных к рабочему органу сил относительно точки его крепления к раме сеялки.

Из рис.2.13 имеем

$$M = R_x \left[ l \cos(\varphi_0 + \varphi) + h_\varphi + a_1 \right] - R_z \left[ l \sin(\varphi_0 + \varphi) + \frac{L}{2} + b_1 - b_n \right] - \\ - G \left[ l \sin(\varphi_0 + \varphi) + X_G \right] + Q \cos \beta \left[ l \sin(\varphi_0 + \varphi) + X_G \right] + \\ + Q \sin \beta \left[ a - Z_Q + l \cos(\varphi_0 + \varphi) \right] + A_x l, \quad (2.72)$$

где  $R_x$  и  $R_z$  – горизонтальная и вертикальная составляющие сопротивления формовщика;

$l$  – длина продольных звеньев параллелограммного механизма;

$h_\varphi$  – глубина хода формовщика;

$\beta$  – угол наклона поводка;

$G$  – вес секции формовщика;

$A_x$  – горизонтальная составляющая реакции верхнего шарнира  $A_x$  крепления параллелограммного механизма к раме сеялки.

Реакция  $A_x$  может быть выражена через известные силы  $R_x, R_z, G$  и  $Q$ .

Из условия равновесия имеем:

$$A_x + B_x - G - Q - R_z = 0,$$

$$A_x + B_x - R_x = 0.$$

Допуская  $A_x = B_x$  и  $A_x = B_x$  имеем

$$2A_x - G - Q - R_z = 0$$

$$2A_x - R_x = 0,$$

отсюда

$$A_x = \frac{G + Q + R_z}{2}; \quad A_x = \frac{R_x}{2} \quad (2.73)$$

Известно, что глубина хода формовщика  $h_\varphi$ , в том числе формовщика меняется в зависимости от профиля поверхности почвы, то эту зависимость можно записать в следующем виде [74; с.69-80]:

$$h = h_0 [1 + (\eta - 1) \cos \rho], \quad (2.74)$$

здесь

$$\rho = \frac{2\pi}{T},$$

$$V_n T = S,$$

$$\eta = \frac{h_{\max}}{h_0} \geq 1,$$

где  $h_{\max}$  – максимальная величина глубины хода формовщика;

$h_0$  – средняя величина глубины хода;

$\rho$  – частота колебания неровностей поверхности почвы;

$T$  – период колебания;

$V_{II}$  – скорость движения агрегата.

Известно [74; с.69-80], что при  $\eta = 1$ ,  $h_t = const = h_0$ .

С учетом выражения (2.73) и (2.74) и после некоторых упрощений уравнение (2.72) можно записать в следующем виде

$$M = (R_x I \cos \varphi_0 - R_x I \sin \varphi_0 - G l \sin \varphi_0 - Q l \cos \beta \sin \varphi_0 + Q l \sin \beta \cos \varphi_0) \cos \varphi - \\ - (R_x I \sin \varphi_0 + R_x I \cos \varphi_0 + G l \cos \varphi_0 + Q \cos \beta l \cos \varphi_0 + Q \sin \beta l \sin \varphi_0) \sin \varphi + \\ + \left\{ R_x Z_k + R_x h_0 [1 + (\eta - 1) \cos \rho t] - R_x a - R_x \left( \frac{L}{2} + b_1 + b_n - G X_G + Q X_0 + Q \sin \beta (a - Z_0) + A_1 I_1 \right) \right\}. \quad (2.75)$$

Для упрощения (2.75) воспользуемся методикой Т.С.Набиева и введем следующие обозначения:

$$A_1 = R_x I \cos \varphi_0 - R_x I \sin \varphi_0 - G l \sin \varphi_0 - Q l \cos \beta \sin \varphi_0 + Q l \sin \beta \cos \varphi_0;$$

$$A_2 = R_x I \sin \varphi_0 + R_x I \cos \varphi_0 + G l \cos \varphi_0 + Q l \cos \beta \cos \varphi_0 + Q l \sin \beta \sin \varphi_0;$$

$$A_3 = R_x Z_k + R_x h_0 [1 + (\eta - 1) \cos \rho t] - R_x a - R_x \left( \frac{L}{2} + b_1 - b_n \right) - G X_G + Q X_0 + Q \sin \beta (a - Z_0) + A_1 I_1.$$

Тогда (2.75) примет вид

$$M = A_1 \cos \varphi - A_2 \sin \varphi + A_3 \quad (2.76)$$

После подстановки значения возмущающего момента  $M$  в уравнение (2.70), получим:

$$J_n \ddot{\varphi} = A_1 \cos \varphi - A_2 \sin \varphi - z l_o^2 \varphi + A_3 \quad (2.77)$$

Т.С.Набиевым после интегрирования уравнения (2.77) и некоторых математических преобразований получено следующая зависимость для определения углового перемещения  $\varphi$

$$\varphi = \frac{A_1 + A_2}{A_2 + z l_o^2} \left( 1 - \cos \sqrt{\frac{A_2 + z l_o^2}{J_n}} t \right) \quad (2.78)$$

Отклонение продольных звеньев параллелограммного механизма формовщика сеялки от начального положения при заданных возмущающих силах происходит по (2.78).

Подставив значения  $A_1$ ,  $A_2$  и  $A_3$  в уравнение (2.78) имеем

$$\varphi_n = \frac{R_x [l \cos \varphi_0 + Z_R + h_0 (1 + (\eta - 1) \cos \rho t) - a] - R_z \left[ l \sin \varphi_0 + \frac{L}{2} + b_1 + b_n \right] - G_c [l \sin \varphi_0 + X_G] - Q [l \sin (\beta_n - \varphi_0) + X_a - (a - Z_a) \sin \beta_n] + A_x a_1}{l [R_x \sin \varphi_0 + R_z \cos \varphi_0 + G_c \cos \varphi_0 + Q \cos (\beta - \varphi_0)] + z l_a^2} \times$$

$$\times \left[ 1 - \cos \sqrt{\frac{l [R_x \sin \varphi_0 + R_z \cos \varphi_0 + G_c \cos \varphi_0 + Q \cos (\beta - \varphi_0)] + Z l_a^2}{J_n}} \right] \quad (2.79)$$

Уравнение (2.79) показывает зависимость между угловыми отклонениями поводков от начального положения под действием приложенных к формовщику сил, конструктивных параметров секции и неровности поверхности почвы.

Анализ уравнения (2.79) показывает, что на величину  $\varphi$  основное влияние оказывают вес  $G$  от массы системы, силы сопротивления почвы, угол наклона звеньев  $\varphi_0$  и сила  $Q$  от давления пружины. Увеличение давления пружины приводит к уменьшению амплитуды колебаний параллелограммного механизма формовщика.

Таким образом, устойчивый ход формовщика можно достичь путем изменения сил давления пружины и угла наклона звеньев.

Практически устойчивость хода формовщика обеспечивается в основном за счет изменения силы давления пружины в зависимости от условий работы.



## Выводы по второй главе

1. Для защиты семенного ложа от его затопления дождевыми потоками наиболее приемлемой формой профиля гребня является равнобокая трапеция с высотой не менее  $H_1=100$  мм, при этом ширина вершины гребня должна быть не менее  $b_2=160$  мм.

2. Выведенные аналитические зависимости позволили определить следующие рациональные параметры рыхлительной лапы и почвосдвигающей пластины для обработки гребней с шириной междурядья 900 мм и 600 мм соответственно: ширина захвата 190 и 180 мм; угол раствора  $30^\circ$ ; угол крошения  $16^\circ$ ; ширина захвата почвосдвигающей пластинки 16 и 9 см, угол установки пластинки  $30^\circ$ , высота пластины 100 мм, угол наклона крыла пластины  $36^\circ$ .

3. Выведенные аналитические зависимости позволили определить следующие рациональные параметры формовщика: ширина выходной кромки полоза формовщика  $b_\phi=160$  мм; ширина входной кромки полоза формовщика  $B_\phi=292-334$  мм; угол наклона бокового отвала к направлению движения  $\alpha=20^\circ$ ; длина полоза формовщика  $L=183-238$  мм; высота бокового отвала  $h=100$  мм; угол установки бокового отвала к горизонту  $\beta_y=42-45^\circ$ .

4. Полученные аналитические зависимости показали, что тяговое сопротивление перемещению формовщика зависит от физико-механических свойств почвы, глубины погружения его в почву, длины полз, ширины передней кромки полоза и углов установки боковых отвалов к направлению перемещения и горизонту и составляет 0,16-0,18 кН.

5. Полученное уравнение колебания показали, что на колебание звеньев параллелограммного механизма основное влияние оказывают вес от массы системы формовщика, силы сопротивления почвы, первоначальный угол наклона звеньев и сила давления пружины.

6. Устойчивость работы формовщика обеспечивается в основном за счет изменения силы давления пружины.

## **ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

### **§3.1. Программа экспериментальных исследований**

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с задачами исследований и в целях проверки результатов теоретических исследований, обоснования основных параметров устройства для формовки гребней одновременно с посевом.

В программу экспериментальных исследований включено:

выбор типа рыхлителя для рыхления гребня;

выявить влияние основных параметров формовщика на формирование гребня требуемой формы;

выявить влияние основных параметров рабочих органов формовщика на его энергетические и агротехнические показатели работы;

выявить влияние способов посева на влажность и плотность почвы под посева;

оптимизация параметров формовщика с помощью планирования эксперимента.

### **§3.2. Условия и методы проведения экспериментов**

При экспериментах определены агротехнические и энергетические показатели работы формовщика.

В показатели условий экспериментов включены следующие:

тип почвы и название по механическому составу;

микрорельеф;

влажность почвы;

плотность почвы, г/см<sup>3</sup>;

В агротехническую оценку включены следующие показатели:

высота гребня;

ширина вершины гребня;

ширина гребня по основанию;

влажность и плотность почвы гребня.

Условия проведения испытаний определяли по ГОСТ 20.9.15–75 «Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний» Агротехнические показатели плугов определяли согласно Тst 63.02.2001 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Программа и методы испытаний» О'z RH 63. 06:2001. При проведении опытов использовали руководящий документ РД 10.4-89 и Тst

63.02:2001 «Машины и орудия для глубокой обработки почвы [78; с. 20-36, 79; с. 14-20].

Плотность и влажность почвы определяли методом проб прибором Литвинова.

### **§3.3. Результаты исследований по выбору типа рабочего органа для рыхления гребня**

В целях выбора типа рабочего органа для рыхления почвы гребня, сформированного осенью и уничтожения сорняков, а также для обеспечения формовщика разрыхленной почвой выбраны и испытаны следующие варианты рабочих органов (рис.3.1):

1. Окучник хлопкового культиватора (рис.3.1);

2. Односторонняя плоскорежущая лапа с почвосдвигающей пластинкой (рис.3.1). Основные параметры лапы: ширина захвата  $b=182$  мм, угол раствора  $\gamma=30^\circ$ . Основные параметры пластинки: ширина захвата  $b_n=16,5$  см, угол установки  $\gamma_n=30^\circ$ ; высота  $H_1=100$  мм, угол наклона крыла  $\beta_n=36^\circ$ .

3. Рыхляющая стрельчатая полулапа культиватора с почвосдвигающей пластинкой (рис.3.1). Основные параметры лапы: ширина захвата  $b=190$  мм, угол раствора  $\gamma=30^\circ$ , угол крошения  $\alpha=16^\circ$ . Основные параметры почвосдвигающей пластинки: ширина захвата  $b_n=16,5$  см, угол установки  $\gamma_n=30^\circ$ , высота  $H_1=100$  мм, угол наклона крыла  $\beta_n=36^\circ$ .

Все рабочие органы устанавливали на глубину 12 см.

Испытания проводили в полигоне ТашГАУ. Для проведения испытаний указанных вариантов рабочих органов был подготовлен агрегат, состоящий из трактора МТЗ-80 и сеялки СЧХ-4А. Экспериментальные рабочие органы закрепляли на переднем бруске рамы сеялки перед формовщиком. Опыты проводили на скорости 5,6 км/час. Глубина обработки формовщика составляла 10 см.

Перед проведением опытов определялись влажность и твердость почвы в горизонтах 0...10, 10...20 и 20...30 см.

Критериями оценки при выборе типа рабочего органа были:

- качества крошения почвы;
- степень уничтожения сорняков;
- забивание формовщика почвой.

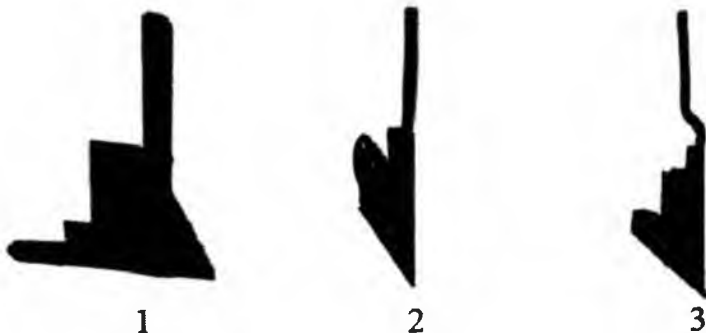
Качество обработки почвы определялось по РД 10. 4. 2-89 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний» [78; с. 20-36].

По данной методике качество крошения почвы по каждому варианту опыта определяли в четырех точках (две по ходу движения агрегата, две обратно) с площадок  $0,25 \text{ м}^2$  на глубину обработки через час после прохода агрегата.

Пробы почвы брались при помощи ящика со съемным дном. отобранные пробы разделяли на фракции непосредственно на поле с помощью специального набора решет с диаметром 50 и 25 мм. Решета располагались в порядке уменьшения отверстий.

Глубина обработки взрыхленного слоя определяли путем погружения линейки с площадью поперечного сечения  $1 \text{ см}^2$  (сечение  $1 \times 1 \text{ см}$ ) в почву. Повторность измерений не менее 50.

В первом варианте осуществлялся только окучивание почвы, т.е. рыхление и смещение боковых частей гребня. При этом средняя часть гребня осталась без обработки, что не удовлетворяет требования агротехники. При втором варианте также осуществлялся недостаточное крошение почвы, однако обеспечивался хорошее подрезание сорняков. Содержание глыбистых фракций (фракции размерами более мм) составляло 17,8%, а содержание агрономический ценных фракций (фракции размерами менее 25 мм) 72,6 %. Плоскорезушие лапы предназначены для рыхления почвы и подрезания сорняков в основном на глубину 6-8 см. При использовании на глубину обработки более 8 см их качество обработки резко ухудшается.



1 – Плоскорезушая лапа с почвосдвигающей пластиной;  
2 – полуокучник; 3 – полустрельчатая лапа с почвосдвигающей пластиной

**Рис. 3.1. Варианты рабочих органов**



**Рис.3.2. Установка рыхлителя и окучника к передней раме сеялки**

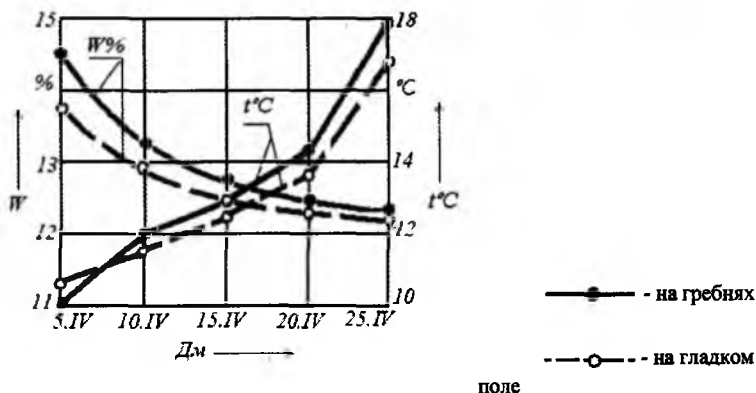
Таким образом, при сочетании рыхлительных рабочих органов и формовщика наиболее приемлемым является рыхлящие стрельчатые лапы с почвосдвигающей пластиной, обеспечивающих требуемое качество подготовки почвы для качественного формирования гребня.

#### **§3.4. Влияние способов посева на влажность и плотность почвы**

На качество работы и тяговое сопротивление формовщика существенное влияние оказывает влажность почвы. Поэтому при работе посевных машин принято определить свойство почвы подготовленной к посеву, а также влажность почвы в зоне работы рабочих органов сеялки при посеве.

В связи с тем, что посевной период в Узбекистане характеризуется быстрым повышением среднесуточной температуры, подготовленная к посеву почва теряет влагу. Поэтому представляет интерес проследить за изменением содержания влаги в почве по горизонтам в течении апреля в период посева хлопчатника.

Опыты проводились в полигоне ТашГАУ на гладком поле и на полях гребневого посева, сформированного формовщиком.



**Рис. 3.3. Влажность (W) и температура почвы (t°С) в полдень в зоне закладки семян с 5 по 25 апреля (Dm)**

Результаты замеров температуры и влажности этих опытов приведены на рис.3.3. Из этих данных видно, что снижение влажности на гребнях, нарезанных формовщиком происходило с 5 по 25 апреля в верхних горизонтах почвы с 14,5 до 12,3 %, а на гладком поле с 13,8 до 12,2 %. Из этих данных видно, что влажность верхнего горизонта почвы на гребнях несколько выше, чем на контроле, но даже при этом в обоих случаях содержание влаги в зоне заложения семян достаточно для нормального развития всходов. Минимальная влажность согласно агротехническим требованиям должна быть в пределах 11-12 %. Кроме того, гребни быстрее прогреваются с 11 до 18°С, а на гладком поле с 10,5 до 16,5°С, что также способствует более быстрому прорастанию и развитию всходов. Все это показывает о преимуществе посева хлопчатника на гребнях, сформированных одновременно с посевом по сравнению с традиционным способом посева.

Известно, что на прорастании семян и работе сошников сеялок значительное влияние оказывает плотность почвы [48; с. 35-37]. Плотность почвы влияет на водный, воздушный и тепловой режим почвы, т.е. на наиболее важные условия развития растений [80; с. 15-16].

С.Н.Рыжовым изучены влияния плотности почвы на обеспечение семян и корней хлопчатника воздухом, а также на проникновения корней в почву при их росте и развитии [81; с. 25-29].

В.П. Кондратьюком [48; с. 35-37] подробно изучены плотности различных типов и механического состава почв зоны хлопкосеяния перед посевом.

Плотность почвы опытного участка обоих вариантов опыта составляла от 1,08 до 1,16 г/см<sup>3</sup>, что соответствует установленным нормам и позволяет проведение посева качественно.

Для проведения экспериментальных исследований был изготовлен макетный образец формовщика (рис 3.4).

### §3.5. Влияние параметров формовщика на высоту гребня

Исследования по влиянию параметров формовщика на параметров гребня проводились на полигоне ТашГАУ. Экспериментальные исследования проводились на участках, однородных по влажности и твердости почвы и с ровным рельефом. Перед проведением опытов по общему фону определяли влажность и твердость почвы в горизонтах 0–10, 10–20, 20–30 см, отмечали учетные делянки. Повторность шестикратная.

1 - козырек; 2 - полоз; 3 - отверстия для изменения ширины входной



кромки; 4 - боковые отвалы

**Рис. 3.4. Макетный образец формовщика с изменяющим углом установки боковых отвалов**

На лабораторных опытах нами были проведены замеры по определению параметров гребней, образованных формовщиком в зависимости от размера входной кромки полоза  $B_{\phi}$  (от 160 до 320 мм) и вертикальной нагрузки, прикладываемой к этому устройству  $G_n$  (от 0 до 0,2 кН). На опытах в основном были определены высота гребней, так как ширина Эксперименты проведены на скорости 1,6м/с, ширина выходной гребней по вершине и по основанию равнялись соответственно ширины верхней и нижней части выходной кромки формовщика.

Выходная горловина  $b_{\phi}$  в опытах оставался неизменным и равнялся 160 мм, а масса самого макета формовщика составляла 6 кг.

В таблице 3.1 приведены влажность и плотность опытного участка.

Таблица 3.1

**Влажность и плотность опытного участка**

Название показателей	Значения показателей
Влажность почвы в слоях (%), см	
0–10	13,8
10–20	14,4
20–30	15,9
Плотность почвы в слоях (г/см <sup>3</sup> ), см	
0–10	1,21
10–20	1,25
20–30	1,29

Результаты этих исследований представлены в таблице 3.1. Как видно из этих графиков и таблицы, с увеличением, как ширины входной кромки полоза, так и дополнительной нагрузки высота гребня растёт.





**Рис. 3.5. Замеры параметров гребня, образованных формовщиком при ширине междурядий 60 см**

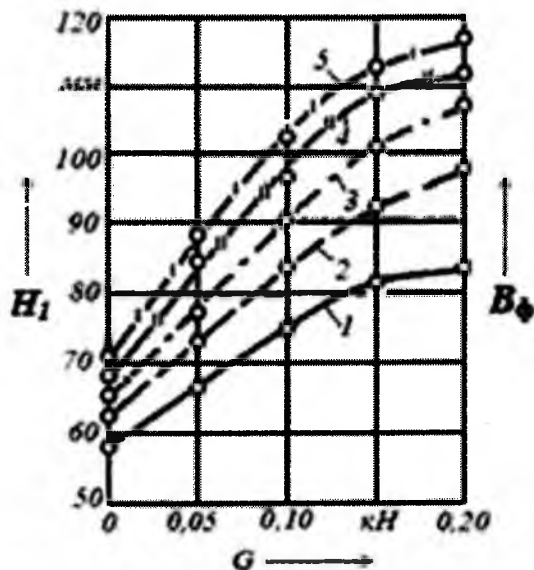
Экспериментальные исследования показали (рис.3.5), что с увеличением, как ширины входной кромки полоза от 16 до 28 см, так и дополнительной нагрузки от 0 до 0,15 кН высота гребня интенсивно растет. Дальнейшее увеличение этих параметров приводит к незначительному увеличению высоты гребня.

Как видно из графиков при любой ширине входной кромки полоза высота гребня в функции нагрузки на формовщик имеет линейную зависимость до 0,12 кН. Формовщик при ширине входной кромки 16 и 20 см не обеспечивает требуемую высоту гребня. Для формирования гребня с высотой 10 см полозком с шириной входной кромки необходимо приложить достаточно большую нагрузку – 0,15 кН. Поэтому нецелесообразно использовать полозок с шириной входной кромки 16, 20 и 24 см.

При ширине входной кромки 28 и 32 см большие нагрузки на формовщик (более 0,11 кН) приводит к увеличению высота гребня более чем 10 см, что нецелесообразно. При этом увеличивается тяговое сопротивление полоза и почва излишне уплотняется.

Например, полозок с шириной входной кромки 32,0 см при нагрузке 0,20 кН формирует гребню с высотой 11,8 см, при такой нагрузке полозок с шириной 28,0 см – 11,2 см. Это явление объясняется тем, что количество сгребаемой массы почвы в этих случаях оказывается значительно больше,

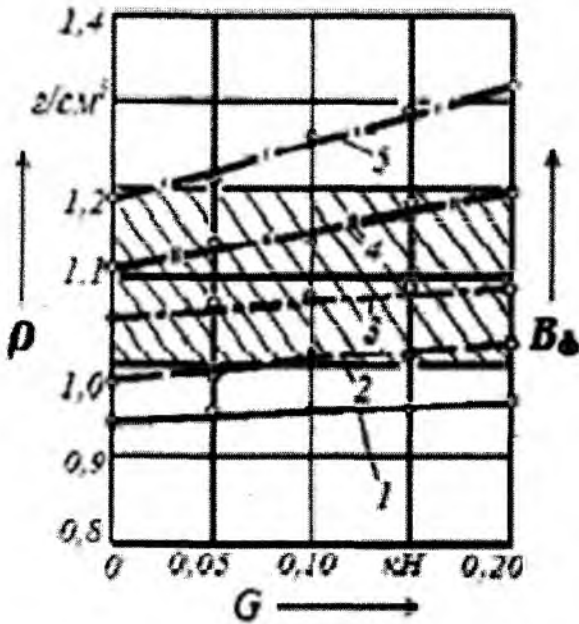
чем это позволяет пропустить выходная горловина даже после достаточного её уплотнения. В результате формовщик приподнимается и высота гребня оказывается несколько выше расчетной величины, то есть 10,0 см. Но такое явление может сказаться на плотности почвы вершины гребня, что повлияет на качество посева и развитие всходов хлопчатника.



1, 2, 3, 4 и 5 – соответственно при  $B_\phi=16; 20; 24; 28$  и  $32$  см

**Рис. 3.6.** Графики зависимости высоты сформированной гребней ( $H_1$ ) от нагрузки ( $G$ ) и ширины входной кромки полоза ( $B_\phi$ )

Как видно из рис.3.6 при любой ширине входной кромки полоза плотность почвы гребня в функции дополнительной нагрузки имеет линейную зависимость. Из графиков видно, что при ширине 28 и 32 см и нагрузки на формовщик 0,08-0,11 кН создаётся нормальная плотность гребня.



1, 2, 3, 4 и 5 – соответственно при  $B_\phi=16; 20; 24; 28$  и  $32$  см

**Рис. 3.7.** Графики зависимости плотности почвы ( $\rho$ ) на вершине гребня от нагрузки ( $G_d$ ) и размера входной кромки полоза ( $B_\phi$ )

Таким образом, из результатов эксперимента видно, что минимально допустимую высоту гребня (10 см) и требуемой ее плотности почвы можно получить при ширине входной кромки полоза формовщика 280-320 мм и нагрузки на полозок 0,08-0,11 кН.

**Результаты определения средней высоты гребней и плотности почвы при их формировании формовщиком**

№ п/п	Ширина входной кромки полоза, мм	Нагрузка на формовщик, кН									
		0		0,05		0,10		0,15		0,20	
		Высота гребня, мм	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Высота гребня, мм	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Высота гребня, мм	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Высота гребня, мм	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>	Высота гребня, мм	Плотность почвы, г/см <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	160	58	1,044	66	1,052	73	1,053	81	1,055	85	1,081
2	200	64	1,091	72	1,092	84	1,118	91	1,182	96	1,223
3	240	67	1,143	77	1,153	90	1,170	99	1,194	106	1,280
4	280	69	1,214	84	1,235	97	1,232	108	1,221	112	1,322
5	320	71	1,245	89	1,206	103	1,316	114	1,384	118	1,378

### §3.6. Определение тягового сопротивления формовщика

Тяговое сопротивление макета формовщика определили путем тензометрирования в почвенном канале ИМЭСХ. При этом макет формовщика с изменяющим углом установки боковых отвалов устанавливали на тензопонизитель, закрепленную к задней раме культиватора (рис.3.6)[53; с.28-29]. Для каждого прохода агрегата почва в почвенном канале предварительно выравнивалась и уплотнялась.



**Рис. 3.8. Общий вид устройства для тензометрирования макета формовщика**

Во время проведения тяговых испытаний влажность и плотность почвы соответственно составляли 11,2-13,3 % и  $1,0-1,2 \text{ г/см}^3$ . Формовщик был установлен на глубину хода 100 мм.

Переменными параметрами макета формовщика являлись: ширина входной кромки формовщика ( $B_{\phi}$ ), которая изменялась от 160 мм до 320 мм с интервалом 40 мм, нагрузка на полоз ( $G_{л}$ ) с 0 до 0,20 кН с интервалом 0,05 кН.

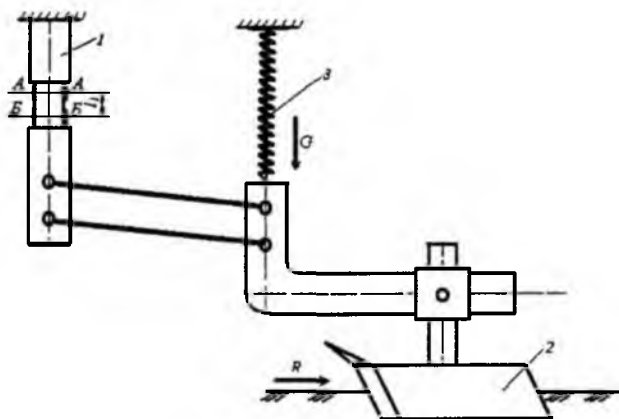
После каждого прохода агрегата в 10 кратной повторности измеряли высоту гребня ( $H_{г}$ ), ширины его вершины ( $b_2$ ) и плотности почвы вершины гребня (рис.3.8). Все показатели определялись согласно О'зРН 63.06;2001 и РД. 10.5.1-91. "Испытания сельскохозяйственной техники. Машины посевные. Программа и методы испытаний" [82; с. 12-18].

При этом все остальные параметры формовщика, то есть угол установки бокового отвала ( $\beta_y$ ), высота отвала ( $h$ ) и угол установки козырька полоза ( $\gamma$ ) оставались неизменными [83; 125-130].



**Рис.3.9. Обработка проб, взятых с вершины гребней для определения плотности почвы**

Повторность каждого варианта опыта была трехкратной. Для того, чтобы определить сопротивление протаскиванию формовщика по почвенному каналу использовали тензопонизитель (рис.3.10).



1 – тензопонизитель; 2 – формовщик; 3 – нажимная пружина.

**Рис.3.10. Схема крепления формовщика к тензобалке**

На тензобалке в сечениях *A-A* и *B-B*, расположенных на расстоянии ( $l_1$ ) друг от друга наклеены тензодатчики для определения горизонтальной составляющей сопротивления перемещению. При этом тензодатчики были

соединены согласно схеме, приведенной в приложении 7. До и после проведения опытов была проведена тарировка тензопонизителя. Тарировку производили в 3-х кратной повторности с её загрузкой и разгрузкой, измеряя ее динамометром ДПУ-0,2-2 с предельной нагрузкой 0,50 кН.

Изменение силы при нагрузке и разгрузке тензобалки производилось при помощи винтового соединения, ввинчиванием при загрузке и вывинчиванием при разгрузке.

Тяговое сопротивление данного устройства, передаваемые тензодатчиками, записывались при помощи измерительного прибора «Морион».

### **§3.7. Результаты тензометрирования макета формовщика**

В результате тензометрирования макета формовщика в почвенном канале в зависимости от дополнительной вертикальной нагрузки  $G_d$  и размера входной кромки полоза  $B_\phi$  были определены тяговое сопротивление  $R_m$ . Эти результаты представлены в таблице 3.5.

Как видно из таблицы 3.5, тяговое сопротивление формовщика-  $R_m$  в функции ширины входной кромки полоза и вертикальной нагрузки на нее изменяется по прямой линии. С увеличением дополнительной вертикальной нагрузки  $G$  от 0 до 0,2 кН и ширины входной кромки полоза  $B$  с 160 до 320 мм тяговое сопротивление формовщика  $R_m$  изменяется от 0,03 до 0,24 кН [84; с.40-50].

С увеличением вертикальной нагрузки от 0 и 0,05 кН и ширины входной кромки полоза от 160 до 320 мм тяговое сопротивление его соответственно повышается от 0,029 до 0,07 и 0,033 до 0,09 кН. При дальнейшем повышении вертикальной нагрузки с 0,10 до 0,20 кН в зависимости от ширины входной кромки полоза (от 160 до 320 мм) тяговое сопротивление увеличивается более интенсивно, так при нагрузке 0,1 кН в 2,54 раза, при дополнительной нагрузке 0,15 кН в 2,57 раза и при дополнительной нагрузке 0,2 кН в 2,58 раза. В среднем при оптимальных параметрах формовщика его тяговое сопротивление на один рядок составляет 0,15-0,20 кН, что практически не оказывает на работу посевного агрегата, так как у агрегируемого с ним трактора на этой операции имеется достаточный запас мощности. Оптимальные параметры формовщика будут получены после проведения планирования экспериментов [85; с.30-45].

**Тяговое сопротивление формовщика (в кН) в зависимости  
от вертикальной нагрузки и ширины  
входной кромки полоза**

№ п/п	Ширина входной кромки полоза, см	Вертикальная нагрузка на формовщик, кН				
		0,0	0,05	0,10	0,15	0,20
1	16	0,029	0,033	0,050	0,067	0,094
2	20	0,038	0,044	0,063	0,082	0,116
3	24	0,047	0,058	0,075	0,115	0,152
4	28	0,059	0,069	0,094	0,141	0,188
5	32	0,07	0,09	0,127	0,172	0,243

### §3.8. Оптимизация параметров формовщика

Одним из основных требований, предъявляемых к формовщику является обеспечение им формовки гребней заданного параметра и требуемого уплотнения при минимальном тяговом сопротивлении. По результатам анализа литературных источников и ранее проведенных теоретических и экспериментальных исследований установлено, что на параметры гребня и его физико-механические свойства существенное влияние оказывает ширина входной кромки полоза  $B_{\phi}$  формовщика (при постоянной ширины выходной кромки полоза  $b_{\phi}$ ), угол установки  $\beta_y$ , боковых отвалов и дополнительная вертикальная нагрузка ( $G_d$ ). Изучение и оптимизация процесса формовки гребней одновременно с посевом, в ходе которого участвуют и взаимодействуют многие факторы, является многофакторной, экстремальной задачей, решение которой с применением традиционных методов исследований затруднительно и связано с большими затратами времени и средств. [86; с.45-55]. Поэтому оптимальное сочетание управляемых факторов целесообразно определить с применением метода математического планирования эксперимента [87; с. 25-32]

Согласно методике планирования экспериментов на основе априорного ранжирования и путем анализа предварительных исследований определены наиболее влияющие на технологический процесс формовки гребня



параметры формовщика и уровни их варьирования (таблица 3.6). После этого используя метод планирования экспериментов можно получить математическое описание функции отклика и оптимальные значения уровней факторов, отвечающих минимуму отклика.

Предпочтение отдано трехфакторному плану Hartli-3, строящего на основе минимальных регулярных реплик, это связано с тем, что план Hartli , более экономичен, чем ортогональное центрально-композиционное планирование (ОЦКП) или рототабельное центрально-композиционное планирование (РЦКП) за счет сокращения числа опытов.

Опыты проводились в почвенном канале в соответствии с планом эксперимента. При помощи тензометрования определялось горизонтальное тяговое усилие макета формовщика, а при помощи лабораторного анализа взятых проб определяли плотность (объемный вес почвы) на вершине гребня. Ширина входной кромки полоза макета формовщика- ( $B_{\phi}$ ) изменялась от 160 до 320 мм с интервалом 40 мм, а при помощи винтового соединения

Таблица 3.6

**Основные факторы, влияющие на формирование и уплотнение гребня и их варьирования**

Название факторов	Условное обозначение кодированные значения факторов	Уровень факторов и их натуральные значения			Интервал варьирования	
		Базовый(0)	Нижний(-1)	Верхний(+1)		
Ширина входной кромки полоза, мм	$B_{\phi}$	$X_1$	280	240	320	40
Угол установка бокового отвала, град	$\beta_y$	$X_2$	40	35	45	5
Давление пружины, (вертикальная нагрузка на формовщик, кН)	$G_d$	$X_3$	0,15	0,10	0,20	0,05

давление на данное устройство изменялось от 0,05 до 0,2 кН с интервалом 0,05 кН. Скорость движения макета формовщика была постоянной и составляла 4,7 км/ч [88; с.62-75].

В качестве критерия оценки работы и параметров оптимизации (откликов) была выбрана плотность верхнего горизонта гребня  $Y_R$ , сформированного устройством при обеспечении высоты гребня не менее 100 мм. Эти параметры наиболее полно характеризуют качество и энергозатраты на формирование гребня одновременно с посевом. При этом оптимальная величина данного отклика  $Y_R$  по агротехническим требованиям находится в пределах 1,0...1,2 г/см<sup>3</sup>. Математической моделью объекта исследования является функция, связывающая отклики с управляемыми факторами

$$Y = f(B, \beta, G). \quad (3.1)$$

При этом изучаемые процессы являются непрерывными функциями аргументов и могут быть с достаточной точностью представлены полиномами второго порядка [89; с.23-43].

$$Y(\bar{x}_1, \bar{b}) = b_c + \sum_{i=1}^n b_i x_i + \sum_{i>j} b_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^n b_{vi} X_i^2 \quad (3.2)$$

где  $b_c$  – свободный член;

$b_i$  – линейный эффект  $i$ -ого фактора;

$b_{ij}$  – эффект взаимодействия  $i$ -го и  $j$ -го факторов;

$b_{ii}$  – эффект квадратного члена при  $i$ -ом фактор;

$n$  – число факторов.

Для удобства вычислений их графической интерпретации результатов исследований изменяющие факторы кодировали по формуле

$$X_i = \frac{X_N - X_{oN}}{\varepsilon_i}, \quad (3.3)$$

где  $X_i$  – кодированное значение  $i$ -го фактора;

$X_N$  – натуральное значение  $i$ -го фактора (в физических размерностях);

$X_{oN}$  – натуральное значение фактора на нулевом уровне;

$\varepsilon_i$  – натуральное значение интервала варьирования  $i$ -го фактора.

Матрица плана и результаты расчетов приведены в приложении 3.6.

Проверка воспроизводимости-однородности выборочных значений построчных дисперсий проводили по критерию Кохрена

$$Q = \frac{S_{u \max}^2}{\sum S_u^2}. \quad (3.4)$$

Из таблицы

$$S = 0,000400; \quad \sum_{u=1}^N S_u^2 = 0,002597;$$

$$Q = \frac{0,000400}{0,002597} = 0,15384 < Q_{\text{таб}} = 0,418.$$

Проверка значимости коэффициентов регрессии  $b$ , осуществляется с помощью критерия Стьюдента

$$t = \frac{|b|}{S(b)}, \quad (3.5)$$

где

$$S(b) = \sqrt{\frac{\sum_{u=1}^N S_u^2}{N^2 \cdot n}}. \quad (3.6)$$

При этом соблюдались условия степеней свободы

$$f = N(n-1) = 11(3-1) = 22, \quad (3.7)$$

$$t_{\text{таб}} = 2,074.$$

С помощью этих расчетов были определены оптимальные параметры формовщика и необходимой нагрузки, воздействующего на него. Полученные результаты экспериментов обработаны на ЭВМ, по программе «Planexp-2», предназначенной для обработки данных экспериментов по плану «Hartli-3» (Приложения 6).

Проверка гипотезы однородности дисперсии при одинаковом числе повторности опытов осуществлялась с помощью критерия Кохрана, а значимость коэффициентов регрессии определялась критерием Стьюдента при уровне значимости 0,05. Адекватность модели процесса проверка по критерию Фишера.

При этом модель адекватна, если

$$F_{\text{расч}} < F_{\text{таб}}. \quad (3.8)$$

В результате обработки экспериментальных данных и проверки статистических гипотез на ЭВМ, а также оценки значимости коэффициентов

было получено следующее уравнение регрессии (3.9), адекватное описывающий процесс формовки гребней одновременно с посевом.

Получено уравнения регрессии

$$Y_R = 1,229 + 0,030 X_1 - 0,027 X_2 + 0,029 X_3 + 0,042 X_1^2 + 0,022 X_1 X_3 + 0,052 X_2^2 + 0,026 X_2 X_3 - 0,066 X_3^2. \quad (3.9)$$

Расчетное значение критерия Фишера

$$F = \frac{S_{ад}^2}{S_u^2} = \frac{0,000400}{0,002597} = 0,1538 < F_{табл} = 3,44.$$

Следовательно, полученное уравнение адекватно описывает данные эксперимента. При этом значение отклика  $Y_R$  равнялось 1,141 г/см<sup>3</sup>. При проверке, найденных стационарных точек [90;с. 20-25] на экстремум при кодированном значении оптимальных параметров, функция (3,9) будет иметь оптимум. После этого все эти величины переведем в размерные показатели и получим оптимальное значение параметров формовщика, то есть

$$X_1 = B, \text{ см}; \quad X_2 = \beta, \text{ град}; \quad X_3 = G \text{ кН}$$

Для перевода кодированных значений в размерные показатели необходимо воспользоваться формулой

$$X_{НАГ} = n_{ВАР} X_{КОД} + B_{УРОВЕНЬ} \quad (3.10)$$

где  $n_{ВАР}$  —интервал варьирования (таблица 3.6);

$X_{КОД}$  —размерный показатель, полученный после решения уравнения на ЭВМ;

$B_{УРОВЕНЬ}$  —базовый уровень варьирования (таблица 3.5).

Результаты факторного эксперимента приведены в таблице 3.7.

Таблица 3.7

**Оптимальные размерные показатели для обеспечения требуемой  
плотности почвы, полученные в результате расчетов**

Условное обозначение	Значение факторов		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$
	$B_{\phi}$ (мм)	$\beta_y$ (град)	G(кН)
Кодовое	+0,46	+0,34	-0,24
Натуральное	298,4	41,7	0,138
Округленное	300	42	0,14

Из таблицы 3.7 видно, что при высоте гребней не менее 100 мм требуемой плотности почвы гребня в пределах 1,03-1,14 г/см<sup>3</sup> достигается при ширине входной кромки полоза  $B_{\phi}$ =298,4 мм, угла установки бокового отвала  $\beta_y$ =41,7 град и давления пружины (дополнительной нагрузки) 0,138 кН.

В таблице 3.8 приведены параметры формовщика.

На основании этих параметров конструкторами Андижанского механического завода был спроектирован и изготовлен формовщик (Рис 3.11).

Для предохранения от попадания посторонних предметов на поверхность формовщика конструкторы завода с учетом наших предложений предусмотрели дополнительно установку козырьков с высотой 130 мм по краям входной кромки полоза, которые смещают сухих комьев почвы к середине междурядья.

Эти устройства были установлены на хлопковой сеялке и с помощью этого агрегата были заложены полевые опыты.

Таблица 3.8

**Параметры формовщика, полученные на основе теоретических и экспериментальных исследований**

№ п/п	Наименования	Обозначения	Единица измерения	Значения
1	2	3	4	5
1	Ширина входной кромки полоза	$B_{\phi}$	мм	300
2	Ширина выходной кромки полоза	$b_{\phi}$	мм	160
3	Угол установки бокового отвала	$\beta_y$	град	42
4	Высота формовщика	$H_I$	мм	100
5	Длина формовщика	$L_{\phi}$	мм	209
6	Ширина бокового отвала	$h_{\text{бо}}$	мм	145
7	Длина бокового отвала	$L_{\text{бо}}$	мм	220
8	Угол установки козырька	$\gamma$	град	30
9	Давление пружины на формовщик	□	кН	0,12-0,18

## Выводы по третьей главе

1. Для одновременной подготовки почвы гребней к посеву и посева хлопчатника наиболее приемлемой технологической схемой является сочетание рыхляющей лапы с почвосдвигающей пластинкой и формовщика.

2. При оптимальных параметрах формовщика его тяговое сопротивление на один рядок составляет 0,15...0,2 кН, что не окажет влияние на работу посевного агрегата.

3. С увеличением ширины входной кромки полоза ( $B_{\phi}$ ) формовщика и нагрузки ( $G_{д}$ ) высота гребней увеличивается. Минимально допустимую высоту гребней (100 мм) с требуемой плотности почвы можно получить при помощи формовщика с шириной входной кромкой полоза ( $B_{\phi}$ ) в пределах 280-320 мм, и при дополнительной нагрузке ( $G_{д}$ ) в пределах 0,08-0,11 кН.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТРНО-ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕЯЛКИ С ФОРМОВЩИКОМ

### §4.1. Методика проведения испытаний сеялки с формовщиком

Для проверки результатов теоретических исследований, а также изучения влияния различных факторов на качество формирования гребней нами были проведены сравнительные лабораторно-полевые исследования. В лабораторно-полевых испытаниях на базе ТашГАУ были определены параметры гребней сформированных одновременно с посевом, а также агротехнические показатели развития хлопчатника на посевах с одновременным формированием гребней и при традиционной технологий посева (контроль).

**Требования к полевому опыту.** Особенностью лабораторно-полевого опыта, отличающей его от других методов исследований, состоит в том, что в данном случае развитие хлопчатника изучается вместе со всей совокупностью почвенных, климатических и агротехнических факторов, очень близких к производственных [91; с. 41-55]. Поэтому только лабораторно-полевой опыт может установить связь между урожаем и средствами воздействия на него. Кроме того, существует ряд вопросов, которые вообще не могут быть изучены вне полевой обстановки, в том числе влияние гребня на рост и развитие хлопчатника и т.д. Ценности результатов лабораторно-полевого опыта зависят от соблюдения определенных методических требований. Важнейшие из них следующие: типичность опыта; соблюдение принципа единственного различия; проведение опыта на специальном выделенном участке; учет урожая и достоверность опыта по существу.

При поставке лабораторно-полевого опыта нами соблюдалось единство всех условий, кроме одного изучаемого. Это очень важное и обязательное требование методики, то есть принцип единственного различия. Что должно строго соблюдаться в лабораторно-полевых опытах с учетом элемента сравнения. При этом динамика развития и урожай хлопчатника в этом опыте главные объективные показатели в изучаемых вариантах. В результате учета урожая и динамики развития становится возможным количественно установить влияние тех факторов, которые изучались в нашем лабораторно-полевом опыте [92; с. 25-30]. При этом для математической обработки и обоснованных выводов необходимо иметь лишь те результаты лабораторно-полевых опытов, которые не содержат грубых ошибок. Все выводы, сделанные нами, по результатам эксперимента будут иметь вероятностный характер. Как известно современные математические методы составляют неотъемлемую часть процесса обработки и интерпретации результатов наблюдения и опытов. Они



позволяют извлечь максимум информации из исходных данных, оценить, насколько существенны реальные различия между вариантами. Но лабораторно-полевой опыт дает объективную оценку изучаемым вариантам лишь в том случае, когда эксперимент проведен с соблюдением всех требований методики. Поэтому соблюдение всех технических правил проведения эксперимента на опытных участках важнейшее условие получения данных, пригодных для объективной оценки действия изучаемых в опыте агротехнических приемов. Лабораторно-полевые опыты проводились с целью выбора той технологии посева, при которой было возможно с меньшими затратами получить нужный урожай.

Для этого совместно с Андижанским механическим заводом была разработана сеялка, с формовщиками (рис.4.1.) которые базировались на тех параметрах, которые были нами обоснованы при выполнении данной работы.

До проведения посева на опытных полях были проведены следующие замеры:

1. Влажность верхнего горизонта почвы, %;
2. Температура верхнего горизонта почвы, град;
3. Плотность почвы,  $\text{г/см}^3$ .

Посев проводился отборными оголенными семенами на глубину 35-40 мм с шагом 120 мм. Опыты проводились по методике, разработанной УзПИТИ. Температуру и влажность почвы определяли по методике, применяемой Узгидрометцентром на своих опытных станциях [47; с. 8-9].



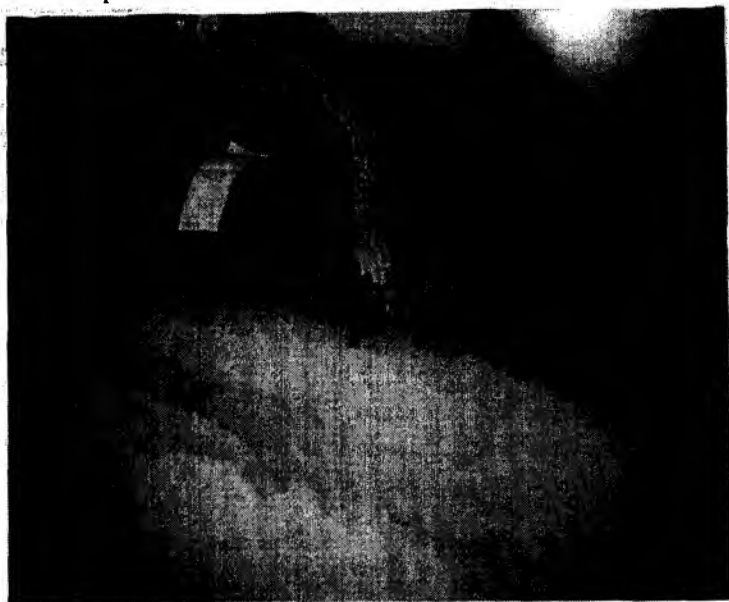
**Рис. 4.1. Общий вид (спереди) экспериментального формовщика установленный на передней раме хлопковой сеялки при полевых испытаниях**

При проведении экспериментальных исследований применялись специальные приборы, приспособления, макетные образцы устройств, полевая установка и стандартные методики исследований с внедрением необходимых частных уточнений.

Результаты опытов затем были обработаны методами математической статистики.

После проведения посева на поле были определены следующие параметры (рис.4.2.) и проведены наблюдения:

1. Количество гнезд с нулевым числом растений (%);
2. Средняя глубина закладки семян в семенном ложе (мм);
3. Количество и динамика всходов (шт);
4. Фенологические наблюдения;
5. Высота гребня.



**Рис.4.2. Полевые замеры параметров гребня**

Ожидаемые результаты при использовании разработанного нами формовщика дадут возможность решить вопрос защиты семенного гнезда от попадания в нее дождевого потока.

## §4.2. Результаты полевых испытаний сеялки с формовщиком

Проблема получения дружных, здоровых и ранних всходов одна из основных задач хлопкоробов, так как это обеспечит хороший урожай данной культуры.

Однако на посевах, проведенных по традиционной технологии после выпадения обильных осадков и похолодания над семенным ложем, образуется почвенная корка, которая затрудняет доступ кислорода к семенам. В результате этого ростки под такой коркой погибают, а если и всходят, то большинство из них заболевают корневой гнилью. Как известно, это явление можно устранить, если избежать попадания дождевого потока в семенное ложе. Поэтому ряд исследователей начали поиск других более приемлемых способов посева хлопчатника [93; с. 25-29]. Таким способом как показали наши исследования, является посев на гребнях взамен посева хлопчатника по гладкому полю. Это дает возможность ускорить появление всходов и развития растений, а самое главное защитить семенное ложе от дождевых потоков и тем самым устранить пересевы.[94; с.13-15]

В результате этого можно получить не только дружные всходы, но и повысить урожай хлопка-сырца по сравнению с посевами по гладкому полю.

Для проверки технологии посева хлопчатника на гребнях, сформированных одновременно с посевом в учхозе ТашГАУ были заложены специальные лабораторно-полевые опыты, где изучались параметры гребня, а также динамика развития хлопчатника и его урожай [95; с.64-70].

Приполевых испытаниях сеялки опыты проводились в следующих вариантах:

1 – посев хлопчатника по гладкому полю (контроль);

2 – посев на гребнях, сформированных одновременно с посевом хлопчатника.

Опыты закладывались на фоне высококачественной зяблевой пахоты. Для выравнивания поверхности пашни использовали самодельную малу-выравнивателя типа МВ-6. При этом годовая норма внесения азота составляла 250, фосфора–200 и калия –120 кг/га.

На первом варианте посев хлопчатника проводился по гладкому полю (контроль) при помощи серийной сеялки СЧХ-4[96; с.8-18].

На втором варианте посев проводился на гребнях, нарезанных одновременно с посевом при помощи формовщика установленный на передней раме той же хлопковой сеялки (рис. 4.1).

Для определения размеров гребня весной после проведения посева были замерены их параметры.

При этом замеры проводились в 10 точках на каждом варианте опыта расположенного в шахматном порядке на поле. Здесь в каждой группе замеры проводились в 5 точках через каждые два метра, то есть на 10 метрах ряда.

На этих участках загортачи и прикатки приподнимались и следовательно не изменяли фактического состояния сформированной гребней. Таким путем на каждом варианте полевого опыта после завершения посева проводилась 50 замеров основных параметров гребня, то есть его высота ( $H_1$ ) и ширина у вершины ( $b_2$ ).

Результаты этих замеров и их обработки приведены в таблицах 4.1. и 4.2.

В таблице 4.3 и на рис.4.3 приведены основные сводные данные размеров гребня, полученных сразу же после посева (без засыпки семян почвой).

Из таблицы 4.3 видно, что средняя высота (10,7см) гребня, нарезанных одновременно с посевом до заделки семян загортачами, достаточна для защиты семенного ложа от затопления дождевым потоком, а ширина (16,2см) обеспечивает устойчивую работу рабочих органов посевных агрегатов.

Таблица 4.1

**Результаты определения высоты гребней ( $H$ ), сформированных одновременно с посевом при помощи формовщика до заделки семян загортачами**

№ Класса	Интервал классов $X_k$ см	Средние значения классов $X$	Фактические частоты $f$		$f_x$	$x^2$	$fx^2$	$(x-x)^2$	Теоретические частоты $f'$	
			шт	%					шт	%
1	7,5-8,5	8	2	4	16	64	128	7,29	4,1	8,2
2	8,5-9,5	9	10	20	90	81	810	2,89	7,4	14,8
3	9,5-10,5	10	14	28	140	100	1400	0,49	13,1	26,2
4	10,5-11,5	11	13	26	143	121	1573	0,09	13,6	27,2
5	11,5-12,5	12	10	20	120	144	1440	1,69	8,8	17,6
6	12,5-13,5	13	1	2	13	169	169	5,29	3,0	6,0
$\Sigma$			50	100	522		5520	17,74	50	100

Таблица 4.2

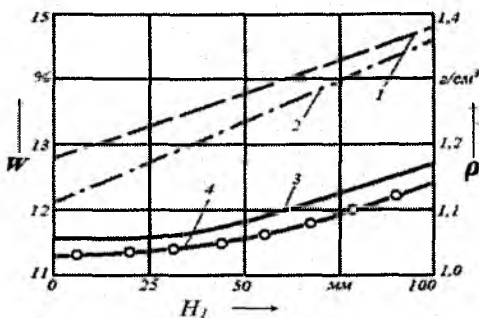
Результаты определения ширины вершины гребней ( $b_v$ ), сформированных одновременно с посевом (до заделки семян загортачами)

№ класса	Интервал классов $X_x$ см	Средние значения классов $X$	Фактические частоты $f$		$fx$	$x^2$	$fx^2$	$(x-x)^2$	Теоретические частоты $f^d$	
			шт	%					шт	%
1	13,5-14,5	14	7	14	98	196	1372	2,9	8,5	17
2	14,5-15,5	15	16	32	240	225	3600	0,5	13,5	27
3	15,5-16,5	16	19	38	304	256	4864	0,1	18,0	36
4	16,5-17,5	17	6	12	102	289	1734	1,7	7,5	15
5	17,5-18,5	18	2	4	36	324	648	5,3	2,5	5
$\Sigma$			50	100	780		12218	21,4	50	100

Таблица 4.3

Параметры гребня после посева (до заделки семян загортачами)

Показатели	Высота гребня	Ширина по вершине	Ширина по основанию
	$H, \text{ см}$	$b_v, \text{ см}$	$B_o, \text{ см}$
$Mcp (\bar{x})$	10,7	16,2	31,4
$M_{max}$	12,09	17,88	33,11
$M_{min}$	9,31	14,52	29,69
$\pm \sigma$	1,39	1,68	1,71
% $\Delta$	18,3	12,6	13,4



1 — влажность почвы на гребне; 2 — влажность почвы на гладком поле;  
 3 — плотность почвы на гребне; 4 — плотность почвы на гладком поле  
**Рис. 4.3.** График зависимости влажности ( $W$ ) и плотности ( $\rho$ ) почвы от глубины горизонтов на гребнях и на гладком поле перед посевом

Из данных приведенных на рис.4.3 видно, что влажность и плотность почвы в зоне заложения семян, не зависимо от способа посева, соответствуют требованиям агротехники. При этом подготовка гребней одновременно с посевом при наименьших затратах позволило провести сев в начале апреля на глубине 40-50 мм при температуре 12-13°C, и при влажности 13,8 %, что достаточно для произрастания семян, а плотность почвы здесь оказалась в пределах 1,03-1,16 г/см<sup>3</sup>, что обеспечило нормальную работу рабочих органов сеялок и качественную укладку семян. Высота гребней до заделки семян загортачами составляло в среднем 10,7 см, что предоохранило посевы от затопления их дождевыми потоками. Некоторое увеличение влажности на гребнях в зоне заложения семян связано с тем, что при их формировании более влажные слои почвы снизу перемещаются вверх.

Для проверки этих технологий посева были заложены лабораторно-полевые опыты в двух вариантах — посев по гладкому полю (контроль), и посев на гребнях, нарезанных одновременно с посевом. При этом посев по гладкому полю был произведен 5-6 апреля, а на гребнях 3-4 апреля. Эти исследования показали, что при использовании посева хлопчатника на гребнях дождевые потоки практически не заливают семенное ложе и тем самым предохраняют посевы от почвенной корки. При этом средняя дневная температура на гребнях была на 0,7-0,9°C выше, чем на поле, а всходы появились на 2-3 дня раньше.

Исследования показали, что отсутствие почвенной корки, нормальная влажность гребней, а также более высокая температура почвы являются хорошим средством борьбы с корневой гнилью хлопчатника.

Как показали лабораторно-полевые опыты (таблица 4.4), наиболее эффективным оказался посев хлопчатника, проведенный на гребнях нарезанных одновременно с посевом. В этом варианте в результате более качественного процесса созревания почвы лучше активизируется деятельность микроорганизмов и больше накапливается влаги, создаются лучшие условия для интенсивного роста и развития хлопчатника.

При посеве на гребнях густота стояния и набор коробочек оказались соответственно на 4,3 и 6,9 процента больше, чем на контроле, что свидетельствуют преимущества посева хлопчатника на гребнях, сформированных одновременно с посевом. При этом с каждого гектара хлопчатника, посеянного на гребнях получен урожай на 2,6 центнера хлопка больше, чем при посеве хлопчатника по гладкому полю.

А самое главное здесь семенное ложе не заливалось дождевыми потоками и следовательно, не образовывало почвенную корку и следовательно не нужно было проводить пересевы. Так как после заделки семян загортачами и прикаткой общая высота гребня увеличивается до 120-130 мм, и она приобретает коническую форму. Все это способствовало лучшей защите семенного ложа от дождевых потоков, а образованные при этом бороздки легко можно было использовать для проведения подпитывающих поливов.

Таблица 4.4

**Результаты определения густоты стояния, высоты и диаметра главного стебля, количества и среднего веса коробочек, урожая хлопка-сырца в зависимости от способа посева**

Варианты опыта	Густота стояния тыс.шт/га	Высота главного стебля, см	Диаметр стебля, мм	Количество коробочек на кусте шт.	Средний вес коробочкигр.	Общий урожай ш/га	Гост или снижение урожайности по отношению к контролю. %
Посев по гладкому полю (контроль)	85,6	87,4	6,2	7,2	4,3	26,2	-
Посев на гребнях, сформирован-ных одновременно с посевом	90,2	90,4	6,4	7,7	4,3	28,8	+9,9

## Выводы по четвертой главе

1. Установлено, что при посеве на гребнях устраняется попадание дождевого потока в семенное ложе. В результате чего ускоряется появление всходов и развитие растений, исключается пересевы хлопчатника.

2. Установлено, что высота гребней нарезанных одновременно с посевом составляет 10,1-10,7см, а после заделки семян загортачами и прикаткой-12,0-13,0см.

3. Посев хлопчатника на гребнях подготовленных, одновременно с посевом по сравнению с посевом по гладкому полю обеспечивает температуру почвы в начале апреля на глубине 4,0-5,0 см в пределах 12-14°C при влажности почвы 12-13% и плотности почвы в пределах 1,04-1,16 г/см<sup>3</sup>, что способствует лучшему развитию растений.

4. Наиболее высокая урожайность хлопчатника получена на посевах, проведенных на гребнях (28,8 ц/га), что больше на 9,9 % урожайности хлопчатника, посеянного на ровном поле.



**ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ  
ИСПЫТАНИЙ СЕЯЛКИ С ФОРМОВЩИКОМ  
И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ  
ПРИМЕНЕНИЯ**

**§5.1. Результаты сравнительных испытаний**

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований был разработан и изготовлен на Андижанском механическом заводе формовщики, которые были установлены на посевной агрегат.

Для проверки этого устройства в широких производственных условиях с целью определения его эффективности были заложены полевые опыты в фермерском хозяйстве «Дустлик» Андижанского вилоята в двух вариантах: посев на гладком поле, то есть традиционный способ посева (контроль); посев на гребнях, сформированных одновременно с посевом.

В полевых опытах были проведены замеры динамики развития хлопчатника, а также хронометраж работы посевных агрегатов и учет трудовых и эксплуатационных затрат[97; с.14-18].

Закладка лабораторно-полевых опытов по первому варианту проводилась 4 апреля, по второму варианту - 5 апреля. После появления всходов определены количество пустых гнезд (таблица 5.1).

Таблица 5.1

**Количество пустых гнезд на участках**

Варианты	Количество пустых гнезд, тыс/га				
	Повторность			Средняя	Отклонение от контроля, %
	1	2	3		
Посев на гладком поле	10,2	9,6	9,8	9,9	-
Посев на гребнях	8,9	8,1	8,2	8,4	- 17,8

Из этой таблицы 5.1 видно, что наименьшее количество пустых гнезд имеют посевы, выполненные по второму варианту.

Таблица 5.2

## Влияние способа посева на рост и развитие растений

Варианты	Высота главного стебля, см			Количество в среднем на растение, шт.			раскрытие коробочек, %	Масса хлопка-сырца в одной коробочке, г
				узлов	симподий	коробочек		
	2.VI	6.VII	3.VIII	6.VII	3.VIII	29.IX	29.IX	
Посев на гладком поле	7,3	45,1	87,5	10,0	12,3	7,9	32,0	5,7
Посев на гребнях	9,3	49,2	89,3	10,5	12,6	8,2	39,8	5,8

Таблица 5.3

## Влияние способа посева на урожайность хлопка-сырца

Варианты	Густота стояния растений тыс/га	Урожай хлопка-сырца, ц/га								
		по сборам, %			по вариантам					средний прибавка
		I	II	III	I	II	III	IV	V	
		28.IX	14.X	29.X						
Посев на гладком поле	72,4	42,3	34,8	22,9	28,5	29,3	28,8	29,0	28,6	28,9
Посев на гребнях	76,2	46,6	36,1	17,3	32,4	32,5	30,5	31,4	30,6	$\frac{31,3}{+2,8}$

Таблица 5.4

## Эксплуатационные показатели посевных агрегатов

Варианты опытов	Производительность посевного агрегата, га/ч	Затраты труда на единицу площади, чел. ч/га	Прямые эксплуатационные затраты на единицу площади, тыс. сум/га	Приведенные затраты	
				на единицу площади, тыс. сум/га	на единицу продукции, тыс. сум/ц
Посев на гладком поле	1,84	1,19	12,03	15,85	0,5
Посев на гребнях	1,78	1,22	13,10	17,21	0,49

Анализ таблиц 5,2 и 5,3 показал, что с точки зрения динамики развития и урожая второй вариант значительно превосходит первого варианта. Во втором варианте высота главного стебля на 2 %, густота стояния на 5,2 %, набор коробочек на 16 %, а раскрытие коробочек на 10 % выше, чем на первом варианте (контроле)[98; с.24-30].

При этом урожай хлопчатника на втором варианте на 8,3 % выше по сравнению с первым вариантом. Кроме того во втором варианте из-за полного и дружного всхода, а также нормального развития исключен пересев. Все это указывает превосходство способа посева на гребнях сформированных одновременно с посевом.

Однако приведенный хронометраж и расчеты (таблица 5.4) показали, что здесь производительность посевного агрегата при посеве на гребнях по сравнению с посевом по гладкому полю снижается на 4,1 процента, затраты труда возрастают на 4,4 процента, а прямые эксплуатационные затраты на 9,8 процента. Но при этом условно приведенные затраты на единицу продукции здесь несколько ниже (на 2,5 процента) чем на контроле.

Возделывания хлопчатника на гребнях, образованных одновременно с посевом сокращают затраты связанные с подготовкой осенью гребней

специальным механизмом. Также, здесь в отличие от традиционной технологии посева хлопчатника на выровненных участках улучшается тепловой и водный режим, а также сокращаются площади посева.

Таким образом при посеве на гребнях с использованием предлагаемого устройства улучшается тепловой и водный режим почвы, увеличивается густота стояния, и соответственно урожай хлопчатника. Поэтому в расчетах, связанных с технико-экономическим обоснованием перспективности комплектации хлопковых сеялок формовщиками при посеве хлопчатника на гребнях учтен экономический эффект от повышения густота стояния и снижения посева в отличие от существующей технологии посева по гладкому полю (контроль), что составляет 20-25 процентов от посевной площади.

### **§5.2. Расчет технико-экономической эффективности применения сеялки с формовщиком**

Расчет технико-экономической эффективности применения результатов исследований проведен на основе сравнения производительности, металлоемкости, расхода топлива, трудовых и денежных затрат на 1 га произведенной посева сеялкой с формовщиком и базовой сеялкой. При этом учитывали также урожайность хлопчатника. Экономическая эффективность применения разработанного технического средства определялась согласно РД Уз 63.03-93 [99; с.28-35].

В качестве исходных приняты данные, приведенные в источниках [95,98, 99], а также полученных данных в §5.1 в результате сравнительных испытаний разработанной и базовой сеялки.

Результаты расчета экономической эффективности сеялки с формовщиком, представлены в приложении 10.

Анализ технико-эксплуатационных показателей сеялки с формовщиком показывает, что он по основным показателям работы превосходит базовую машину.

Расчеты проведенные по определению технико-экономических показателей сеялки с разработанными формовщиками показали, что с применением разработанного формовщика гребней для хлопковой сеялки способствует снижению расхода горюче-смазочных материалов на 53,4 процента, эксплуатационных затрат на 37,24 процента на каждый гектар площади и позволяет получить экономический эффект 5,9 млн. сум на 1 сезон.

## **Выводы по пятой главе**

1. Установлено, что при посеве на гребнях с использованием предлагаемого устройства улучшается тепловой и водный режим почвы, увеличивается густота стояния на 5,2%, исключается пересев и повышается урожайность хлопчатника на 8,3%.

2. Расчеты проведенные по определению технико-экономических показателей сеялки с разработанными формовщиками показали, что с применением разработанного формовщика гребней для хлопковой сеялки способствует снижению расхода горюче-смазочных материалов на 53,4 процента, эксплуатационных затрат на 37,24 процента на каждый гектар площади и позволяет получить экономический эффект 5,9 млн.сўм на 1 сезон.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

На основе проведенных исследований по монографии на тему «Разработка и обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки» представлены следующие выводы:

1. Проведенный анализ конструктивных особенностей существующих машин и орудий, применяемых для формирования гребней и посева, обеспечивает возможность разработки конструкции устройства, позволяющего производить формирование гребней одновременно с посевом.

2. Разработка устройства, обеспечивающего качественное формирование гребней при посеве дает возможность повышения качества формирования гребней, снижает затраты на посев и повышает урожайность хлопчатника. Наиболее оптимальной конструктивной схемой устройства принята схема с последовательной установкой полустрельчатых лап с почвосдвигающей пластиной и формовщика гребней.

3. При выполнении формы гребня в виде равнобокой трапеции и соответственно с высотой и шириной поверхности гребня не менее 100 мм и 160 мм обеспечивается полная защита семенного ложе от затопления дождевыми потоками.

4. Полустрельчатая лапа с шириной захвата 190 мм обеспечивает качественное выполнение технологического процесса при следующих параметрах почвосдвигающей пластины: соответственно ширина захвата 28 мм, угол установки к направлению движения  $30^\circ$ , высота 110 мм, угол наклона крыла  $36^\circ$ .

5. При выполнении входной кромки формовщика шириной 290-320 мм, выходной кромки 160 мм, угла наклона бокового отвала к направлению движения  $20^\circ$ , длины полоза формовщика 203-215 мм, высоты бокового отвала 100 мм и угла установки бокового отвала к горизонту  $42-45^\circ$  обеспечивается качественное выполнение технологического процесса формирования гребней.

6. Полученные аналитические зависимости показали, что тяговое сопротивление перемещения формовщика зависит от физико-механических свойств почвы, глубины его внедрения в почву, длины полз, ширины входной кромки полза и от углов установки боковых отвалов формовщика.

7. Исследованиями установлено, что устойчивая работа формовщика обеспечивается в основном за счет изменения силы давления пружины. При вертикальной нагрузке на формовщик в пределах от 0,16 до 0,18 кН обеспечивается качественное выполнение технологического процесса формирования гребней.

8. При посеве хлопчатника на гребнях устраняется попадание дождевого

потока в семенное ложе, ускоряется появление всходов и улучшается развитие растений, полностью исключаются пересевы хлопчатника. Урожайность хлопчатника при посеве на гребнях на 9,9 % больше, чем урожайность хлопчатника, посеянного на гладком поле.

9. Разработана конструкция и создан формовщик для хлопковой сеялки для формирования гребней одновременно с посевом. Результаты исследований приняты АО «БМКБ-Агромаш», что дает возможность разработать исходные требования к конструкции хлопковой сеялки.

10. Применение разработанного формовщика гребней для хлопковой сеялки способствует снижению расхода горюче-смазочных материалов на 43,3%, снижению эксплуатационных затрат на 31,4% на каждый гектар площади, что позволяет получить экономический эффект 5,9 млн. сўм на один сезон.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://cropwatch.unl.edu/tillage/ridge>.
2. Указ Президента Республики Узбекистан № УП 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан»
3. [http://lex.uz/Pages/GetPage.aspx?lact\\_id=2032474](http://lex.uz/Pages/GetPage.aspx?lact_id=2032474)
4. [http://lex.uz/Pages/GetPage.aspx?lact\\_id=3262178](http://lex.uz/Pages/GetPage.aspx?lact_id=3262178)
5. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Программа и методы испытаний. ТСТ 63.04:2001// Издание официальное.– Ташкент, 2001. –54 с.
6. Патент РУз № FAP 00396. Устройство для посева пропашных культур/ Сайфи Э.Х., Бердимуратов П.Т., Халилов Р.Д., Уримбоев А.К., Тошназаров О., Сирожиддинов А.С. // Расмий ахборотнома. – 2008. – №9 (89).
7. Патент РУз № FAP 00473. Устройство для посева на гребнях/ Сайфи Э.Х., Дускулов А.А., Исаков А.А., Халилов Р.Д., Уримбаев О.К., Бердимуратов П.Т. // Расмий ахборотнома. – 2009. – № 7 (99).
8. Кондратюк В. П. Сев и прореживание хлопчатника. Справочник по хлопководству. – Ташкент, 1981. –С. 167-170.
9. Рудаков Г.М. Перспективные технологические процессы механизации возделывания хлопчатника.– Ташкент, 1984.–С. 59.
10. Халимов М. Сроки сева средне-спелых сортов хлопчатника// Сельское хозяйство Узбекистана. – Ташкент, 1997.– № 4. –С.24-25.
11. Рашидов Х., Попов В. Некоторые результаты исследований по изучению гребневого сева хлопчатника// Тезисы доклада НТК. ТаджикНИИЗ: – Душанбе, 1986.–С. 13-15.
12. Годовой отчет МСХ РУз за 2003.
13. Султанов М. Пятнадцать условий эффективности// Сельское хозяйство Узбекистана. – Ташкент, 2002.– № 4. – С. 10-11.
14. Сайфи Э.Х., Уримбаев О., Муродимов А. Чигит пленка остига экиш муддатлари// Сельское хозяйство Узбекистана.–Ташкент,– 2004. – №2.– С.9-10.
15. Касымов Б.Х. Экономическая эффективность передовых агротехнических мероприятий в хлопководстве.– Ташкент, 1981. –126 с.
16. Кленин Н., Сакун В. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. –Москва: Колос, 1980. – 298 с.
17. Кондратюк В.П. Обработка почвы под хлопчатник. – Ташкент, 1981. – С.162-167
18. Ходжабаев А., Ишанкулов М. Практикум по механизации сельского хозяйства.– Ташкент, 1990. – 190с.



19. Алиев Ш. Исследование оголенных, сортированных и калиброванных семян хлопчатника. – Кировабад, 1974. – 87с.
20. Юлдашев С.Х. Биология развития хлопчатника.– Ташкент, 1981.– 264 с.
21. Хаджиев А., Рудаков Ю. Новая техника для хлопководства.– Ташкент, 1981. – 83 с.
22. Матчанов Р. УзСЕЛЬХОЗМАШ-холдинг каталог. Ташкент, – 1998г.
23. Устинов А.Н. Машины для посева сельскохозяйственных культур. – Москва, 1989. – 168 с.
24. Яшева Е.Я. Эффективные технологии подготовки семян хлопчатника к севу. – Ташкент: УзИНФОРМ Агропром, 1992.– 39 с.
25. Рыжов С. и др. Возделывание хлопчатника по гребням и гребням. – Ташкент, 1980. – 76 с.
26. Байметов Р.И. Основная и предпосевная обработка почвы Перспективные технологические процессы механизации возделывания хлопчатника. – Ташкент, 1984. –С. 3-31.
27. Рахматов О. Агротехнические приёмы повышения урожая культур хлопкового севооборота в Каршинской степи. – Ташкент, 1991. – 181с.
28. Абдурахимов А. Механизация сева хлопчатника. Сборник научных трудов. – Ташкент: САИМЭ, 1984. –С 32-56.
29. Рудаков Г.М. Перспективы механизации хлопководства.– Ташкент, 1988.–18 с.
30. Патент RU № 2288560. Способ формирования гребней под посев и уборку корнеклубнеплодов и устройство для его осуществления/ Габдуллин А.Г. // Б.И. – 2006. – № 34.
31. Патент RU № 2284093. Способ формирования гребней при предпосевной обработке суглинистых почв и устройство для его осуществления/ Ермаков Н.Ф., Поперекин А.К// Б.И. – 2005. – № 24.
32. Калинин А. Обоснование способа формирования гребней при возделывании картофеля. Agrovesti/net/tech.
33. Патент RU № 2196399. Окучник-уплотнитель гребней/ Джавадов Р.Д., Понамарев А.Г., Кабаков Н.С. // Б.И. – 2012. – № 34.
34. Протокол УзМЭИ №24 Сравнительные испытания сеялок для посева хлопчатника под пленкой. –Гулбахор, 2001.– 27с.
35. Патент РУз № IDP04960. Қишлоқ хўжалик экинларини пленка остига экиш мосламаси/ Сулаймонов С.С., Алижанов Д.А., Бердимуратов П.Т. // Расмий ахборотнома. – 2001. – № 06.
36. Тошназаров О.Ж., Жуматов Я.К., Саримсаков Б.Р. и Фармонова Ф.Э. Влияние агрометеорологических условий на качество посева хлопчатника// Проблемы рационального использования природохозяйственных комплексов

засушливых территорий: сборник научных трудов. – Волгоград, 2015. – С. 379-380.

37. Материалы Узгидромета о суточном количестве осадков с 25 марта по 25 апреля с 2008-2017 г.г. № 25-01/532 от 15.09.2017г.

38. Кондратюк В.П. Чигит экиш.– Пахтачилик справочниги. –Ташкент, 1989. – С.130-134.

39. Пулатов С.П., Набиев Т.С. Влияние пружин регулятора заглубления рабочих органов на качество культивации хлопчатника// Механизация хлопководства. – Ташкент, 1974. – № 6. – С. 18-19.

40. Сайфи Э.Х., Азизов М.М. Механизация сельхозработ при интенсивной технологии возделывания хлопчатника. –Ташкент, 1989. – 34 с.

41. Аваздурдиев Т. Исследование и обоснование параметров почвенных валиков нарезаемых при промывных поливах.: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1976. – 25 с.

42. Бердимуратов П.Т., Сайфи Э.Х., Уримбоев О.К., Халилов Р.Д. Пути устранения попадания дождевого потока в семенное ложе на посевах хлопчатника// Система подготовка кадров аграрное образование, наука и интеграция производство: сборник научных трудов.–Ташкент, 2005. С.538-539.

43. Умаров Г. и др. Земля становится теплее// Сельское хозяйство Узбекистана. –Ташкент, 1985. – № 1. –С. 28-29.

44. Информация Узгидромета о суточном количестве осадков с 25 марта по 25 апреля с 2008-2017 г.г. № 25-01/532 от 15.09.2017г.

45. Муродимов А.Б. и др. Пути снижения образования почвенной корки на посевах хлопчатника// Материалы конференции.–ТашГАУ, 2004.–С. 391-392.

46. Агатов А. Грядковая культура хлопчатника. Сборник трудов ВАСХНИИ: Выпуск 6, 1983. –С. 12-13.

47. Кондратюк В.П. Опыты с гребневой культурой хлопчатника// Сборник трудов УзПИТИ, – 1984. –С. 8-9.

48. Кондратюк В. Влияние плотности почвы на развитие хлопчатника// Хлопководство. – Москва, 1982. – №2. – С.35-37

49. Чирцов С.П. Требования к высеваящим аппаратам хлопковой сеялки// Механизация хлопководства. – Ташкент, 1984. – №4 – С. 3-4.

50. Бердимуратов П.Т., Уримбоев О.К., Сайфи Э.Х., Фармонов Э.Т. Параметры формовщика гребней установленного на хлопковой сеялке// Современные проблемы и перспективы механики: Материалы Международной научно-технической конф. 17-18 мая 2006. – Ташкент, 2006. – С. 547-549.

51. Сайфи Э.Х., Уримбаев О.К., Бердимуратов П.Т., Кучкоров Ў.Р. Особенности механизации посева хлопчатника на вершине гребня// Агроинженерияда таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. 7-сентябр 2007 . – Ташкент, 2007. – С. 51-54.
52. Пономарев Е., Алимов А. Механизация возделывания хлопчатника на гребнях// Механизация хлопководства. –Ташкент, 1982. – № 9. – 3 с.
53. Бердимуратов П.Т., Набиев Т.С., Уримбоев О.К., Сайфи Э.Х. Формовщик- для образования гребней одновременно с посевом// Вестник БашГАУ. – Уфа, 2006.– № 8.С. 29-30.
54. Шоумарова М., Абдиллаев Т. Қишлоқ хўжалиги машиналари. Учеб. пособие для ВУЗов. –Ташкент, 2002. – 417 с.
55. Пономарев Е. Обоснование параметров рабочих органов для формирования гребней// Механизация хлопководства. –Ташкент, 1980. – № 11 – С. 10-11.
56. Пономарев Е. Формирование гребней под хлопчатник// Механизация хлопководства. –Ташкент, 1981. – №7. –С. 18-19.
57. Пономарев Е. Обоснование параметров рабочих органов для формовки гребней и гребня под посев хлопчатника: Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Янгиюль, 1985. – 22 с.
58. Рудаков Г.М. Перспективные технологические процессы механизации возделывания хлопчатника. – Ташкент, 1984. – 32 с.
59. Павлов И.М. Теория практики и основы пластической деформации. –Москва, 1978. – 106 с.
60. Абдуллаев Х.Ф. Пушталарга ишлов берувчи қурилма параметрларини асослаш: Техн. фан.ном. ... дисс.–Тошкент: ТИКХММИ,2018. – 118б.
61. Ахмеджанов М., Аваздурдиев Т. Уплотнение валиков// Земледелие.–Москва, 1982.– № 7.– С. 7-8.
62. Ахмеджанов М.А., Ким Г.Н. Механизация планировочных работ. – Ташкент: –1984. – С. 109-140.
63. Бердимуратов П.Т., Сайфи Э.Х., Уримбоев О.К., Халилов Р.Д. Особенности обработки вершины гребней//Ўзбекистон қишлоқ хўжалиги. – Тошкент, 2006.– № 1. – С.31.
64. Бердимуратов П.Т., Халилов Р.Д., Сайфи Э.Х., Тошназаров О.К. Обоснование параметров устройства для формирования гребня// Агроинженерияда таълим, фан ва ишлаб чиқариш интеграцияси: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари. 7-сентябр 2007. – Ташкент, 2007. – С. 57-59.

65. Кашкаров А и др. Изучение и создание оптимальных физических свойств почвы. –Ташкент, 1979. – 84 с.
66. Маматов Ф.М. Механико-технологическое обоснование технических средств для основной обработки почв в зоне хлопкосеяния: Дис. ... докт.техн.наук. – Москва: МИИСП, 1992. – 223 с.
67. Периков В.Ф. Исследование взаимосвязи основных показателей тяговой динамики сельхозмашин. – Ташкент, 1981. – 66 с.
68. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – Москва: Физматлит, 2006. – 816 с.
69. Синеоков; Г.Н. Сопротивление почвы, возникающее при ее обработке. (Том 1 и 2): Дис. ... докт.техн.наук. Москва, – 1954.
70. Василенко П.М., Бабий П.Т. Культиваторы. – Киев, 1961. – 24с.
71. Долматов Э.В. Влияние параметров механизма подвески рабочих органов культиваторов на устойчивость их хода по глубине. Труды ВИМ, том 62, Москва, 1970. – С.143-146
72. Джуманиязов П. Некоторые вопросы исследованиечетырёхзвенного механизма/ с упругой связью/ хлопкового культиватора. дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент, 1969.
73. Иргашев Х.И. Исследование рабочих органов культиватора дляобработки защитных зон рядков хлопчатника. – Ташкент, 1964. – 115 с.
74. Набиев Т.С. Исследование и обоснование параметров регуляторазаглубления рабочих органов культиватора для повышения качества междурядной обработки хлопчатника: Дис. ... канд. техн. наук. – Ташкент: 1975. – 123 с.
75. Пановко Я.Г. Введение в теорию механических колебаний. М., – 1971. – 334 с.
76. Соколов В.М. Исследование работы сошниковой системы посевных машин в почвенных условиях полесья. Автореф. дис. ... канд. тех. наук . Киев: 1962.
77. Фильчаков П.Ф. Справочник по высшей математике. –Киев, 1973.
78. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчета экономической эффективности испытываемой сельскохозяйственной техники. РД Уз 63.03-98// Издание официальное. – Ташкент, 1998. – 49 с.
79. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы энергетической оценки машин. TSt 63.03.2001// Издание официальное. –Ташкент, 2001.– 59 с.
80. Умаров М., Икрамов Ж. Изучение и создание оптимальных физических свойств почвы. – Ташкент, 1989. –84 с.
81. Рыжов С.Н. и др. Возделывание хлопчатника на гребнях// Хлопководство. –Москва, 1988. – № 8. – 64 с.
82. Испытание сельхозтехники. Машины посевные O'zRH 63.06.2001.

83. Аугамбаев М., Иванов А.З., Терехов Ю.И. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. –Ташкент:Ўқитувчи, 1993. – 336 с.
84. Спирин Н.А., Лавров В.В. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента. – Екатеринбург: ГОУ ВПО Уральский государственный технический университет –УПИ, 2004. –258 с.
85. Веденяпин В.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. – Москва: Колос, 1973. – 184 с.
86. Можин В.П. Оптимизация плановых решений. – Москва: Экономика, 1978. –193 с.
87. Статистические методы контроля качества. –Ташкент: НПО Союзхлопок, 1978. –87 с.
88. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1979. – 416 с.
89. Новиков Г.И., Пермякова Э.Н. Сборник задач по вычислительной техники. Москва: Финансы и статистика, 1984. –243 с.
90. Курносоев А.П. Вычислительная техника и экономико-математические методы. – Москва: Статистика, 1986. –218 с.
91. Қишлоқ хўжалиқ экинларини парваришлаш ва маҳсулот етиштириш бўйича намунавий технологик карталар, 2011-2015 йиллар учун. – Тошкент: XILOLMEDA, – I ва II қисм. – 232 б.
92. Выгодский М. Справочник по высшей математике. – Москва, 1982. – 872с.
93. Орлов Н.М. Определение оптимальной скорости движения и ширины захвата// Вестник сельхоз науки, –Москва: 1981. – № 4. – С. 28-29.
94. Бердимуратов П.Т., Сайфи Э.Х., Халилов Р.Д., Муродов А.Б. Ҳосилдорликни ошириш омили//Ўзбекистон қишлоқ хўжалиғи. – Тошкент, 2005. – №3. –С.16.
95. Система машин и технологий для комплексной механизации сельскохозяйственного производства на 2011–2016 гг. – Ч. 1. Растениеводство. – Ташкент: НПЦ МСВХ, 2012. – 199 с.
96. Хамидов А. Хлопковые сеялки. – Ташкент, 1984. – С 8-18.
97. Нормы амортизационных отчислений на тракторы, транспортные средства, мелиоративные и землеройные машины, СХМ и оборудование, используемые в сельском, водном и лесном хозяйствах и их сроки службы. – Ташкент, 2002. – 29 с.
98. Нормативы годовой загрузки сельскохозяйственных машин. – Москва, 1989. – С. 24-30.
99. РД Уз 63.03-98. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы расчёта экономической эффективности испытываемой сельскохозяйственной техники. – Ташкент, 1998. – 49 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>ГЛАВА 1. СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ.</b>	9
§1.1. Анализ существующих способов посева хлопчатника.....	9
§1.2. Анализ современного состояния средств механизации сева хлопчатника.....	11
§1.3. Анализ технологий и технических средств для формирования гребней при возделывании пропашных культур.....	15
§1.4. Особенности агрометеорологических условий Узбекистана в период проведения посева хлопчатника и их влияние на качество посева.....	24
§1.5. Цель и задачи исследования.....	29
Выводы по первой главе.....	31
<b>ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ К ОБОСНОВАНИЮ ПАРАМЕТРОВ ФОРМОВЩИКА</b> .....	32
§2.1. Обоснование технологии посева с одновременным формированием гребня и конструкции формовщика .....	32
§2.2. Обоснование формы профиля и параметров гребня.....	34
§2.3. Обоснование параметров рыхлителя с почвосдвигающей пластиной	38
§2.4. Обоснование основных параметров формовщика .....	41
§2.5. Определение тягового сопротивления формовщика .....	44
§2.6. Устойчивость хода формовщика.....	51
Выводы по второй главе.....	58
<b>ГЛАВА 3. МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	59
§3.1. Программа экспериментальных исследований.....	59
§3.2. Условия и методы проведения экспериментов.....	59
§3.3. Результаты исследования по выбору типа рабочего органа для рыхления гребня .....	60
§3.4. Влияние способов посева на влажность и плотность почвы.....	62
§3.5. Влияние параметров формовщика на высоту гребня.....	64
§3.6. Определение тягового сопротивления формовщика .....	69
§3.7. Результаты тензометрирования макета формовщика .....	72
§3.8. Оптимизация параметров формовщика .....	73
Выводы по третьей главе.....	80
<b>ГЛАВА 4. РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕЯЛКИ С ФОРМОВЩИКОМ</b> .....	81
§4.1. Методика проведения испытаний сеялки с формовщиком	81
§4.2. Результаты полевых испытаний сеялки с формовщиком.....	84

Выводы по четвертой главе.....	89
<b>ГЛАВА 5. РЕЗУЛЬТАТЫ СРАВНИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ СЕЯЛКИ С ФОРМОВЩИКОМ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ.....</b>	<b>90</b>
§5.1. Результаты сравнительных испытаний.....	90
§5.2. Расчет технико-экономической эффективности применения сеялки с формовщиком .....	93
Выводы по пятой главе .....	94
Общие выводы и рекомендации .....	95
Список использованной литературы .....	97

**Бердимуратов Парахат Тажимуратович  
Маматов Фармон Муртозевич**

**Разработка и обоснование параметров формовщика гребней  
для хлопковой сеялки  
/МОНОГРАФИЯ/**

*Монография “Разработка и обоснование параметров формовщика гребней для хлопковой сеялки” была рассмотрена и рекомендована к изданию решением Ученого Совета Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства  
(протокол №3 от 31.10. 2019 года)*

**Редактор: М.Мустафоева**

---

**Подписано в печать: 11.11.2019г. Формат 60x84 - 1/16.  
Объём: 6,7п.л. Тираж:15 экз. Заказ № 0300.  
Отпечатано в типографии ТИИИМСХ.  
Ташкент 100000, ул. Кари-Ниязова, 39.**