

**КЫРГЫЗСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**имени К.И. СКРЯБИНА**

На правах рукописи

УДК 631.3.06

**Акматова Сымбат Жамаловна**

**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОСЕВА И ВОДОПОДАЧИ НА**  
**КАПЕЛЬНОЕ ОРОШЕНИЕ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР**

05.20.01 – технологии и средства механизации сельского хозяйства

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени кандидата технических наук

**Научный руководитель:**

доктор технических наук, профессор

Осмонов Ысман Джусупбекович

Бишкек – 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

Основные понятия, определения и сокращения.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСЕВА БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....	15
1.1. Обзор технологий для предпосевной обработки семян и посева бахчевых культур.....	15
1.2. Обзор технических средств для посева бахчевых культур.....	29
1.3. Выводы по главе 1.....	42
ГЛАВА 2. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО -	
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕЯЛКИ ДЛЯ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР.....	44
2.1. Полевые исследования существующей местной технологии посева бахчевых культур.....	44
2.2. Разработка исходных требования на сеялку для посева бахчевых культур.....	48
2.3. Обоснование основных конструктивных размеров сеялки для посева бахчевых культур.....	51
2.4. Разработка конструктивно-технологической схемы сеялки для посева бахчевых культур.....	63
2.5. Разработка конструктивно-технологической схемы высевающего аппарата.....	67
2.6. Разработка кинематической схемы сеялки для посева бахчевых культур.....	72
2.7. Расчет длины маркера на сеялку для капельного орошения.....	75

2.8. Чертеж и фото разработанной сеялки для посева бахчевых культур.....	80
2.8. Выводы по главе 2.....	82
<b>ГЛАВА 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ.</b>	<b>84</b>
3.1. Теоретическая предпосылка к обоснованию формы клина арычника для подготовки почвы под посев бахчевых культур.....	84
3.2. Теоретические предпосылки в обосновании параметров почвофрезы.....	89
3.3. Обоснование рациональной схемы формы кожуха почвофрезы.....	94
3.4. Выводы по главе 3.....	98
<b>ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>100</b>
4.1. Полевые испытания техники.....	100
4.2. Общая информация об экспериментальных исследованиях .....	100
4.3. Программа экспериментальных исследований.....	101
4.4. Выводы по главе 4.....	104
<b>ГЛАВА 5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАБОТЫ.....</b>	<b>105</b>
5.1. Расчет основных технико-экономических показателей.....	105
5.2. Выводы по главе 5.....	108
<b>ОБЩИЕ ВЫВОДЫ .....</b>	<b>110</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>112</b>

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

В настоящей диссертационной работе применяют следующие сокращения и обозначения:

КНАУ – Кыргызский национальный аграрный университет имени К.И. Скрябина;

КХ– крестьянское хозяйство;

НИОКР – научно-исследовательская, опытно-конструкторская работа

ГОСТ – государственный стандарт

МР – методические рекомендации

## ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство в Кыргызской Республике является одной из приоритетных направлений экономики и является ключевым сектором в обеспечении продовольственной безопасности страны.

В Кыргызстане насчитывается более 10 миллион гектаров сельскохозяйственного угодья, занятые под пашней, многолетних насаждений, залежей, сенокосов и пастбищ.

В пашне возделываются следующие сельскохозяйственные культуры: зерновые, зернобобовые, кукуруза, рис, сахарная свекла, табак, картофель, хлопчатник, масличные и бахчевые культуры, а также овощи [1].

Из структуры посевных площадей под зерновыми и зернобобовыми культурами заняты следующие площади земель, указанные на рисунке 1.

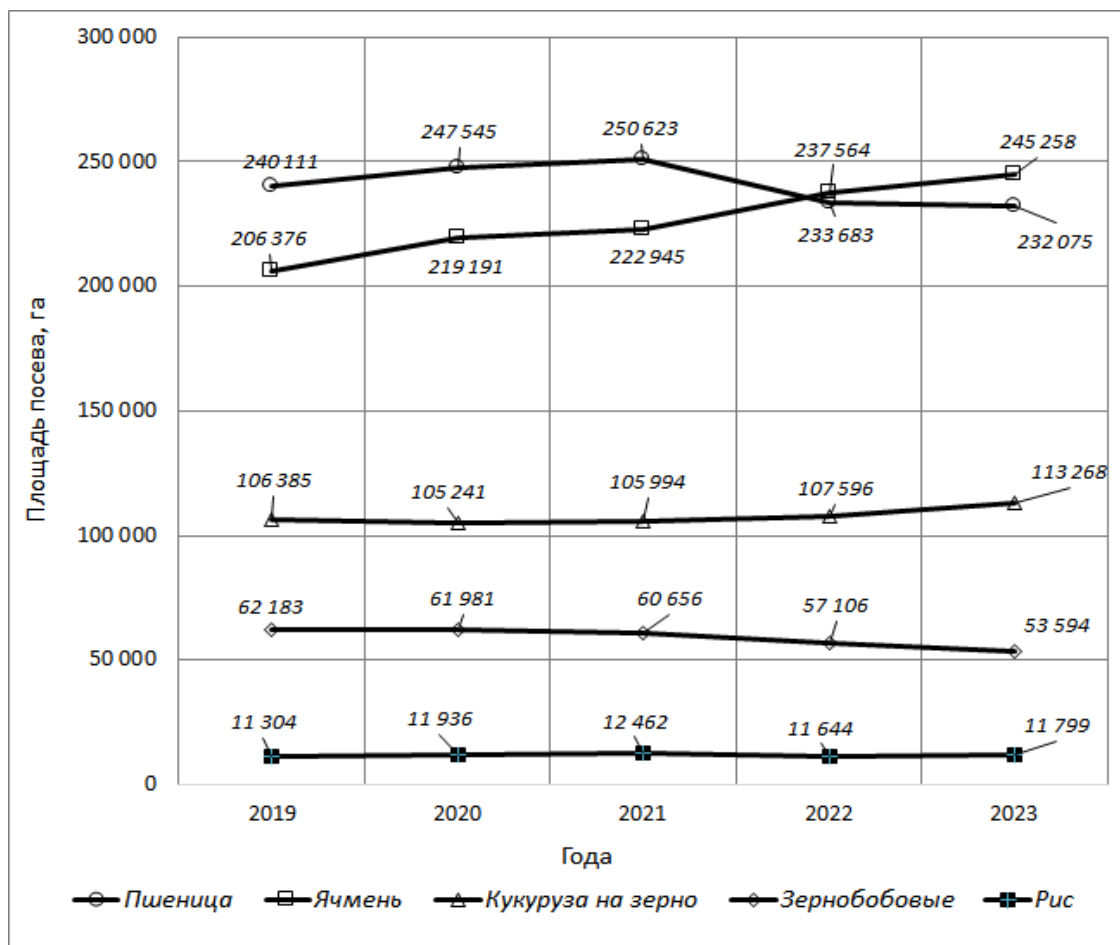


Рисунок 1 - Структура посевных площадей зерновых и зернобобовых культур в Кыргызской Республике на 2023 год

Следующим по количеству занятых площадей занимают технические и масличные культуры, картофель, овощи и др., площади которых показаны на рисунке 2.

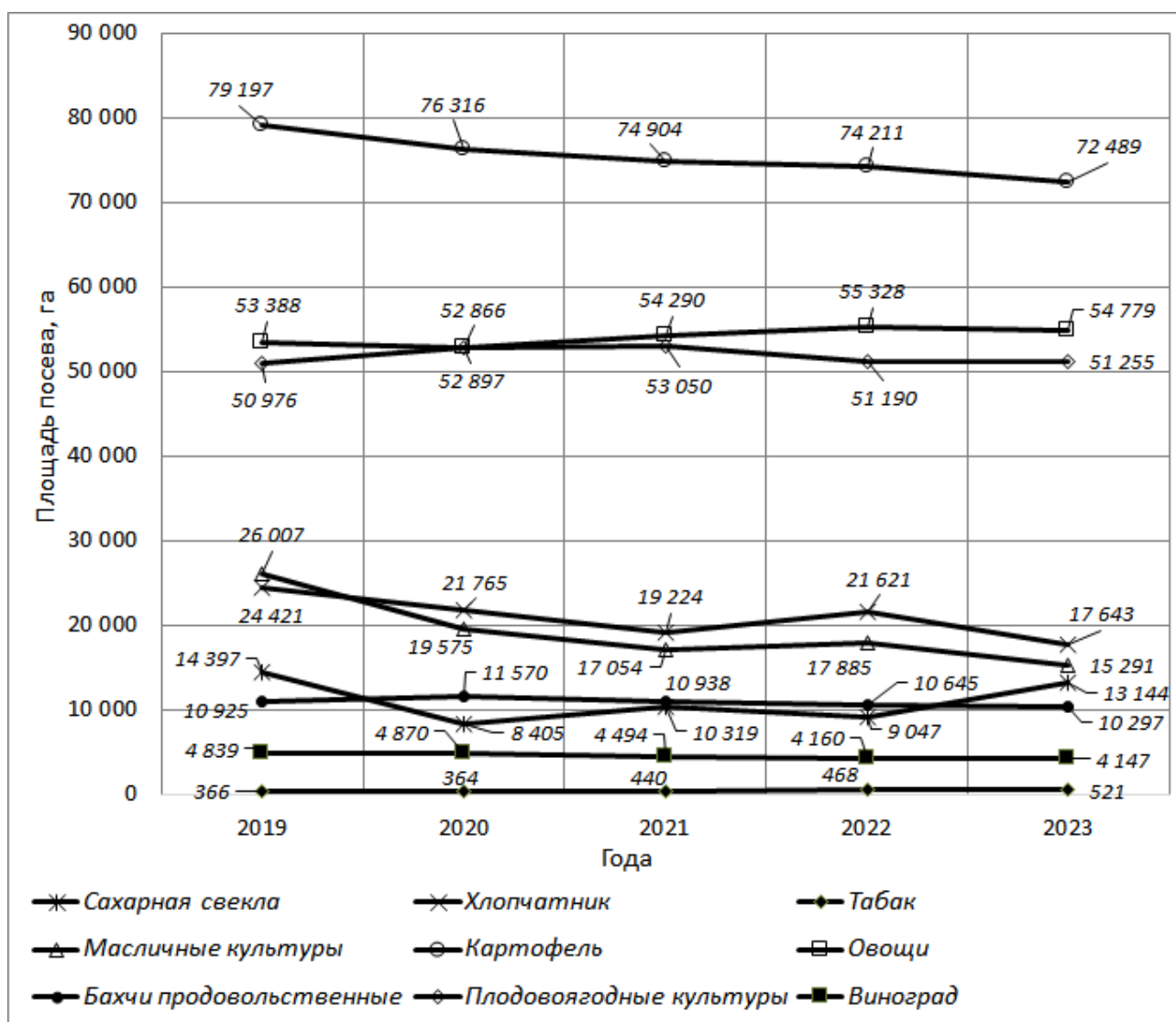


Рисунок 2 - Структура посевных площадей технических, масличных культур и овощей в Кыргызской Республике на 2023 год

Анализ структуры посевных площадей по республике за 2023 год показывает, что из всей посевной площади, занятой сельскохозяйственными культурами на долю: зерновых и зернобобовых культур приходится 73,25%; технических культур – 13,30%; овощей – 6,12%; бахчевых – 1,15%; плодовоовощных культур – 5,72% и винограда – 0,64%.

Из всех сельскохозяйственных культур наиболее экономически выгодными для выращивания являются бахчевых культуры, обладающие

сравнительно большой урожайностью и высокой ценой реализации продукции.

Из-за разных почвенно-климатических условий бахчевые культуры возделываются на следующих областях Кыргызской Республики (рисунок 3) [2].

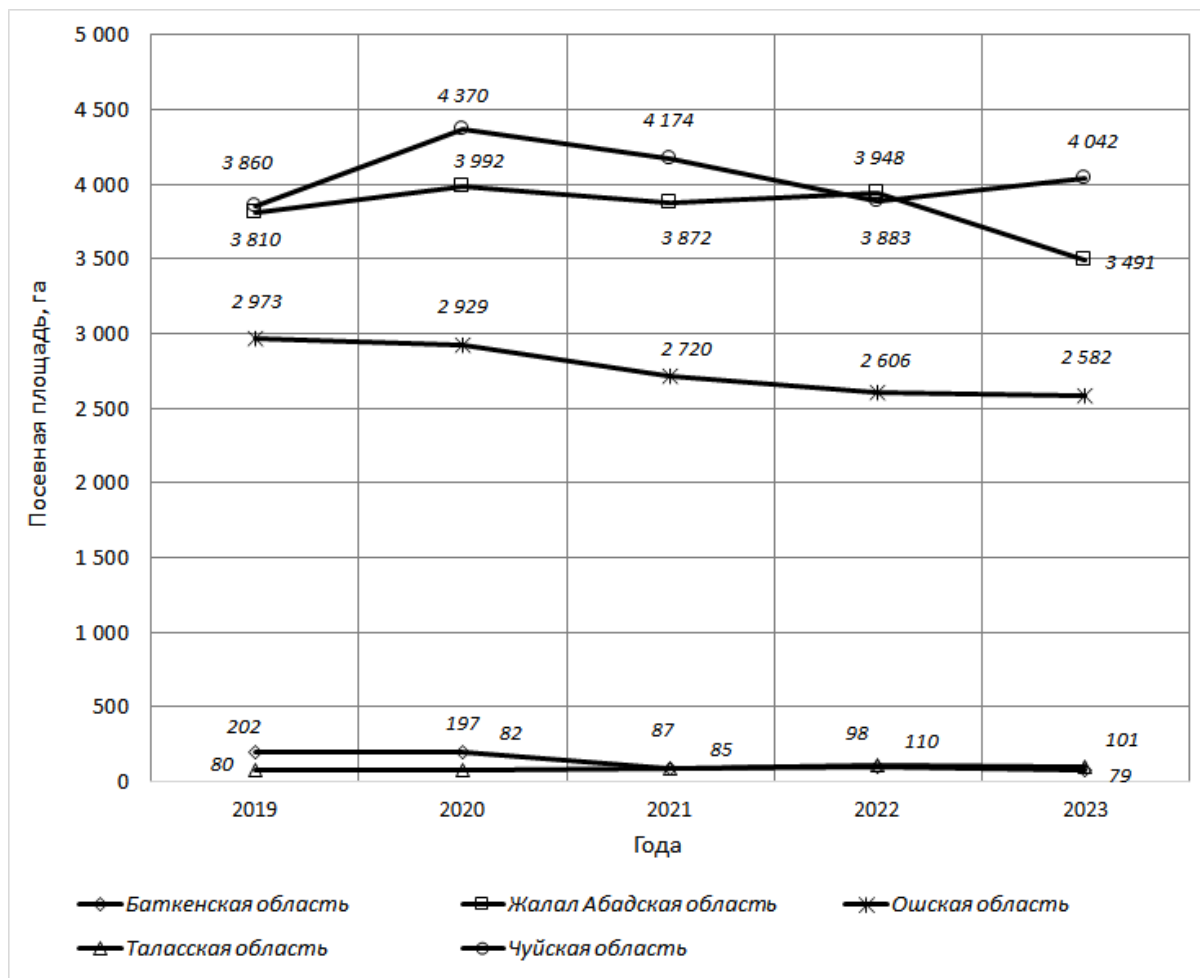


Рисунок 3 – Площади посева бахчевых культур по областям Кыргызской Республики за период с 2019 по 2023 года

Анализ площадей посева бахчевых культур по Кыргызской Республике показывает, что бахчевые культуры не возделываются в Иссык-Кульской и Нарынской областях, который обусловлен сравнительно холодными природно климатическими условиями этих регионов. Лидерами по выращиванию бахчевых культур в стране являются Чуйская и Жалал Абадская области.

Наименьшее количество бахчевых культур выращиваются в Таласской и Баткенской областях.

Если рассмотреть долю посевных площадей бахчевых культур по областям за 2023 год, то можно увидеть, что на долю Чуйской области приходится 39%; на Жалал Абадскую область – 34%; на Ошскую область – 25%; на Баткенскую и Таласскую области по 1 % (рисунок 4).

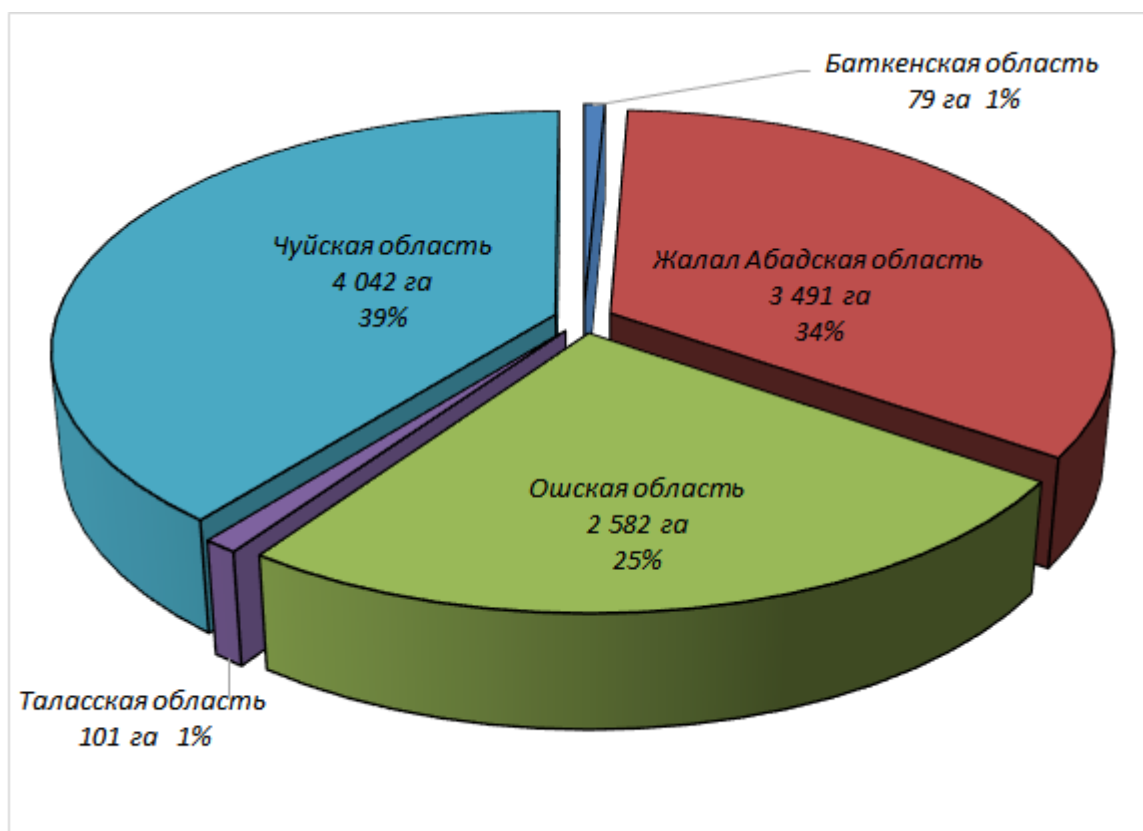


Рисунок 4 - Доля площадей бахчевых культур в разрезе областей Кыргызской Республики на 2023 год

**Актуальность темы диссертации.** Бахчевые культуры считаются высокоурожайными культурами, а также благодаря высокой цене реализации продукции являются наиболее рентабельными сельскохозяйственными культурами. Средняя урожайность арбузов составляет порядка 50 тонн/га и сезонная цена реализации колеблется в пределах 10 – 20 сомов за 1 кг. Простые расчеты показывают, что с 1 гектара арбузов за сезон фермер может получить до 500 тысяч сом дохода.



Несмотря на экономическую рентабельность, площади возделывания бахчевых культур в республике ограничены, одной из главных причин которого является трудоемкость посевных работ, требующим привлечения большого количества рабочей силы и отсутствие соответствующих технических средств (рисунок 5).



Рисунок 5 – Ручной посев бахчевых культур

При ручном посеве бахчевых культур, практикуемой местными фермерами, после основной и предпосевной подготовки поля последовательно выполняются следующие работы: нарезка поливных арыков; создание лунок для посадки семян и измельчение в ней почвы; ручной посев семян в лунки; укладка полиэтиленовой пленки поверху арыка; закрывание краев и середины пленки почвой и дальнейший ручной посев семян или посадка рассады, прокалыванием отверстий на пленке, через каждые 0,8-1,0 м.

На работах, связанных с подготовкой почвы к посеву необходимо задействовать минимум 6 человек. Считается оптимальным, если будут задействованы 10 человек. А для посева семян на подготовленное поле, площадью 1 га потребуется 6 человек, а для посадки рассады – 12 человек.

Трудоемкость проведения подготовительных работ бахчевых культур на 1 гектар земли составляет 60-100 чел-час/га, трудоемкость посева семян составляет – 48-50 чел-час/га, посадка рассады около 100 чел-час/га.

Ориентировочные затраты средств на посев 1 га бахчевых культур в среднем составляют - 22400 - 29600 сом, в зависимости от посева семян или посадки рассады.

Использование импортной техники для посева бахчевых культур не эффективно, из-за их несоответствия практикуемой местной технологии. Кроме этого, всегда имеется дефицит сезонных наемных работников.

В связи с вышесказанным у фермеров страны имеется проблема механизации посева бахчевых культур, а также производственный спрос на разработку местного образца техники - сеялки для бахчевых культур, отвечающей требованиям местной технологии, что и является актуальностью темы данного исследования.

**Связь диссертационной работы с госбюджетной НИР.** Работа выполнена в Кыргызском национальном аграрном университете имени К.И. Скрябина, в соответствии с Госбюджетной тематикой по проекту: «Механизация технологических процессов в сельском хозяйстве, испытание возобновляемых источников энергии» (2014-2016 гг.) и была продолжена в Институте машиноведения и автоматики Национальной Академии наук Кыргызской Республики по проекту: «Исследование, создание и совершенствование энерго и материалосберегающих машин и оборудования для промышленности, строительства и сельского хозяйства» (раздел №8, этап-1, тема: «Исследование технологий и разработка новых технических средств для посева бахчевых культур») (2021 год).

**Цель исследования.** Обоснование параметров и разработка технического средства, предназначенного для посева бахчевых культур с механизмом, способствующим проведению традиционного полива через арык, а также с механизмом укладки труб на водоподачу для капельного полива.

**Задачи исследования:**

- анализ технологий, предназначенных для посева бахчевых культур;
- анализ технических средств, предназначенных для измельчения почвы, укладки пленки и капельных лент для капельного полива и посева;
- разработка исходных требований на конструкцию сеялки для посева и водоподачи бахчевых культур;
- разработка конструктивно-технологической схемы сеялки для посева и водоподачи бахчевых культур;
- обоснование основных конструктивных размеров, технологических и режимных параметров сеялки для посева бахчевых культур;
- проведение теоретических исследований, направленных на: обоснование формы клина арычника и параметров почвофрезы; проектирование рациональной формы кожуха почвофрезы.
- изготовление опытного образца техники;
- проведение экспериментальных исследований, направленных на равномерность укладки поливных труб (капельных лент), относительно оси движения техники и глубины нарезки поливных арыков;
- определение экономической эффективности разработанного технического средства.

**Объект исследования.** Технологии, предназначенные для посева и водоподачи для капельного полива бахчевых культур. Сеялка для посева бахчевых культур (Евразийский патент на изобретение №046860).

**Предмет исследования.** Закономерности процессов обработки почвы и посева бахчевых культур почвообрабатывающе-посевной машиной и установкой водоподачи.

**Научная новизна работы:**

- предложена новая конструктивно-технологическая схема комбинированного агрегата, выполняющего несколько технологических операций за один проход техники (евразийский патент №046860 «Сеялка для посева бахчевых культур»);

- разработана методика расчета для определения конструктивных, технологических и режимных параметров техники.

- найдены аналитические зависимости, характеризующие процессы изменения параметров рабочих органов сеялки для посева бахчевых культур и водоподачи для капельного орошения.

**Практическая значимость исследования** заключается в использовании техники для решения имеющейся на производстве проблемы механизации посева, традиционного и капельного полива бахчевых культур.

Опытный образец техники был изготовлен в 2021-2022 годах на базе Инженерного центра «Аскатеш» Института машиноведения и автоматики Национальной Академии наук при грантовой поддержке Японского агентства международного сотрудничества – JICA.

Полевые испытания опытного образца техники были проведены в 2023 году, а экспериментальные исследования техники были проведены в апреле 2024 года на полях фермеров, находящихся в с. Студенческое Сокулукского района.

Результаты работы и сама техника внедрена в КХ «Аракет», находящееся в с. Студенческое Сокулукского района.

**Методическую основу исследований** составили теоретические и экспериментальные исследования, на основе основных положений системного подхода. При этом учтены следующие взаимосвязи процессов: система почвофреза-почва; клин арычника – почва.

При обработке результатов экспериментальных исследований использованы общепринятые статические методы, с использованием соответствующих компьютерных программ.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- конструктивно-технологическая схема сеялки для посева и водоподачи капельного орошения бахчевых культур;
- эмпирические зависимости, описывающие изменения основных параметров рабочих органов в зависимости от условий работы техники;
- инженерные методы расчета основных конструктивных, технологических и режимных параметров техники.

#### **Личный вклад соискателя.**

Разработка технического средства для посева и водоподачи для капельного полива бахчевых культур от идеи до действующего экземпляра, прошедшего полный цикл НИОКР и подготовленное к внедрению в производство.

**Апробация результатов диссертации.** Материалы диссертации достаточно широко апробированы на международных, республиканских научно-практических конференциях. В конференциях Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина: «Инновационному развитию АПК и аграрному образованию - научное обеспечение», посвященной 60-летию образования Инженерно-технического факультета (г. Бишкек, 2012 г.); «Качественное образование: будущее в руках молодых». (г. Бишкек, 2012 г.); “посвященный 70-летию Т.Орозалиева, д.с.н., профессора, академика инженерной академии КР, заслуженного рационализатора КР” (г. Бишкек, 2016 г.); “Аграрная экономика: проблемы, перспективы” (г. Бишкек, 2017 г.). В конференции Алтайского государственного аграрного университета (Республика Казахстан, г. Барнаул, 2021 г.) и в конференции Ивановской ГСХА имени Д.К. Беляева (Российская Федерация, г. Иваново, 2020 г.).

**Публикация результатов исследований:** Общее количество научных трудов – 35. По теме диссертации опубликованы 15 статьи, из них 4 в изданиях зарубежных РИНЦ (Российская федерация, США), 11 в изданиях Кыргызской Республики, получены 2 патент на изобретение и 1 патента на полезную модель Кыргызской Республики, 1 евразийский патент на конструкцию разработанной сеялки, 3 статьи опубликованы единолично.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, общих выводов, библиографических источников и приложений. Изложена на 111 страницах компьютерного текста, содержит 56 рисунков, 8 таблиц и 1 приложение. Библиографический источник включает 107 наименований.

# ГЛАВА 1. ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСЕВА БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

## 1.1. Обзор технологий для посева бахчевых культур

По агротехническим требованиям посев бахчевых культур осуществляют при температуре почвы 10-12 °С на глубину 2-3 см [3].

Обычно на такой глубине влажность почвы будет очень низкой и препятствует благополучному росту семян. Рабочие органы большинства посевных машин – сошники при своей работе перемешивают верхний сухой слой с нижним влажным слоем. Это является их основным недостатком, потому что из-за смешивания слоев оставшееся в почве влага быстро испаряется и приводит к их дефициту.

В целях устранения этого недостатка некоторые авторы разработали технологию посева, согласно которой проводят предварительное намачивание семян в воде, до их набухания. После 40-48 часов эти семена просушиваются, а затем засеваются обычными сеялками [4].

В целях обеспечения бахчевых растений достаточной площадью питания при оптимальной технологии их засевают по следующим схемам:

1. при посеве на орошаемых участках схема будет 1,4м\*1м; 1,8м\*0,7м или 2,1м\*1м. При этом на 1 га площади уходит порядка 7-8 тысяч семян.
2. При посеве на богарных участках схема будет 2,1м\*1,4м и 2,1м\*1,8м, соответственно при этом на 1 га площади уходит порядка 2,6-3,5 тысяч семян [5].

Использование технологии многоуровневого посева семян, предусматривающая предпосевное замачивание семян с использованием специальной посевной секции сеялки позволяет появлению всходов на 4-5 дней раньше и раннему созреванию на 15-20 дней. Данная технология устраняет трудоемкий ручной процесс подсева семян, при случае возможных заморозков [6].

Существует технология возделывания бахчевых культур, при котором с помощью комбинации оборудования обеспечивается технологический процесс посева при минимальном ходе техники. При данной технологии, на специальной технике на высевающий аппарат надевается резиновый транспортер, подходящий определенному виду семян. При вращении транспортера семена движутся по нему и далее подаются через семяпровод и засеваются. Благодаря наличию такой сеялки и посеву замоченных семян значительно ускорятся всходы (рисунок 1.1) [7].

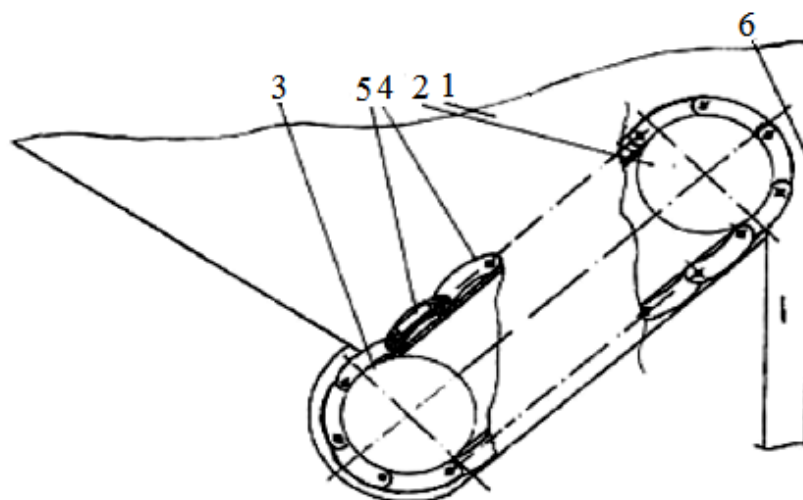


Рисунок 1.1 - Высевающий аппарат для технологии посева пророщенных семян: 1-семенной ящик; 2-приводной блок; 3-натяжной блок; 4-высевающий транспортер; 5-семенные ячейки; 6-семяпровод

Для засева бахчевых культур в условиях засушливого климата предложена технология, в которой для ускорения появления всходов их погружают на 4 минуты, в горячую воду с температурой 60-65 °С. После этой процедуры семена выдерживают на влажной подстилке в течение трех дней при температуре 30 °С.

Семена должны набрать влагу, чтобы достичь полного набухания, равную 48-50% их массы. Для ускорения данного процесса семена интенсивно поливают ротационным опрыскивателем (рисунок 1.2).



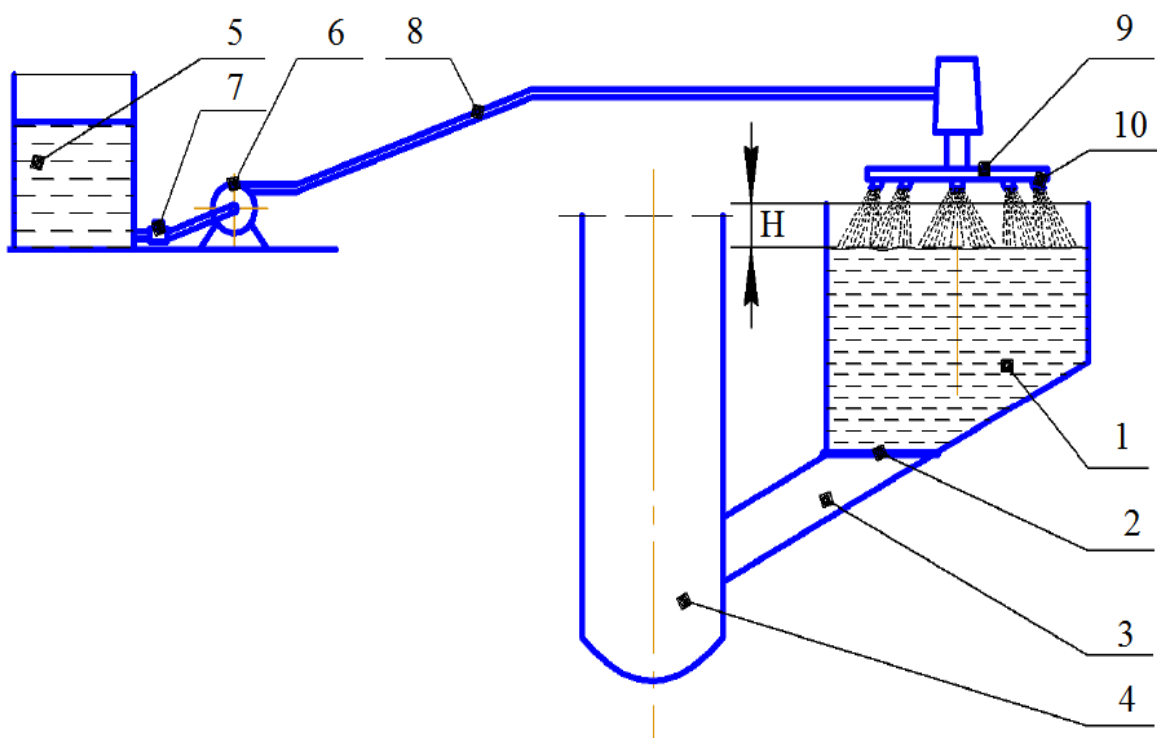


Рисунок 1.2 – Технологическое устройство для увлажнения семян арбуза: 1 - цистерна; 2 - шлюз; 3 - загрузочный желоб; 4 – емкость для семян; 5 - емкость для воды; 6 - насос; 7 - расходомер; 8 - шланг; 9, 10 – опрыскиватели

Для посева пророщенных таким образом семян арбузов используются типовые пневматические сеялки модели СПБ-8 с некоторой модернизацией высевающего аппарата, который заключается в снятии некоторых высевающих секций и установления ширины междурядья равным 1,4 метра. При этом на высевающих дисках сеялки просверливаются группы отверстий по 4 отверстия, с помощью которых семена доставляются на высевающие сошники [8].

Следующей технологией посева арбуза является способ возделывания, включающая в себя: лущение стерни предшественника; вспашку с боронованием; посев арбуза по схеме 2,1м\*1,4м с укладкой поливных труб для капельного орошения; проведение вегетационных поливов с различными режимами полива; дифференцированное внесение минеральных удобрений одновременно с поливом в течении вегетационного периода [9].

Интересна технология посева семян, обработанных электроактивированной водой на глубину 4...8 см, в зависимости от влажности и температуры почвы. Суть данной технологии заключается в том, что перед посевом семена замачивают в анолите (электроактивированной воде с потенциалом +500...+600 мВ) при температуре около 20 °С в течении получаса. После активно вентилируют семена замачивают в католите (электроактивированная вода с потенциалом -600...-700 мВ) при температуре +20 °С и оставляют до появления ростков. Таким образом пророщенные семена сеют в бороздку вместе с раствором католита и сверху прикатывают [10].

В целях ускорения посевных работ и сокращения затрат на технологические операции предлагаются несколько технологии с использованием комбинированных технических средств, проводящих за один проход несколько технологических операций [11].

По 1-й технологии предусматривается предварительная подготовка почвы, посев с параллельным открытием поливных борозд, согласно схеме, указанной на рисунке 1.3.

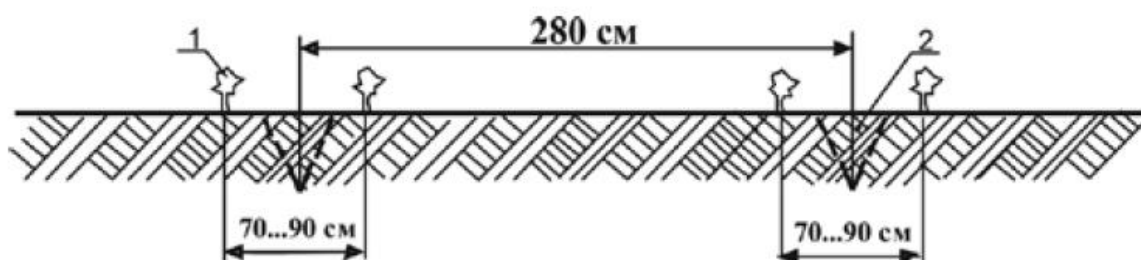


Рисунок 1.3 - Первая технология посева бахчевых культур: 1-растения; 2-бороздки для полива

Недостатком данной технологии считается длительность проведения посевных работ, и соответственно, связанные с ним потери влаги в почве.

2-я технология подготовки почвы и посева состоит в предварительной подготовке почвы, нарезке поливных борозд и последующего посева бахчевых культур (рисунок 1.4).

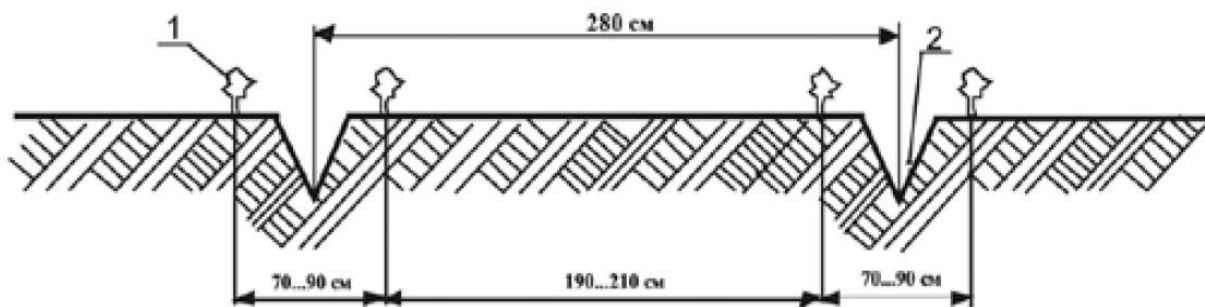


Рисунок 1.4 - Вторая технология посева бахчевых культур на подготовленное поле: 1-растения; 2-бороздки

Данная технология приводит к незначительному сокращению времени проведения посевных работ, трудоемкая и затратная. Из-за существенно длинных сроков подготовки почвы и посевных работ также возможны потери влаги, необходимой для роста семян или рассады.

3-я технология предполагает предпосевную подготовку почвы, двухстрочный посев бахчевых культур и нарезка временных поливных борозд с двух сторон (рисунок 1.5).

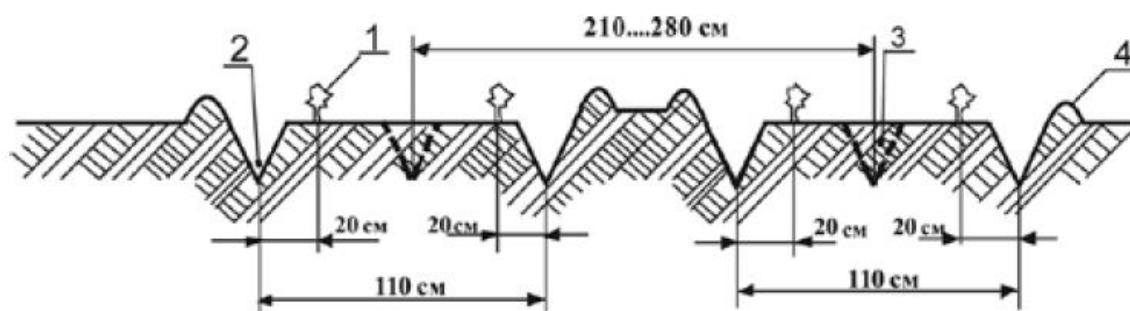


Рисунок 1.5 - Третья технология предпосевной подготовки почвы под посев бахчевых культур: 1-растения; 2-временная бороздка; 3-постоянная бороздка

Данная технология является сложной и энергозатратной, и, соответственно, малоиспользуемой.

В целях экономии влаги в почве, используемых материалов и энергетических затрат предлагаются комбинированная технология

подготовки почвы под посев бахчевых культур за счет использования комбинированных машин (рисунок 1.6) [12].

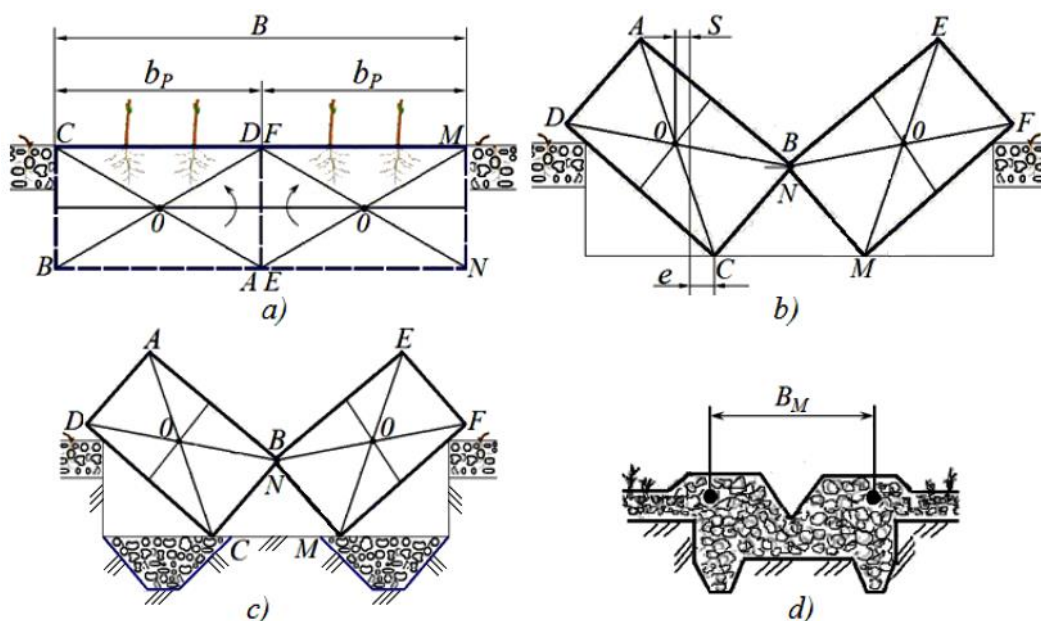


Рисунок 1.6 - Схема технологического процесса подготовки полей к посев бахчевых культур и профиль поперечного сечения поля: а- после рыхления междурядья между соседними зонами посадки; б - после яруса оборот; в - после рыхления подповерхностного слоя почвы; с - после подготовки проход для посева; д- формирования поливной борозды

Предложенная этими авторами технология предусматривает небольшое рыхление придела. между соседними зонами посадки (см. рисунок 1.6а), одновременное формирование поливных борозд путем поворот слоев посадочной зоны относительно друг друга (рисунок 1.6б), рыхление подземные слои почвы (рисунок 1.6с), подготовку почвы к посеву семян по линии посева (рисунок 1.6д). Одновременное выполнение вышеперечисленных операций экономит влагу почвы, экономит материал. и энергетические ресурсы для обработки и подготовки почвы. Таким образом, минимальная обработка почвы обеспечивается за счет снижения количество проходов машины в 3-4 раза.

Недостатком данной технологии является сложность разработки соответствующего технического средства.

Некоторыми авторами предложена новая технология подготовки почвы под посев бахчевых культур под пленку туннельного типа (рисунок 1.7) [13].

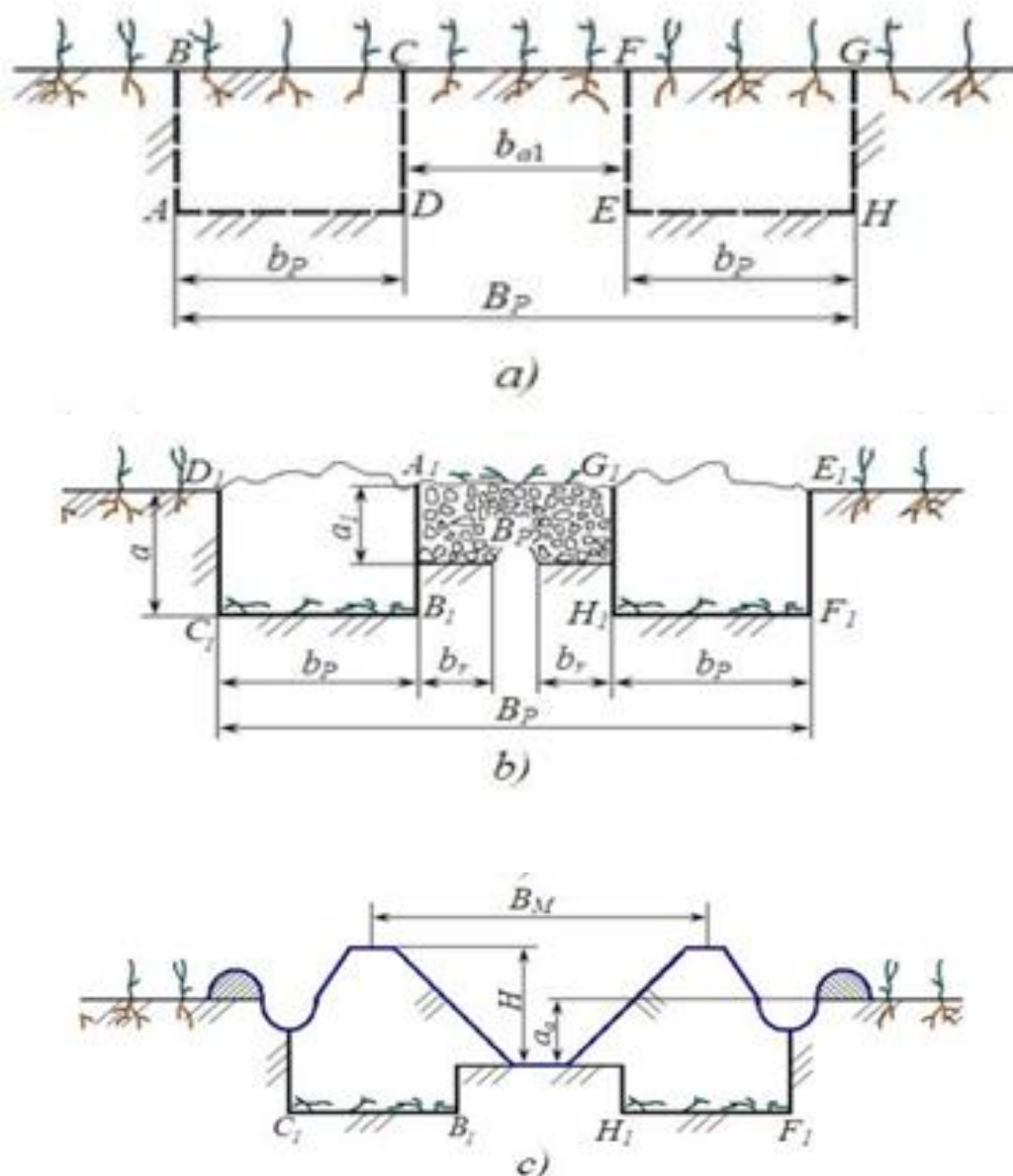


Рисунок 1.7 – Технология подготовки почвы под посев бахчевых под пленку туннельного типа: ABCD и EFGH - зоны посева; ДВКЭ – средняя часть; а- собственная борозда; б-глубина рыхления; комки верхних слоев отваленной и разрыхленной части поля; с-специальные борозды

Разработчиками данной технологии установлено, что наиболее оптимальная конструкция для данной технологии представляет из себя комбинированную технику с последовательно установленными корпусами

отвалов. с обратными плугами, оснащенными встречными лапами, катком, сферическими дисками и бороздорезом с выравнивателем, что в свою очередь усложняет конструкцию техники и практичность самой технологии.

Следующими авторами предложена технология подготовки почвы под посев бахчевых культур под пленку туннельного типа (рисунок 1.8 [14]).

При предлагаемой технологии последовательно выполняются следующие работы: поверхностное рыхление, засыпанной почвы, безфрезерное рыхление и формирование поливной борозды по оси симметрии зоны посева; подготовка полосы почвы под посев бахчевых культур под пленку туннельного типа.

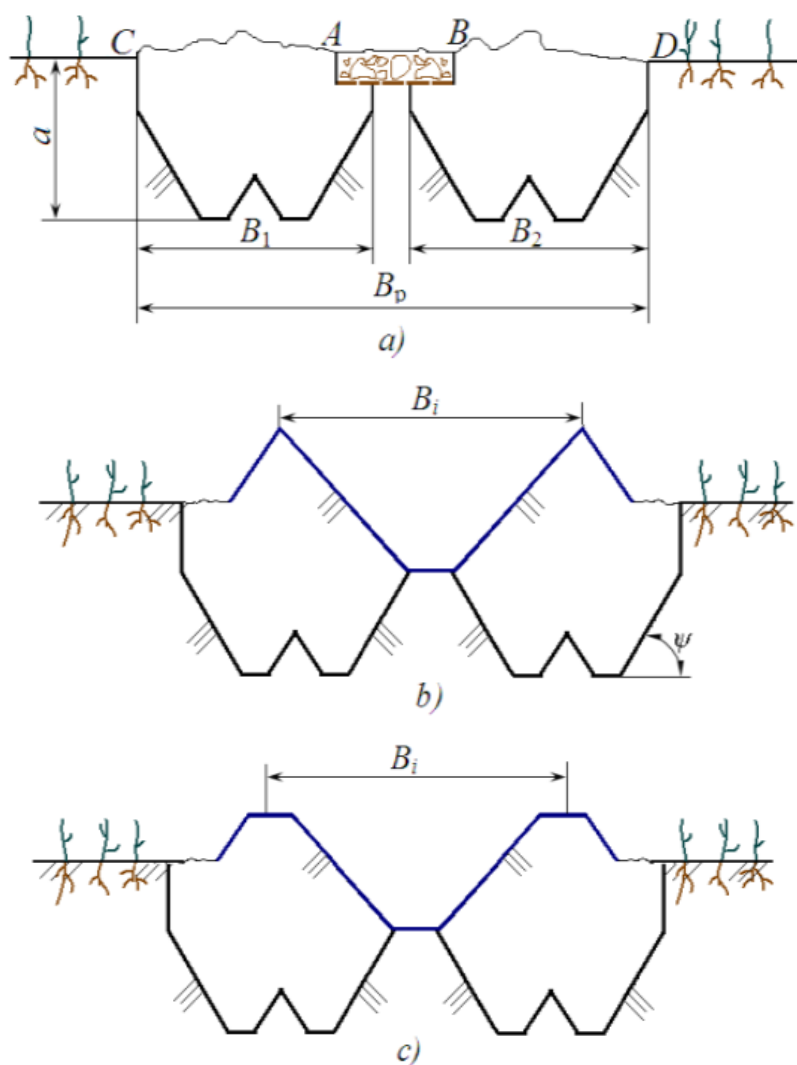


Рисунок 1.8 - Схема технологии подготовки почвы для посева бахчевых под пленкой: а — сечение поля после поверхностного и глубокого рыхления зоны посева; б — сечение поля после формирования поливной борозды; в — поперечное сечение поля после подготовки посевной полосы к посеву.

Технология предусматривает поверхностное рыхление почвы в средней части зоны посева бахчевых культур, покрытой пленкой туннельного типа; формирование поливной борозды по оси симметрии посевной зоны и подготовка почвенной полосы к посеву бахчевых культур.

Недостатком данной технологии является зависимость качества рыхления почвы от его влажности.

Для технологии подготовки почвы под посев бахчевых культур разработана конструкция комбинированной машины с почвообрабатывающими агрегатами [15].

Авторами было установлено, что при почвообработке рабочий орган культиватора в виде трехгранного клина с наклонной стойкой является оптимальной, поскольку измельчение почвы происходило качественно (рисунок 1.9).

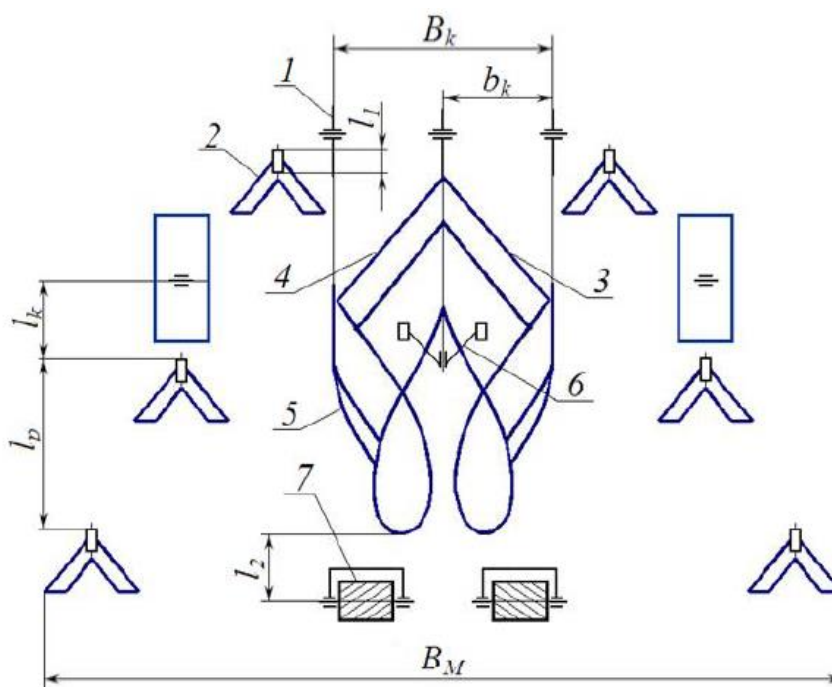


Рисунок 1.9 - Схема комбинированной машины: 1-диск; 2-фреза; 3 и 4- корпуса правого и левого поворота; 5-пластины направляющие; 6 - культиватор; 7-каток

Существенным недостатком данной технологии и используемого технического средства являются постоянное забивание клина растительными остатками при работе в загрязненных полях.

**Мировая практика.** В США, штате Огайо на ферме «Maize Valley Winery&Craft Brevery» используют уникальную технологию посадки рассады бахчевых культур, выращенных на специальных пластиковых посудах, одновременно используя капельный полив [16] (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 - Рассады арбуза, выращенные на пластиковой посуде и готовые к посадке на поле

В Индии, в районе Erode of TamilNadu используют технологию посадки арбузов под пленку, при этом сперва с помощью специальной техники укладывают на поле пленку, а затем проделывая в них отверстия засевают семена арбузов [17] (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Технология посева, с укладкой мульчирующей пленки на поле, перед посевом бахчевых культур



При данной технологии используют технику с простой конструкцией, состоящую из рамы, опорных колес, устройств, фиксирующих полиэтиленовую пленку и отвала закрывающего края уложенной пленки. Конструкция техники очень простая, но функциональная.

Имеется корейская технология посева бахчевых культур (рисунок 1.12), при котором за один проход техники проводят четыре технологические операции: измельчение почвы фрезой; образовывать грядки, укладка пленки и посев семян [18].



Рисунок 1.12 - Корейская технология, укладки мульчирующей пленки

В Японии имеются аналогичная технология, с использованием специальной техники, позволяющие также укладывать капельные ленты для будущего полива (рисунок 1.13). В данной технологии также предусмотрено внесение минеральных удобрений [19].



Рисунок 1.13 - Японская технология укладки мульчирующей пленки с одновременным внесением минеральных удобрений

В России часто используется технология посева, позволяющая за один проход сельхозмашины проделать следующие работы: посев; укладка пленки на землю и закрывание его краев; установка дуг и накрывание сверху них второго слоя полиэтиленовой пленки. Способ закрывание посевов пленкой позволяет избежать резких перепадов температур под пленкой, отрицательно влияющих на рост семян [20] (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 – Российская технология укладки полиэтиленовой пленки

Собственную технологию посева арбузов под пленку начали широко внедрять казахстанские фермеры, при котором за один проход техники выполняются работы по точному высеву, укладке сверху полиэтиленовой пленкой и закрывание его краев почвой [21] (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15 – Технология посева бахчевых культур, разработанная казахстанскими фермерами

**Практика в Кыргызстане.** В Кыргызстане из-за отсутствия соответствующей техники, работы по посеву бахчевых культур выполняются вручную и по следующей технологии [22] (рисунок 1.16).



а-Подготовка лунок



б -Ручной посев семян



в - Натягивание пленки



г - Закрытие краев пленки

Рисунок 1.16 - Процесс ручного посева бахчевых культур кыргызстанскими фермерами

В посевную работу задействуют минимум 6 человек, функции между которыми распределяются следующим образом: спереди идут 2 работника, которые по краю нарезанного арыка делают лунки (рисунок 1.16а), 1 работник занимается ручным посевом семян в лунки (рисунок 1.16б), 1 человек тащит пленку (рисунок 1.16 в) и 2 работника закрывают пленку (рисунок 1.16г).

Оптимальный считается количество работников из 10 человек. При этом функции распределяются следующим образом: спереди 4 работника делают

лунки, 2 работника осуществляют посев, 1 работника тащит пленку, 2 работника закрывают пленку по краям и 1 работник бросает почву на середину пленки.

По части механизации посевных работ бахчевых культур немного продвинулись кыргызстанские фермеры - дунгане из с. Александровка Сокулукского района. Они используют технологию раздельного выполнения работ, с использованием различной сельхозтехники для каждого вида работ (рисунок 1.17). Они после вспашки почвы и боронования проводят фрезерование, нарезку поливных арыков (рисунок 1.17а), укрытие пленкой (рисунок 1.17б) и только потом производят ручной посев семян, проделывая отверстия на пленке.



а) поле, с нарезанными арыками



б) процесс укладки пленки

Рисунок 1.17 – Технология раздельной укладки пленки

Как видно из проведенного анализа, в мире существуют различные технологии и разные подходы к посеву бахчевых культур.

Из-за особенностей почвенно-климатических условий нельзя копировать эти технологии для условий Кыргызстана, а необходимо частично адаптировать наиболее подходящие из них, с учетом местной технологии.

## **1.2. Обзор технических средств, предназначенных для посева бахчевых культур**

Как стало известно из анализа технологий, для посева бахчевых культур продельваются подготовительные работы, такие как: фрезерование и измельчение почвы; нарезка поливных арыков или укладка капельных лент (для случая капельного полива); укрытие место посева семян (посадки рассады) мульчирующей пленкой; закрывание краев пленок; интервальный заброс почвы в середину пленки (чтобы не сдувало ветром пленку), и, по окончании этих работ производят посев семян или посадка рассады.

В связи с этим, кроме технологий необходимо также проанализировать технические средства, предназначенные для выполнения вышеуказанных подготовительных работ.

**Технические средства для измельчения почвы.** Наиболее подходящей техникой для измельчения и подготовки почвы к посеву являются фрезы, которые благодаря своему рабочему органу – ножам наиболее эффективно измельчают почву, тем самым способствуя сохранению влаги и создавая благоприятные условия для прорастания семян.

В связи с этим следует обратить внимание на правильный подбор фрез с наиболее оптимальными параметрами. При выборе фрез следует учитывать следующие три параметра: диаметр барабана фрезы; число ножей; соотношение между окружной скоростью барабана фрезы и поступательной скоростью самой фрезы [23].

С увеличением диаметра барабана фрезы увеличивается и нагрузка на ось барабана, а также увеличивается толщина слоя почвы, снимаемого ножами. Увеличение числа ножей уменьшает толщину снимаемого слоя, но приводит к лишним затратам. Соотношение между окружной и поступательными скоростями фрезы должна обеспечивать качественное измельчение почвы.

При выборе фрезы также следует учитывать возможное наличие в почве корней деревьев и растительности.

Для таких случаев некоторыми авторами предложена техника для послойного фрезерования почвы (рисунок 1.18) [24].

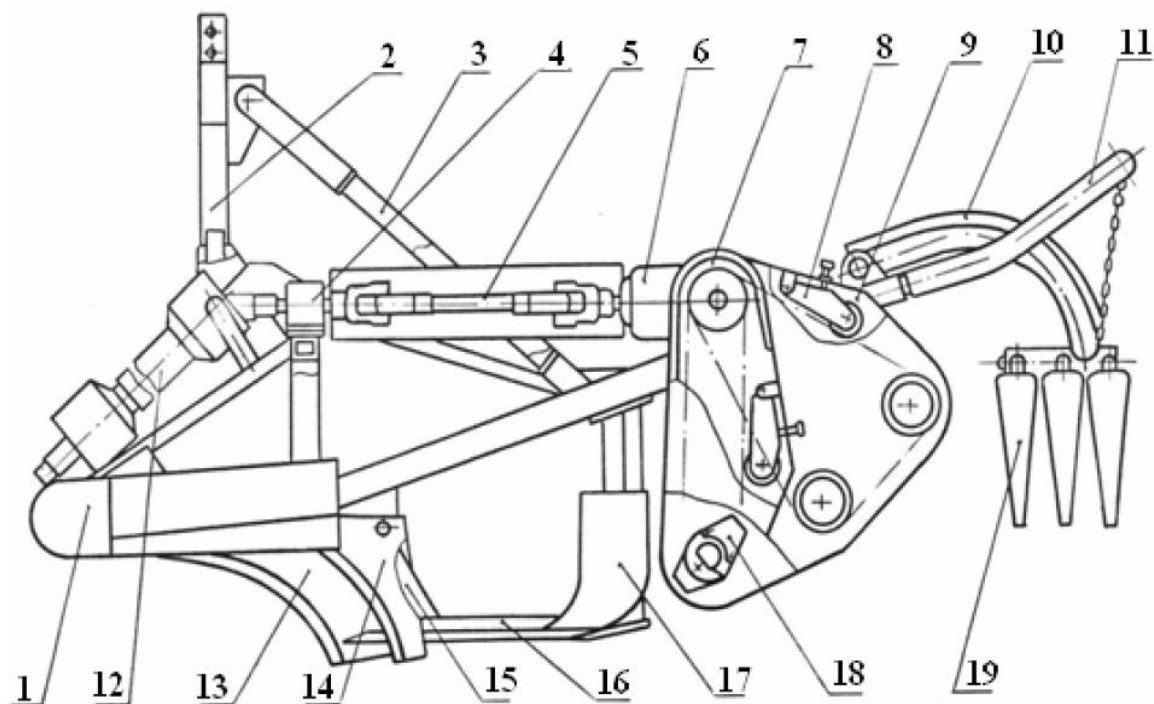


Рисунок 1.18 - Машина для фрезерования почв: 1-рама; 2-навесное устройство; 3-наклонная тяга; 4-промежуточная опора; 5-промежуточный карданный вал; 6-редуктор; 7-левый картер; 8-натяжное устройство; 9-правый картер; 10-отражатель; 11-заднее ограждение; 12-основной карданный вал; 13-средний нож; 14-боковой нож; 15-средняя стойка; 16-горизонтальный нож; 17-отвал; 18-ротор; 19-скат

Преимуществом данной фрезы является возможность ее работы в засоренных участках, поскольку благодаря послойной работе повышается эффективность технического средства.

Недостатком данной фрезы является металлоемкость и потребность в агрегатировании с энергонасыщенными тракторами более высокого класса.

Для уменьшения энергозатрат на работах по подготовке почвы и посеве некоторые авторы предлагают комбинированный агрегат, включающий в себя фрезу и сеялку (рисунок 1.19) [25].

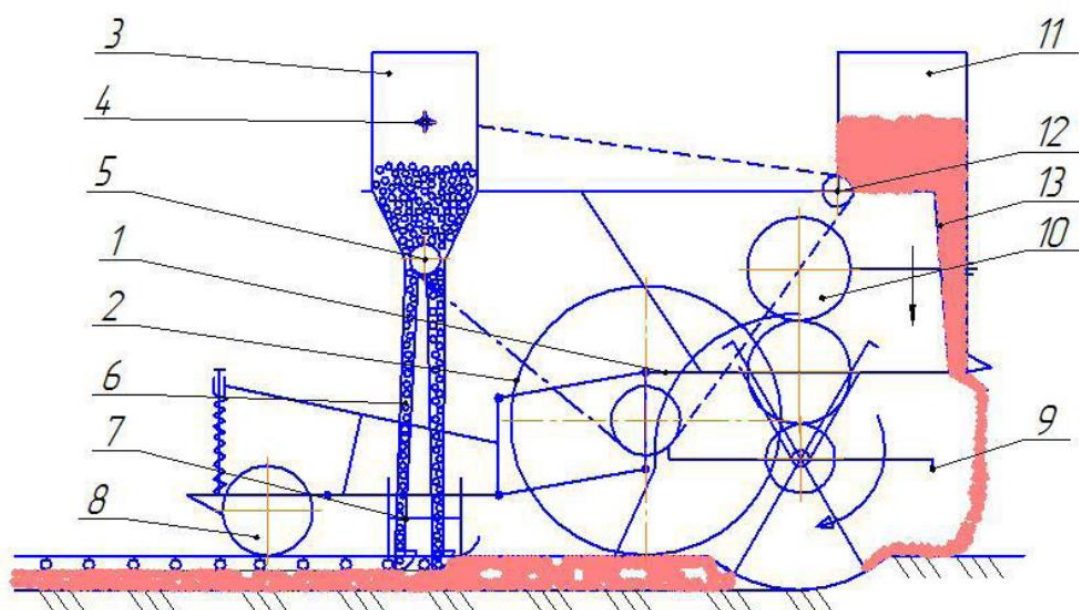


Рисунок 1.19 – Фреза-сеялка: 1-рама; 2-опорно-приводное колесо; 3-семявысевающий ящик; 4-ворошитель; 5-семявысевающий аппарат; 6-семяпровод; 7-сошник; 8-каток; 9-фреза; 10-редуктор фрезы; 11-туковывающий аппарат; 12-привод туковывающего аппарата; 13-тукопровод

Преимуществом данной фрезы-сеялки является посев семян в хорошо измельченную почву. Недостатком будет сложность конструкции, возможные частые поломки фрезы при работе в каменистых почвах.

**Технические средства для нарезки поливных борозд.** По результатам предыдущего анализа технологий выяснилось, что во многих технологиях нарезаются бороздки или мелкие арыки, необходимые для будущего полива бахчевых культур, за исключением случаев, когда будет установлено капельное орошение. Бороздки или арыки могут нарезаться заранее отдельной техникой или во время работы комбинированной техники.

Имеется разработанное китайскими специалистами комбинированное техническое средство [26], состоящее из нескольких узлов, предназначенных для одновременного выполнения различных технологических операций: нарезки борозд, уплотнение бортов борозд; посев семян и прикатывание посевов (рисунок 1.20).

В данной технике бороздорез установлен спереди и служит для нарезки борозд требуемой формы.

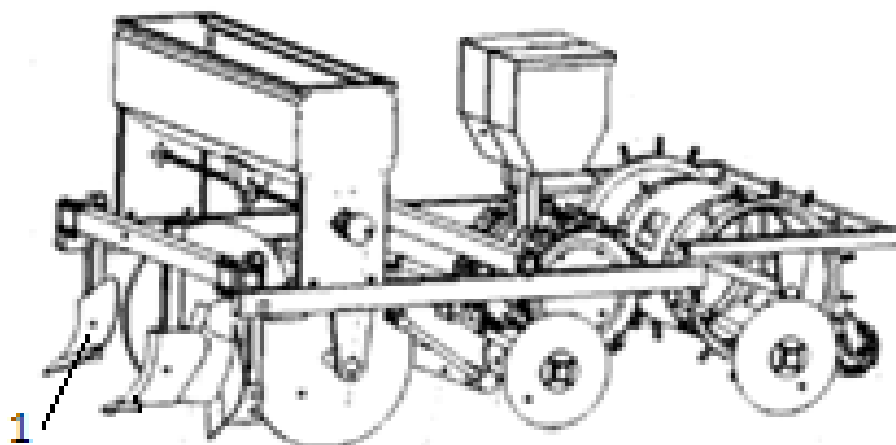


Рисунок 1.20 – Китайская специальная соевая окучниково-мульчирующая сеялка для засоленно-щелочной почвы: 1-бороздорез

Имеется грядоделатель-сеялка, совмещающий в себе две функции: образование бороздок и посев на борозду [27] (рисунок 1.21).

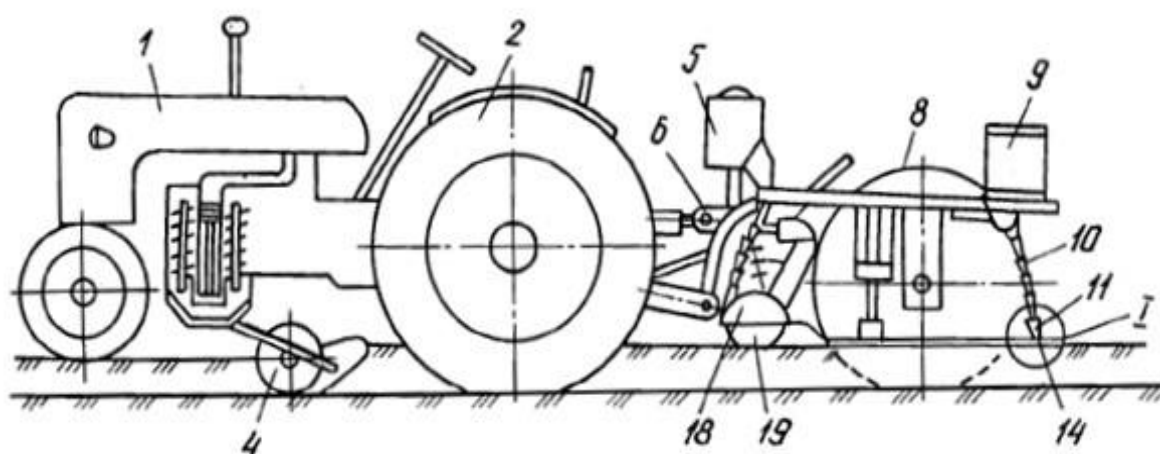


Рисунок 1.21 – Грядоделатель-сеялка: 1-трактор; 2, 3 – ведущие колеса; 4- борооздообразователь; 5-туковысевающие аппараты; 6-навеска; 7, 8- формирующие колеса; 9-сеялка; 10-семяпровод; 11-раструбы; 12-Г-образные пластины; 13-щиток, 14-наральник; 15-хвостовики; 16-вертикальные стенки; 17-полки; 18-кожух; 19-фреза; 20-задняя стенка; 21-вертикальная стенка; 22- гидронахимной механизм; 23-ось; 24-винт; 25-дугообразные пазы;



На обеих технических средствах при подборе правильных углов атаки и клина для бороздореза можно добиться требуемой глубины и качества профиля нарезаемой борозды или арыка.

В связи с этим бороздорезы просты в изготовлении, функциональны и широко используются в производстве.

**Технические средства для укладки пленки.** Бахчевые культуры являются теплолюбивыми культурами [28].

Природно-климатические условия большинства зон возделывания бахчевых культур в основном являются засушливыми и характеризуются резким потеплением в весенний период. Из-за этого происходит ускоренная потеря влаги в почвы. В целях сохранения влаги на почве, посевы бахчевых культур требуют закрывания пленкой, т.е. мульчирования. В связи с чем, процесс укладки пленки (мульчирования) требует соответствующего изучения существующих технических средств для укладки пленки.

Мульчирование почвы, т.е. укрывание почвы полиэтиленовой пленкой широко применяется в развитых странах.

Существуют два способа мульчирования почвы [29]:

1. Посев на почву семян сеялками точного высева и последующее укрывание посевов пленкой.

2. Подготовка почвы, укрытие ее пленкой и посев семян через пленку. При втором способе предъявляются большие требования к посевной технике, что и является его недостатком.

По пленкоукладочной технике имеются интересные изобретения.

Имеется техника для укладки мульчирующей пленки [30], состоящий из установленного на раме прикатывающего барабана 3, с торцов которого размещены бороздообразователи в виде гофрированных дисков 4, пленкоукладчик 5, прижимные ролики 7 и загортачи в виде катков 8.

Во время работы пленкоукладчика гофрированные диски создают борозды с ровными стенками, а стены борозды выравниваются катком, тем самым улучшая укладку пленки (рисунок 1.22).

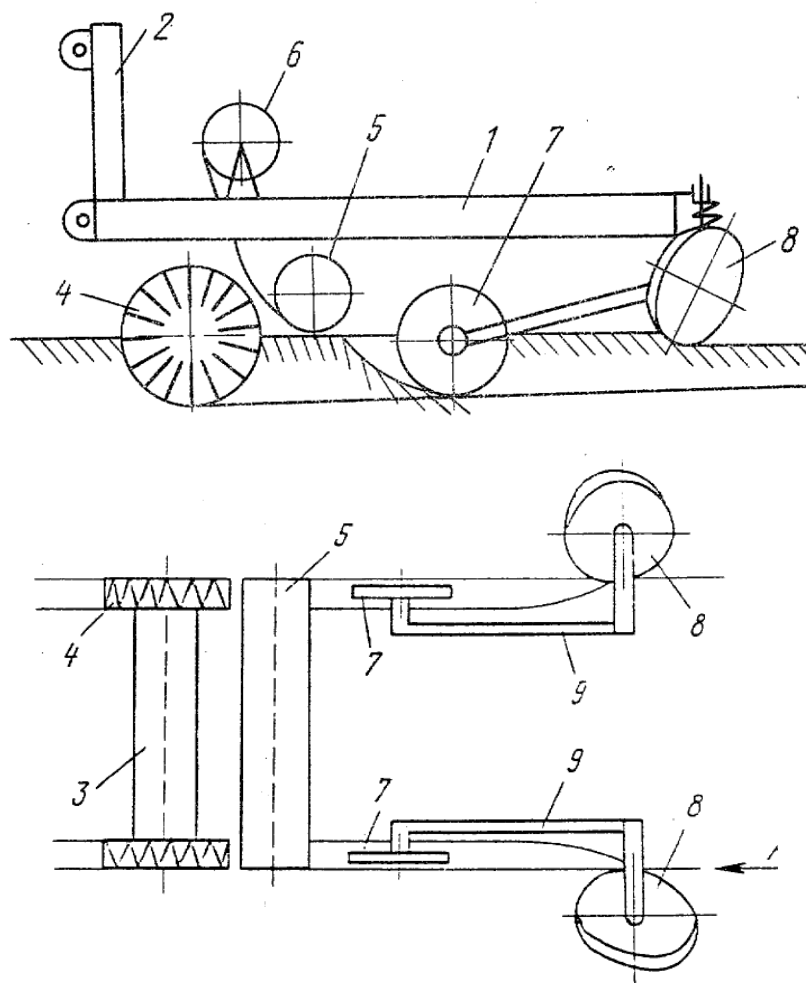


Рисунок 1.22 - Машина для укладки мульчирующей пленки: 1-рама; 2-навесное устройство; 3-прикатывающий каток; 4-гофрированные диски; 5-пленкоукладчик; 6-рулон пленки; 7-прижимные ролики; 8-загортачи в виде катков; 9-рычаг; 10-пружина

Имеется устройство для укладки пленки [31], содержащее раму, оснащенную опорными элементами и приспособлением в передней части для соединения с трактором, держатель для бобины с капельной лентой, держатели дисковых ножей для нарезания краевых борозд, узел размотки рулона с пленкой, прикатывающие ролики для прижима краев пленки, элементы для засыпки краев пленки, установленные по обе стороны рамы с возможностью поворота и перемещения в вертикальной плоскости. Устройство дополнительно содержит сошник, закрепленный на раме с

возможностью регулирования по высоте, и закрепленный в передней части рамы семявысевающий аппарат, состоящий из бункера и приводного дозатора (рисунок 1.23).

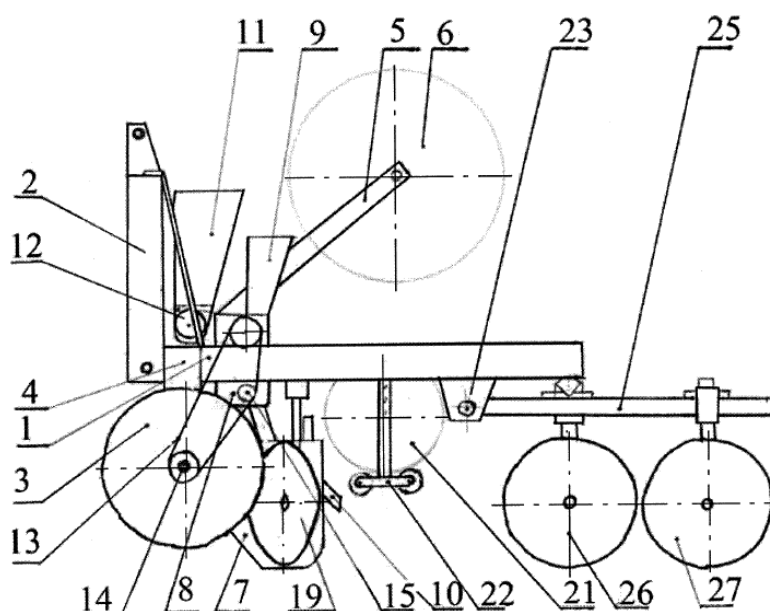


Рисунок 1.23 - Устройство для укладки пленки: 1-рама; 2, 15- приспособление; 3-опорные элементы в виде колес; 4-вертикальные стойки; 5-держатель; 6-бобина с капельной лентой; 7-сошник; 8-вакуумный высевающий аппарат; 9-бункер; 10-направляющий канал для капельной ленты; 11-бункер; 12-дозатор; 13-цепной привод; 14-вал; 16-квадраты; 17-держатель; 18-телескопические стойки; 19-дисковый нож; 20-горизонтальный ролик; 21-рулон; 22-держатель; 23-кронштейн; 24-вал; 25-навеска; 26-прикатывающий ролик; 27-дисковый нож; 28-квадраты

Анализ технических средств, предназначенных для укладки пленки показал, что основными их рабочими органами являются подвеска для установки пленки, катки для удерживания пленки и закрывающие диски. Благодаря их взаимоувязанной и скоординированной работе возможна качественная укладка пленки.

**Технические средства для укладки труб для капельного полива.** Капельное орошение является одним из передовых способов полива сельскохозяйственных культур. При этой технологии полива вода при помощи

пластиковых труб без потерь подается в корневую систему, тем самым поливая выборочно только корни растений [32].

К адаптации и разработке местных образцов технических средств для технологии капельного орошения были посвящены несколько работ местных авторов [33, 34, 35].

При условии капельного полива бахчевых культур имеется необходимость установки капельных лент под мульчирующую полиэтиленовую пленку на определенном расстоянии. Для этой цели имеются немало разработок, среди которых можно подчеркнуть следующие.

Наиболее приспособленным техническим средством для подачи капельных лент является китайская сеялка точного высева [36], выполняющая за один проход операции по выравниванию поля; высеву семян; укладке полиэтиленовой пленки; закрывание ее краев и середину; укладке капельной ленты (рисунок 1.24).



Рисунок 1.24 – Китайская сеялка для капельного орошения с механизмом укладки капельных лент

Данная техника считается комбинированной и универсальной. Баранки для установки рулона капельных лент установлены сверху. Процесс замены рулонов производится быстро и легко.

Недостатком данной сеялки является наличие громоздкого заднего прикатывающего барабана и выравнивающего отвала спереди.

Имеется сеялка для капельного орошения, разработанная в Кыргызстане [37, 38]. В данной сеялке для технологии капельного орошения имеется также баранки для установки бухты капельных лент и оттуда по мере движения техники, рулон разматывается и укладывается в землю (рисунок 1.25).

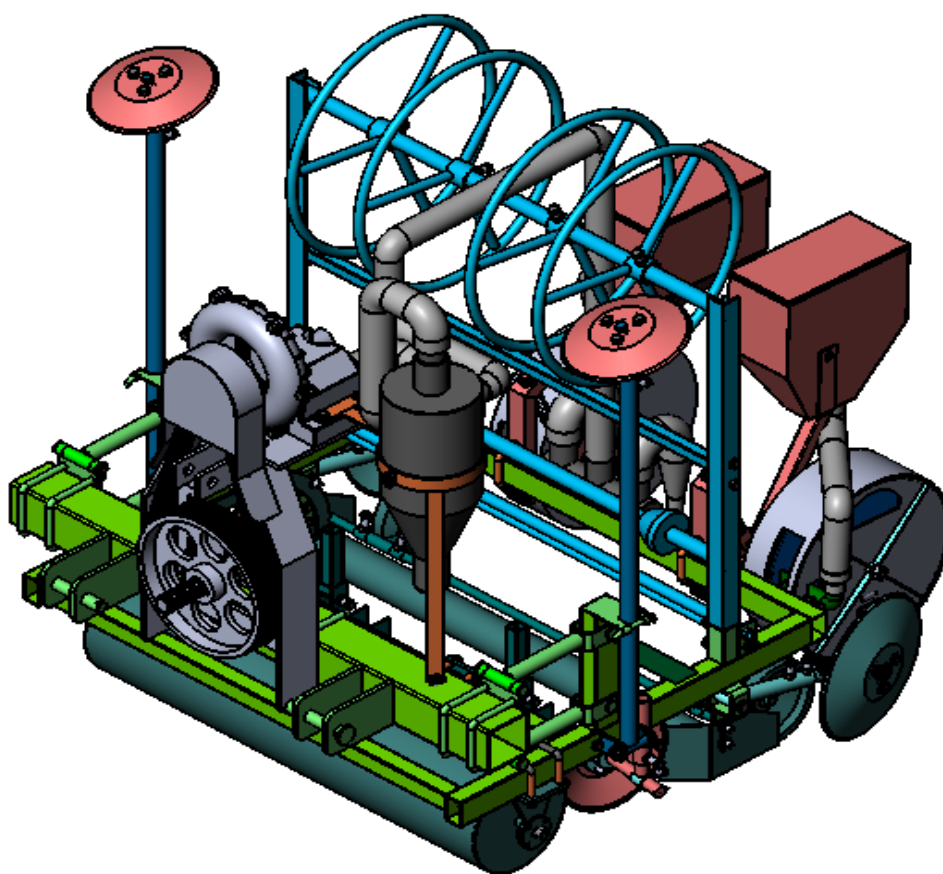


Рисунок 1.25 – Сеялка для технологии капельного орошения

**Технические средства для посева.** Непременно большую роль в посевном процессе играют сеялки и их высевальные рабочие органы, благодаря их усовершенствованию можно улучшить заделку семян, способствующих повышению урожайности бахчевых культур.

На разработку и усовершенствование конструкций сеялок для бахчевых культур и их рабочих органов посвящены работы Мартынова И.С. [39], Белякова А.В. [40], Кравченко И.А. [41], Харлошина А.В. [42], Беспалова О.Н. [43] и др.

Рассмотрим некоторые конструкции сеялок. Имеется сеялка для посева семян под пленку [44], принцип работы которого заключается в дозированной подаче семян через определенный интервал с помощью прокалывателя пленки (рисунок 1.26).

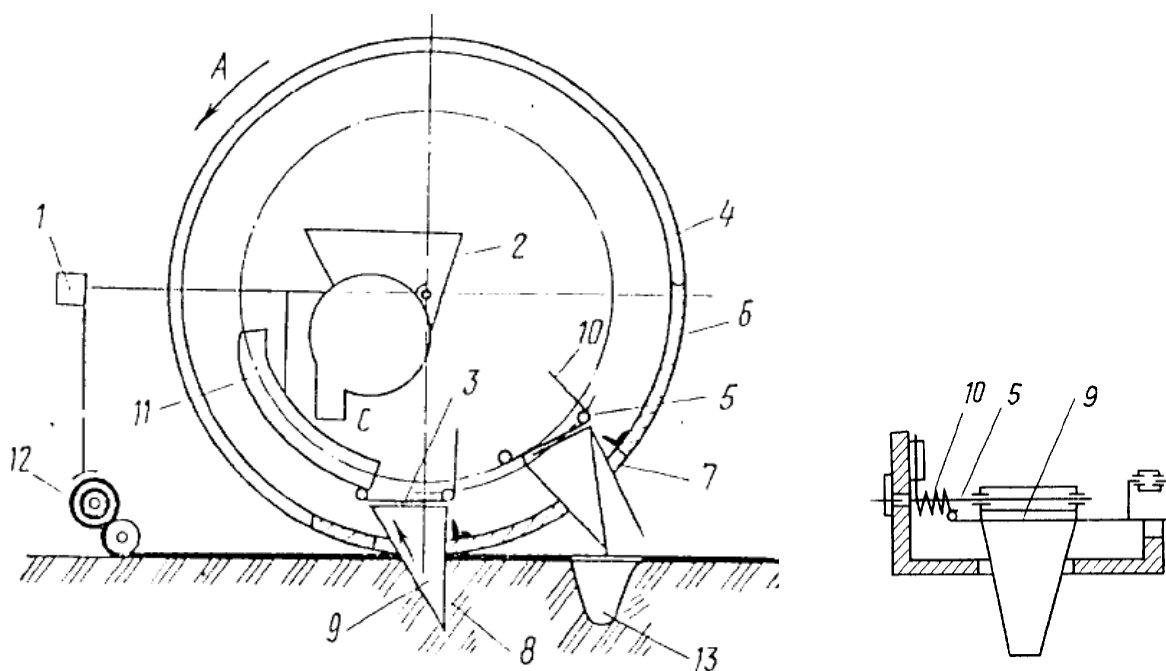


Рисунок 1.26 - Сеялка для прокалывания пленки и высева семян в образовавшуюся лунку: 1-рама; 2-высевающий аппарат; 3-прокалыватель пленки; 4-перфорирующее колесо; 5-ось; 6, 7, 8-задняя часть ковша; 9-передняя часть ковша; 10-пружина; 11-направитель; 12-пленкоукладчик; 13-семя

Данный механизм позволяет приспособить его также для высева семян бахчевых культур. Недостатком его можно отметить возможные отказы при работе на увлажненной почве.

Имеется сеялка для разноглубинного посева семян бахчевых культур [45], показанный на рисунке 1.27.

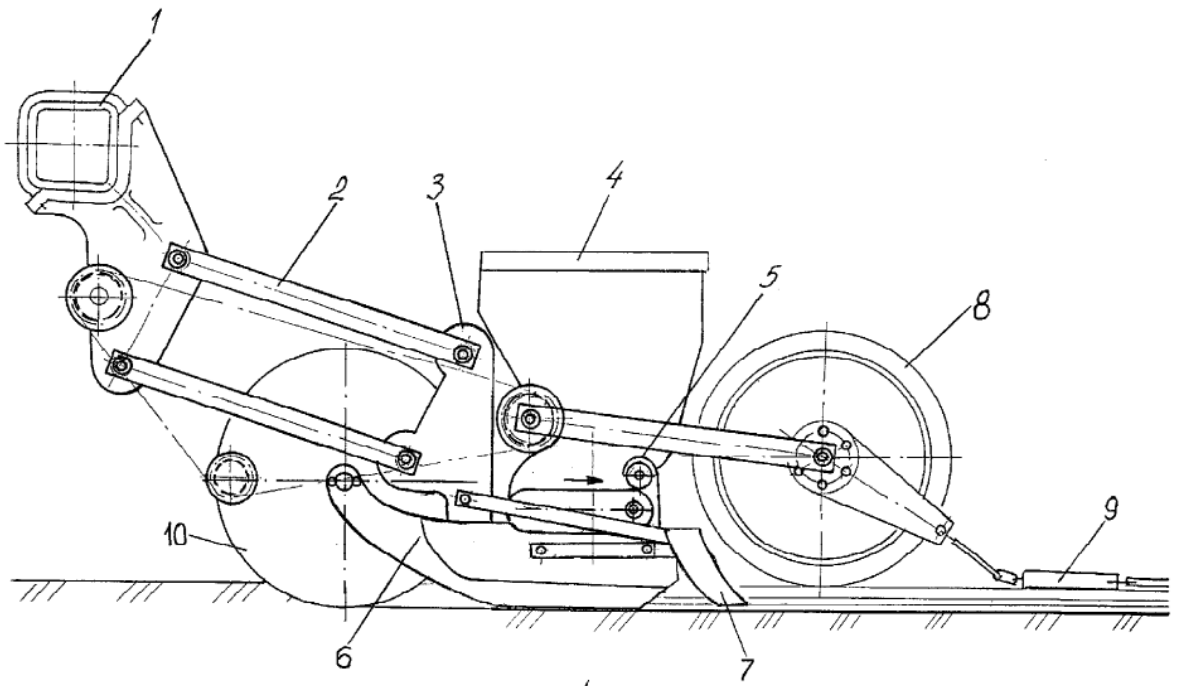


Рисунок 1.27 – Секция сеялки для разноглубинного посева семян пропашных, бахчевых и крупяных культур: 1-рама; 2-четырёхзвенная шарнирно-рычажная система; 3-корпус; 4-семенной ящик; 5-ленточный высеваящий аппарат; 6-сошник; 7-загортач; 8-прикатывающее колесо; 9-шлейф

В данной высеваящей секции преимуществом можно ответить наличие четырехзвенной шарнирно-рычажной системы, позволяющий копировать неровности поверхности поля. Недостатком можно ответить имеющийся ленточный высеваящий аппарат, от которого во время движения и от тряски возможны потери семян.

Имеется сошниковая секция сеялки для точноглубинного высева семян овощных, пропашных, лесных и бахчевых культур [46], который показан на рисунке 1.28.

Принцип работы данной секции основан на передаче вращения от опорного колеса к коробке передач, где имеется возможность изменять скорость вращения высеваящего аппарата, и, тем самым, изменять норму высева.

Данная сеялка хорошо продумана и имеет широкий спектр регулировок норм высева, что и является его преимуществом.

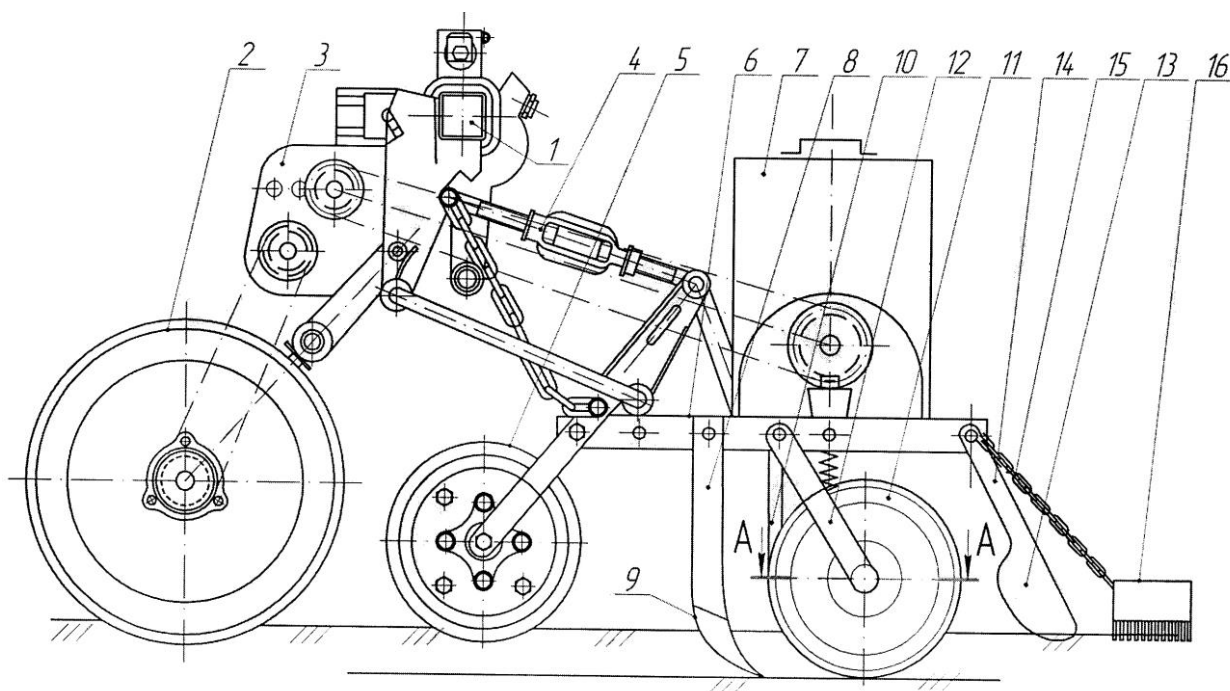


Рисунок 1.28 - Сошниковая секция сеялки для точноглубинного высева семян овощных, пропашных, лесных и бахчевых культур: 1-рама; 2-опорно-приводные колеса; 3-коробку перемены передач; 4-параллелограмная навеска; 5-дисковый нож; 6-грядиль; 7-высевающий аппарат; 8-стойка; 9-бороздообразователь; 10-семяпровод; 11-семяуловитель-фиксатор; 12, 14-подпружиненная стойка; 13-загортач; 15-пружина; 16-семяулавливающая канавка

В конце анализа технических средств, предназначенных для посева бахчевых культур следует также рассмотреть современный рынок сеялок, в связи с чем, остановимся на некоторых.

Предлагаемая российской компанией «Агроресурс» пневматическая сеялка точного высева МС-3 [47], с междурядьем 2,1 м и выполняет функцию только посева (рисунок 1.29). Недостатком данной сеялки можно отметить отсутствие механизма закрывания посевов полиэтиленовой пленкой, нарезки арыков или укладки капельных лент, необходимой при выращивании бахчевых культур в условиях южного засушливого климата.





Рисунок 1.29 - Сеялка пневматическая точного высева МС-3

Китайские производители предлагают ручной вариант высевающей секции для бахчевых культур [48]. Данная секция компактная, универсальная и дешевая (рисунок 1.30).



Рисунок 1.30 – Высевающая секция для посева бахчевых культур на сайте [Alibaba.com](http://Alibaba.com)

Таким образом, имеются различные высевающие устройства, при выборе которых следует обращать внимание на простоте конструкции, функциональности и легкости конструкции.

### 1.3. Выводы по главе 1

Анализируя существующие технологии посева бахчевых культур можно сделать вывод, что существуют различные технологии, которыми являются:

1. Выращивание рассады в специальных коробках и посадка рассады в почву с одновременным поливом. Данная технология увеличивает всхожесть и улучшает прорастание растений и позволяет избежать заморозков. Технология требует ручного труда при посеве и необходимость обеспечения поливной водой рассады сразу после посадки, что и является его недостатком.
2. Механизированная укладка пленки на поле и ручной посев семян бахчевых культур, проделывая отверстия на пленке. Данная технология считается полумеханизированным, поскольку процесс измельчения почвы не происходит, техника выполняет только работу по укладке пленки, а работа по посеву семян остается ручным, что является нежелательным.
3. Посев и закрытие поля пленкой, с последующим проделыванием отверстия на местах прорастания бахчевых культур. Данная технология удобно тем, что весь процесс посева бахчевых культур механизирована, кроме измельчения почвы. Недостатком данной технологии является то, что надо своевременно проделать в пленке отверстия, где пошли всходы бахчевых культур. В противном случае, из-за больших температур под пленкой и повышенной влажности всходы растений погибают.
4. Полностью механизированный способ посева с использованием комбинированной техники, позволяющий за один проход выполнять несколько технологических операций: измельчение почвы; нарезка поливных арыков или капельных лент; укрытие полиэтиленовой пленкой и закрывание его краев. Данный способ является самым предпочтительным, позволяющим комплексно выполнить все подготовительные работы к посеву бахчевых культур.

Существуют различные и многочисленные варианты технических средств для измельчения почвы, нарезки поливных борозд, укладки пленки и капельных лент, которые были рассмотрены выше.

Как показал анализ технических средств, не только в научных разработках и изобретениях, но и на рынке сельскохозяйственных машин отсутствуют комбинированные агрегаты для посева бахчевых культур.

Таким образом, по итогам анализа технологий и технических средств выявлено, что на сельскохозяйственном производстве имеется особая потребность в разработке оптимальной технологии и технического средства для посева бахчевых культур, совмещающих в себе все положительные стороны описанных технологий, а также учитывая совместимость с технологией, используемой фермерами Кыргызстана.

В связи с этим, вытекает необходимость в разработке технического средства для посева бахчевых культур, выполняющего несколько технологических операций за один проход техники: измельчение почвы; нарезки поливных арыков (для случая традиционного полива) или укладки капельных лент (для случая капельного полива) с возможностью легкой переделки в зависимости от выбранного типа полива; укладки полиэтиленовой пленки сверху почвы и закрывание ее краев, а также с возможностью легкой установки и снятия секций высевающих аппаратов китайских производителей.

## ГЛАВА 2. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕЯЛКИ ДЛЯ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

### 2.1. Полевые исследования существующей местной технологии посева бахчевых культур

Полевые исследования существующей местной технологии посева бахчевых культур под пленку впервые были проведены в 2013 году и повторно в 15-апреля 2021 года в с. Студенческое Сокулукского района у фермера Малоэр Сумара (контактный телефон: 0550 585753), площадь посева арбузов– 5 га (рисунок 2.1).

В полевых исследованиях местной технологии посева бахчевых культур был проведен опрос фермера, а также замер технологических размеров засеваемого участка: расстояния между арыками, шаг высева, глубина высева и другие характеристики.





Рисунок 2.1 – Полевые исследования существующей местной технологии посева бахчевых культур

По итогам опроса опытного фермера и замеров имеющих размеров засеваемого участка была собрана исходная информация, которая записана в таблица 2.1.

Таблица 2.1 - Основные технологические и экономические характеристики местной технологии посева бахчевых культур (по расценкам 2021 года)

№	Характеристика	Показатель	Примечание
1	2	3	4
1.	Расстояние между серединами арыков в поле	3,6-4,0 м	Для ранних сортов – 3,6 м, для поздний сортов – 4,0 м
2.	Ширина арыка	50-60 см	Угол нарезки около 45 <sup>0</sup>
3.	Глубина арыка	25-30 см	
4.	Ширина между семенами, засеянными по краям арыка	80 см	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
	Шаг высева семян: - арбуз - дыня - тыква	1,0 м 0,8 м 1,0 м	0,8 м для арбуза будет густо
	Глубина посева семян	5-6 см	
5.	Ширина закрывающей пленки для условий традиционного полива, т.е. по арыку	1,5 м	Толщина 800 микрон
6.	Ширина закрывающей пленки для условий капельного полива	0,9 м	Толщина 800 микрон
7.	Расход семян на 1 га при кладке по 2 семена в одну лунку	500 грамм	Семена засеваются по 2 штуки с учетом всхожести и возможных потерь от насекомых и птиц
8.	Стоимость семян в банке 0,5 килограмм	3800-4500 сом	Если репродукция F1 то семена еще дороже, где-то 1 штук семена = 2-3 сом Количество семян в 1пачке = 1000 семян
9.	Затраты на полиэтиленовую пленку	рулон	На 1 га уходит 1 рулон = 25кг = 6000 сом
<b>ЗАТРАТЫ ТРУДА</b>			
10.	Услуга фрезерования 1 га поля для подготовки под посев	2000 сом	Стоимость ГСМ включено в услугу
11.	Услуга нарезки арыков на 1 га	1500 сом	Стоимость ГСМ включено в услугу

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
12.	<p>На посев 1 га нужен 6-7 человек, в.т.ч.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 человека делают лунки спереди</li> <li>- 1 человек сеет семена</li> <li>- 1 человек тащит пленку</li> <li>- 2 человека закрывают края пленки</li> <li>- 1 человек кидает почву к середине пленки</li> </ul>	7 человек	$7\text{чел} * (500-700) = 3500-4900$ сом в день, т.е. на 1 га ручного посева уходит эти средства
13.	Производительность посева 7 человек за 8 часов	1 га	При хорошо подготовленном поле
14.	Оплата рабочим	500-700 сом в день 1 работник	Обед входит в сумму оплаты работников. Время начинает считаться с момента забора работников из биржи
	- оплата 500 сом	1 чел	Время работы 6.00-15.00 ч
	- оплата 700 сом	1 чел	Время работы 6.00-17.00 ч

Таким образом, благодаря полевым исследованиям были определены основные размеры посевного места бахчевых культур: и затраты на посевные работы. Эти данные позволят определить важные геометрические размеры разрабатываемой техники для посева бахчевых культур.

Расчет технологических размеров сеялки начнем с разработки исходных требований на технику, далее опираясь на данные полевых исследований перейдем на обоснование конструктивно-технологических параметров установки.

## 2.2. Разработка исходных требования на сеялку для посева бахчевых культур

Исходные требования на сеялку для посева бахчевых культур разработаны согласно Пособия по исходным требованиям к разработке конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления [49], методическим указаниям о порядке разработки, согласования и утверждения исходных требований на сельскохозяйственную технику [50], а также согласно разработанным авторами исходных требований [51].

### **Вводная часть.**

- наименование оборудования: Сеялка для посева бахчевых культур;
- основание для разработки документации на создание оборудования: проведенные научно-исследовательские работы;
- назначение техники: предназначено для подготовки места под посев бахчевых культур и установки капельных лент для полива;
- цель разработки оборудования: создание техники, позволяющей за один проход выполнять несколько технологических операций по подготовке земли для посева бахчевых культур: измельчение почвы; нарезка арыка (для условий традиционного полива) или укладка капельных лент (для условий капельного полива); закрытие подготовленное под посев места полиэтиленовой пленкой;
- ссылки на проведенные научно-технические и опытно-конструкторские работы: выполняемая научно-исследовательская работа была первоначально выполнена в Кыргызском национальном аграрном университете имени К.И. Скрябина, в соответствии с Госбюджетной тематикой по проекту: «Механизация технологических процессов в сельском хозяйстве, испытание возобновляемых источников энергии» (2014-2016 гг.) и далее была продолжена в Институте машиноведения и автоматики Национальной Академии наук Кыргызской Республики, в рамках темы: «Исследование



технологий и разработка новых технических средств для посева бахчевых культур» в 2021 году.

### **Общие сведения по технике.**

Намечаемые проектные решения. При использовании разрабатываемой техники будет решена задача подготовка земли под посев бахчевых культур (под посев семян или под посадку рассады).

«Перечень оборудования». Разрабатываемой устройством должен включать в себя четыре технологических узла: фрезу для измельчения почвы; арыкорез – для нарезки поливных арыков; укладчик пленки – для создания мульчи и укладчик капельных лент для капельного полива.

«Перечень технологических операций и производственных функций». Разрабатываемое устройство позволяет выполнить одновременно несколько технологических операций: измельчение, нарезку арыков или укладку капельных лент и закрывание места полиэтиленовой пленкой.

#### «Условия эксплуатации оборудования»:

- режимы работы оборудования – периодический;
- виды обслуживания оборудования – периодическое;
- параметры климатических условий – температурный режим работы устройства - в пределах +10...+50 °С; влажность и атмосферное давление нормальное; агрессивность среды - в пределах допустимой концентрации; запыленность средняя;

#### «Стадии и этапы разработки конструкторской документации»

Исходные данные, необходимые для разработки проектной документации техники имеются. Они были получены по итогам проведенных полевых исследований.

Патент на технику: получен евразийский патент №046860 «Сеялка для посева бахчевых культур». Дата получения: 27.04.2024.

### **Технические требования.**

#### «Требования к параметрам и характеристикам оборудования»:

- - производительность устройства – 5 га в смену (за 8 часов);

- габаритные размеры - до 2300мм\*2100мм\*2300мм;
- масса, не более 1300 кг.

Устройство должно обеспечивать:

- полную механизацию работ по измельчению, нарезке арыков или установке капельных лент, а также закрывание полиэтиленовой пленкой;
- возможность максимальной унификацию узлов оборудования без переделки других узлов;
- оптимальное и непрерывное ведение технологического процесса подготовки места под посев бахчевых культур;
- обслуживающий персонал – 1 человек.

«Требования к параметрам энергоносителей»:

- источник питания – агрегируется с трактором, тягового класса 1,4 кН.

«Требования к надежности»:

- минимальный срок до капитального ремонта - 10 лет.
- значения средней продолжительности пребывания техники в работоспособном состоянии без учета времени на обслуживание и текущие ремонты в течении суток – до 12 часов.
- оборудование должно быть ремонтпригодным;
- узлы должны быть легкозаменяемыми.

«Требования к эксплуатационной безопасности»:

- вращающиеся часть фрезы должна иметь защитные ограждения;
- вращающиеся звездочки должны быть защищены кожухом;
- устройство должно обеспечивать полную механизацию процесса подготовки места под посев бахчевых культур;
- на вращающихся и движущихся частях устройства должны быть установлены знаки безопасности;
- все узлы и механизмы должны быть установлены в легкодоступных местах для обслуживания и ремонта;

«Требования к экологической безопасности»:

- уровень шума, вибрации и пыли от устройства должна быть в допустимых пределах;

- устройство должно иметь дополнительную емкость для сбора отходов.

«Требования к автоматизации»:

Особых требований не имеется.

«Требования к метрологическому обеспечению»:

Особых требований не имеется.

### **Строительные требования.**

Техника мобильная, в связи с чем строительных требований не имеется.

### **Требования к поставке оборудования.**

1) *Требования к комплектности поставки:*

- все узлы и детали должны быть в комплекте;

- все узлы и детали должны быть собраны;

2) *Требования к оборудованию, собираемому на месте монтажа, по проведению контрольной сборки и обкатке частей оборудования на заводе-изготовителе:*

- техника должна быть заранее подготовлена для работы. Сборка и монтаж на месте работы не допускается;

3) *Требования к консервации оборудования:*

- в случае консервации техника должно быть зачищено от пыли и грязи.

4) *Требования к маркировке оборудования.*

- на устройстве должны быть указаны места строповки;

- должны быть указаны стрелки, указывающие направление вращения.

## **2.3. Обоснование основных конструктивных размеров сеялки для посева бахчевых культур**

Обоснование основных конструктивных размеров сеялки для посева бахчевых культур начнем с изучения технологического процесса посева бахчевых культур, практикуемых местными фермерами.

Технология включает в себя последовательно выполняемые операции: измельчение почвы; нарезка арыков; укладка полиэтиленовой пленки для случая традиционного бороздкового полива и укладки капельных лент для случая капельного орошения.

Для эффективного выполнения всего технологического процесса в конструкции разрабатываемой техники должны быть следующие узлы:

- фреза – измельчитель почвы;
- арычник;
- механизм уплотнения стенок арыка;
- механизм для укладки пленки;
- механизм укладки капельных лент.

Обоснование конструктивных размеров сеялки для посева бахчевых культур подробно описана в научной статье автора [52]. Также для изучения методики обоснования конструктивно-технологических параметров сельхозтехники были исследованы работы Казакова И.В. [53], Булавинцева Р.А. [54], Ревенко В.Ю. [55], Мусина Р.З. и Каримовой Р.А. [56].

Обоснование размеров арычника следует начать от размеров профиля и размеров арыка, практикуемой местными фермерами при посеве бахчевых культур (рисунок 2.2).

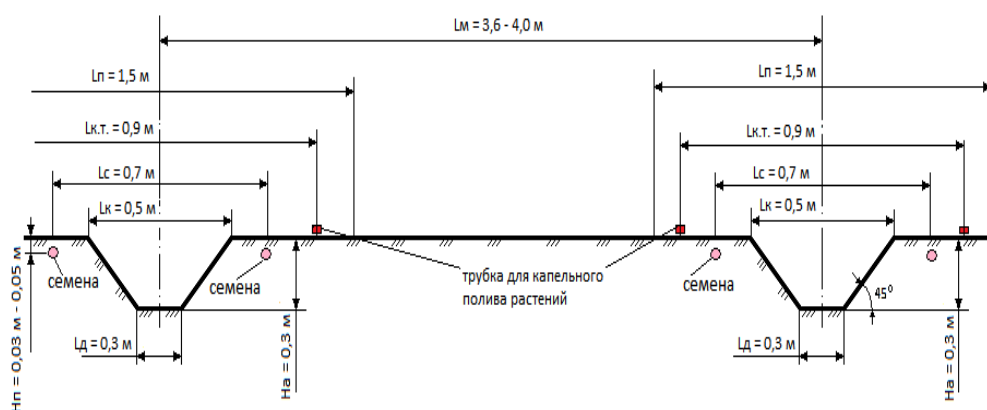


Рисунок 2.2 - Профиль и разрез контура арыка, подготовленной для посева бахчевых культур:  $L_d$  – ширина дна арыка, м.;  $L_k$  – ширина арыка, м.;  $L_c$  – ширина между посеянными семенами, м.;  $L_{k.t.}$  – ширина между капельными

лентами для полива, м.;  $L_p$  – ширина пленки, м;  $L_m$  – ширина междурядья, м.;  $H_n$  – глубина заделки семян, м.;  $H_a$  – глубина арыка, м.

При обосновании размеров основного узла сеялки - арычника изучены труды Падальцина К.Д. [57], Халилова И.Д. [58], Чеботарева М.И. [59].

Таким образом, в соответствии с профилем и размерами арыка конструктивные размеры арычника будут следующими (рисунок 2.3):

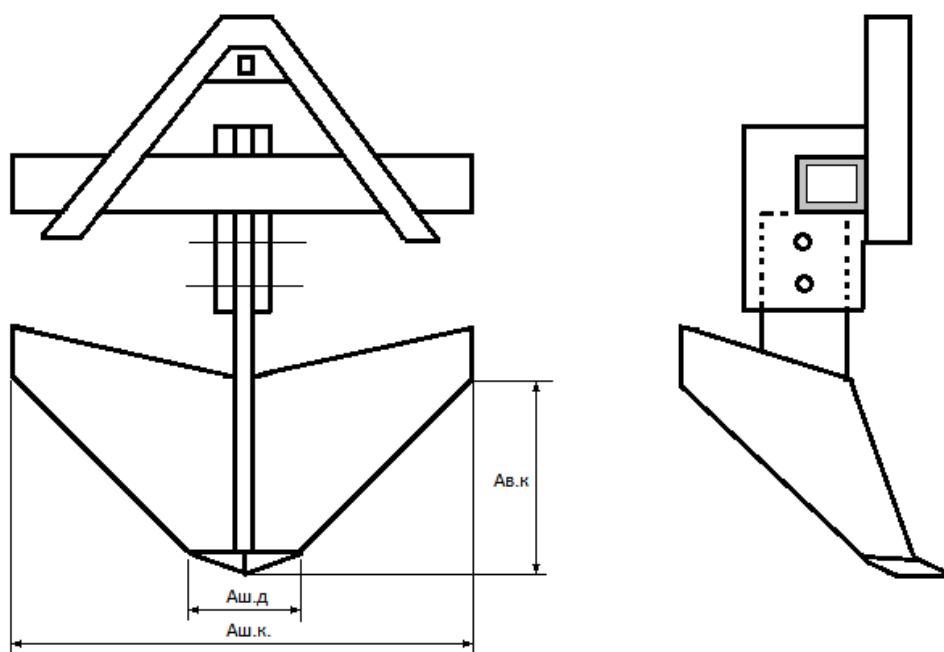


Рисунок 2.3 - Основные конструктивные размеры арычника

- ширина крыльев арычника в верхней части:  $A_{ш.к} = L_k + (0,2\text{ м} - 0,4\text{ м})$ ;

- ширина арычника по дну арыка:  $A_{ш.д} = L_d = 0,3\text{ м}$ .

- высота арычника должен составлять:  $A_{в.к} = H_a + (0,2\text{ м} - 0,4\text{ м})$ .

Одной из следующих задач, требующих решения при посеве семян, является тщательная подготовка почвы к посеву, который заключается в максимальном ее измельчении на определенную глубину.

Обычно при вспашке зяби и при весеннем бороновании почва получается наиболее измельченной по сравнению с весновспашкой. Разрабатываемая техника должна быть приспособлена к работе для обоих случаев, в связи с чем,

требуется установка на сеялку устройства измельчения почвы, позволяющее лучше подготовить посадочное место для семян.

Устройством, наиболее удовлетворяющим требованию максимального измельчения почвы является фреза. При обосновании основных параметров фрезы были изучены труды Манаенкова К.А. [60], Широких Э.В. и Мороз Т.Ю. [61], Купряшкина В.Ф. [62], Алдошина Н.В. и Исмаилов И.И. [63].

Если разрабатываемый арычник сцепляется сразу за трактором, то в этом случае использование традиционного вала отбора мощности (ВОМ) трактора не представляется возможным. В связи с этим необходимо использовать альтернативный вариант, которым может послужить использование гидропривода трактора. Гидромотор, приводящийся в движение от гидропривода трактора можно использоваться одновременно для привода фрезы и вращения вакуум-вентилятора высевающего аппарата. Гидромотор должен обеспечивать максимальную частоту вращения. Благодаря большим оборотам фреза может максимально измельчать почву, а вакуум-вентилятор достигнет наибольшей производительности, и, соответственно, создаст больше вакуума для высевающего аппарата.

В конструкции измельчителя почвы требуется обосновать ширину расположения фрез относительно арыка, глубину измельчения почвы и ширину измельчаемого участка почвы.

- расстояние между фрезами будет равно расстоянию между семенами (рисунок 2.2), согласно которому данный показатель будет равен  $\Phi_{ш.ср} = Lc = 0,7 \text{ м}$ .

Фрезы должны иметь возможность регулировки ширины между ними на +0,2 м, т.е. максимальная ширина  $\Phi_{ш.тах} = 0,9 \text{ м}$ , а минимальная ширина  $\Phi_{ш.мин} = 0,7 \text{ м}$ .

- глубина измельчения почвы принимается в зависимости от глубины посева семян  $Hп$ . Желательно обеспечение максимально возможной глубины измельчения почвы, в целях наибольшего накопления влаги под семенным ложем. С учетом стандартной глубины вспашки и устранения возможной

лишней нагрузки на фрезу глубина измельчения должна быть равным  $\Phi_{г\text{л}} = 0,15 \text{ м}$ .

- ширина измельченного участка при движении фрезы  $\Phi_{\text{изм}} = 0,2 \text{ м}$ .

Предполагаемая конструктивно-технологическая схема фрезы показана на рисунке 2.4.

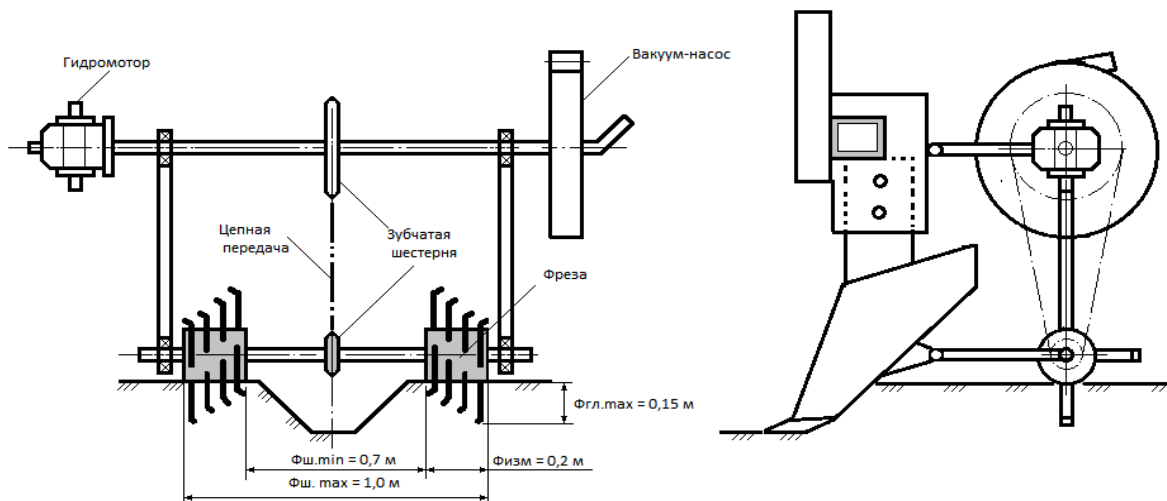


Рисунок 2.4 - Основные конструктивные размеры фрезы

Следующим конструктивным элементом сеялки для посева бахчевых культур является устройство для уплотнения стен арыка. С технологической точки зрения имеется необходимость в аккуратно нарезанном арыке и уплотненной стенке и дне арыка. Данные показатели являются обязательными для облегчения процесса полива растений. При анализе конструкции уплотнителя были изучены соответствующие труды и конструкции некоторых авторов [64, 65, 66].

Уплотнение стен и дна арыка можно провести механизмом колесного типа и устройством в виде желобков. Преимуществом уплотнителя колесного типа является малое сопротивление почвы при движении агрегата, возможность регулировки давления на почву, путем наполнения внутреннего пространства уплотнителя водой.

Преимуществом уплотнителя желобкового типа является простота изготовления, а недостатком отсутствие регулировки давления на почву. В

связи с этим, наиболее подходящим и эффективным для конструкции разрабатываемой сеялки является уплотнитель колесного типа.

Конструктивные размеры уплотнителя арыков также следует принимать исходя из размеров профиля арыка, которые должны быть следующими (рисунок 2.5):

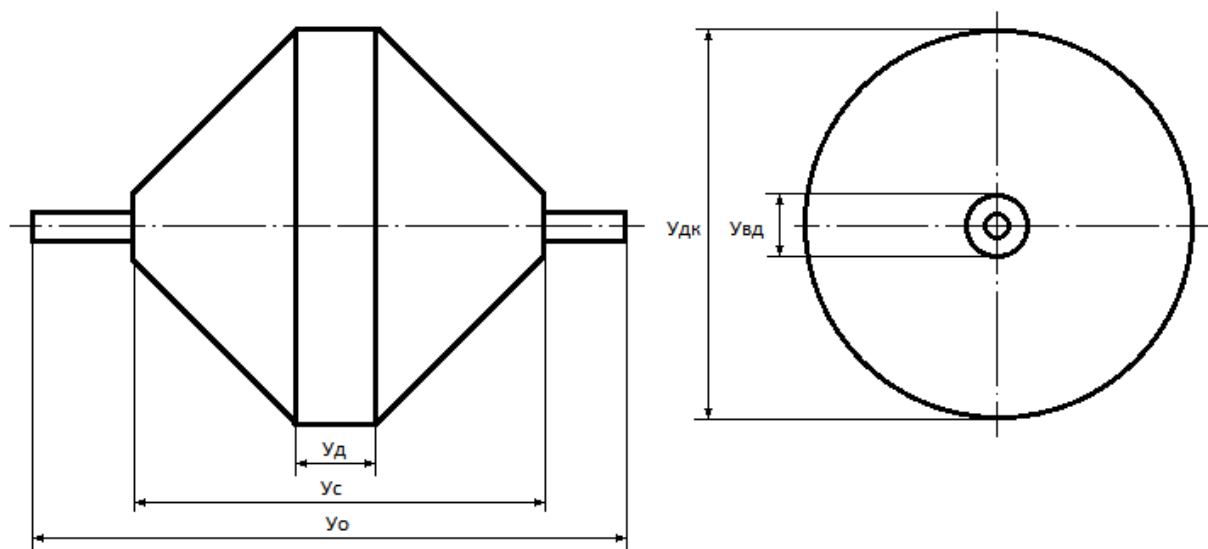


Рисунок 2.5 - Основные конструктивные размеры уплотнителя стен и дна арыка

- ширина уплотнителя по дну должна соответствовать размеру ширины дна арыка и будет составлять  $Uд = Lд = 0,3м$ .

- ширина уплотнителя по середине должна быть больше чем глубина арыка и будет равна  $Ус = Lк + (0,2м - 0,4м)$ .

- наружный диаметр колеса (высота) уплотнителя должна быть равен  $Uдк = Ав.к = Hа + (0,2м - 0,4м)$ .

- внутренний диаметр уплотнителя  $Uв.д$  берется в зависимости от размеров устанавливаемого на ось подшипника.

- диаметр оси уплотнителя  $Uо$  выбирается тоже произвольно, с учетом возможности крепления и размеров используемого подшипника.

Главным конструктивным элементом сеялки для посева бахчевых культур является высеваящий аппарат. Для разработки конструкции



высевающего аппарата были изучены труды и изобретения многих авторов [67, 68, 69, 70, 71], по итогам которых было решено, что высевающий аппарат должен быть колесного типа для того, чтобы мог двигаться (катиться) поверх пленки, образовать порезы на пленке и обеспечивать точный высеv по установленной норме и заделывать семена на требуемую глубину на порезах. На практике семена засеваются по краям арыка, с междурядьем 0,7 – 0,8 м. Точность нормы высева семян можно обеспечить только при использовании вакуумного высевающего аппарата.

Согласно производственным требованиям, норма высева должна быть максимум 0,35 - 0,4 кг/га, который обеспечивается при шаге высева семян в пределах 0,8 – 1,0 м в одном ряду. Требуемая глубина высева семян бахчевых культур - 0,03 м.

Исходя из вышесказанных требований, размеры разрабатываемой конструкция высевающего аппарата колесного типа должны быть обоснованы следующим образом (рисунок 2.6):

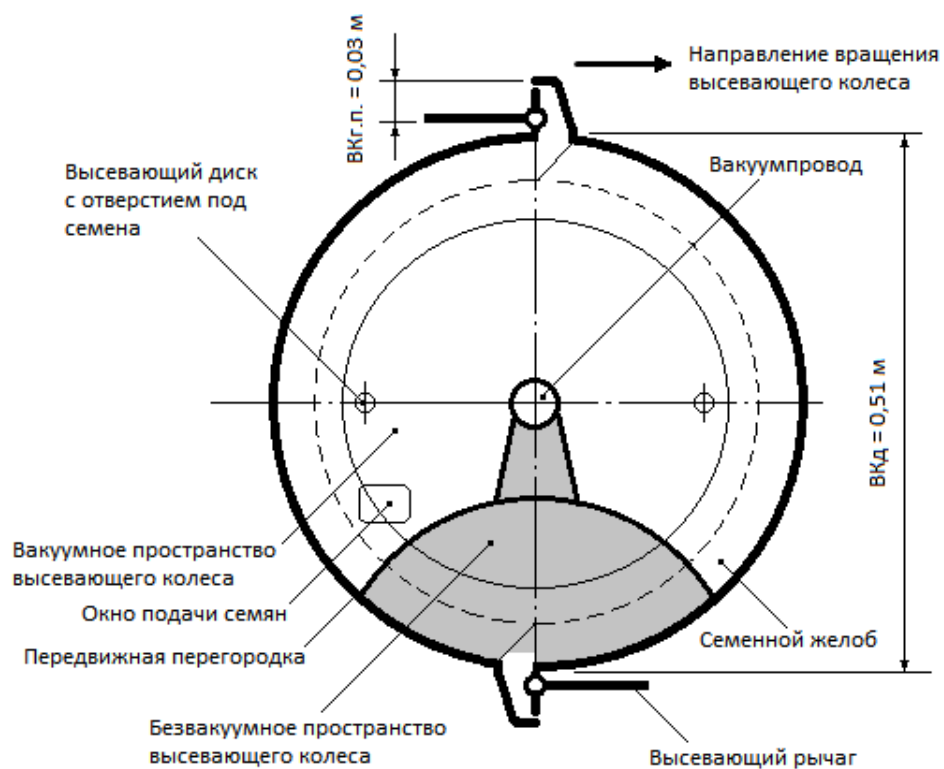


Рисунок 2.6 - Основные конструктивные размеры высевающего колеса

- длина окружности высевающего колеса должна быть кратной 0,8 и 1 м. Наиболее оптимальной длиной окружности высевающего колеса будет размер 4 м, которая была бы кратной сразу на два рассматриваемые шага высева: 0,8 м (кратность 1/5) и 1,0 м (кратность 1/4). Но, при этом диаметр высевающего колеса должна быть равна  $d = \frac{L}{\pi} = 4/3,14 = 1,27$  м.

Такой большой диаметр высевающего колеса не приемлем для конструкции разрабатываемой сеялки.

В связи с этим по отдельности рассчитываем наружные диаметры высевающего колеса для шага 0,8 и 1,0 м:

- при шаге высева, равном 0,8 м и при условии, что на один оборот колеса будет высеиваться два семени длина окружности высевающего диска должен быть  $0,8\text{ м} * 2\text{ шт} = 1,6$  м.

При этом диаметр высевающего колеса будет равна  $d = \frac{L}{\pi} = 1,6 / 3,14 = 0,51$  м.

- при шаге высева, равном 1,0 м и при условии, что на один оборот колеса будет высеиваться два семени длина окружности высевающего диска должен быть  $1,0\text{ м} * 2\text{ шт} = 2,0$  м. При этом диаметр высевающего колеса будет составлять  $d = \frac{L}{\pi} = 2,0 / 3,14 = 0,64$  м.

Таким образом, с технологической точки зрения изготовить высевающее колесо с возможностью одновременного совмещения шагов высева на 0,8 и 1,0 м невозможно, в связи с чем, требуется изготовить высевающие колеса по отдельности для каждого шага.

- ширина высевающего колеса должна быть в пределах 0,05-0,07 м.
- количество высевающих рычагов секций – 2 штук;

Следующим узлом сеялки для бахчевых культур, адаптированной к местной технологии должен быть механизм укладки пленки (рисунок 2.7). Для изучения данного узла были исследованы работы Старыш В. [72], Бутузова А.Е. [73], Коцуба В.И., Пузевич К.Л., Пузевич В.В., Кузюр В.М. [74].

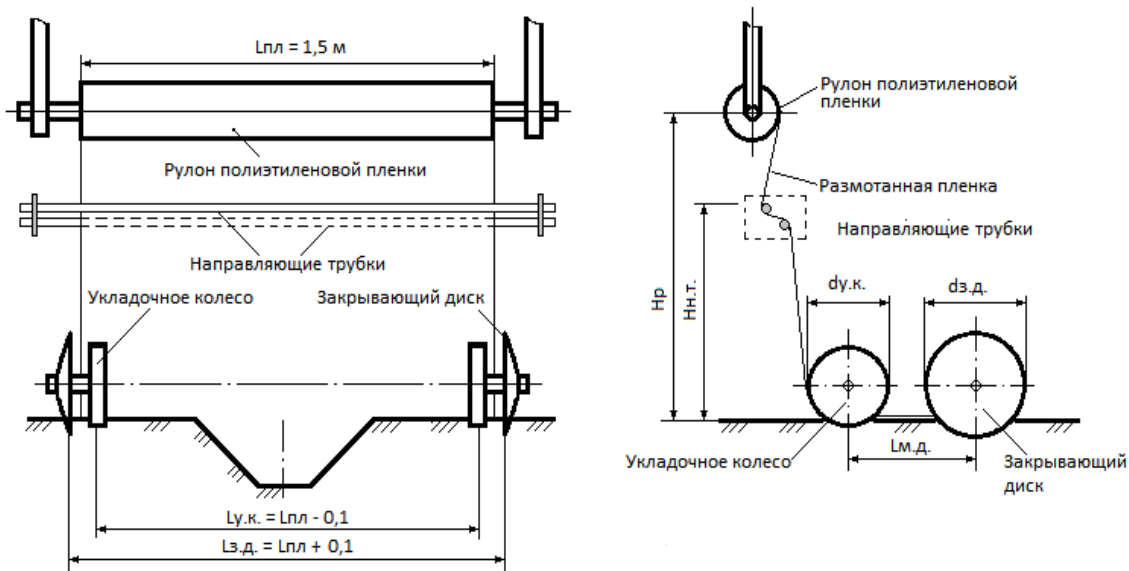


Рисунок 2.7 - Механизм укладки пленки (мульчирования)

Данный узел включает механизмы: крепления полиэтиленовой пленки; подачи пленки; нарезки борозды и закрывания краев пленки почвой.

Детали механизма для укладки пленки: укладочное колесо; закрывающий диск; направляющие трубки должны выбираться из стандартных деталей различных сельхозмашин, в связи с чем, их размеры тоже могут быть разными.

Но, оптимальные размеры деталей должны быть в следующих пределах:

- диаметра укладочного колеса -  $d_{у.к.} = 0,2\text{ м} - 0,3\text{ м}$ ;
- диаметр закрывающего диска –  $d_{з.д.} = 0,25 - 0,35\text{ м}$ ;
- расстояние между укладочным колесом и закрывающим диском по возможности должен быть минимальным, и, может колеблется в пределах  $L_{м.д.} = 0,2 - 0,3\text{ м}$ .

- ширина расстояния между укладочными колесами должен быть меньше на 0,1 м, чем ширина пленки  $L_{у.к.} = L_n - 0,1$ ;

- ширина расстояния между закрывающими дисками должен быть больше чем на 0,1 м, чем ширина пленки  $L_{з.д.} = L_n + 0,1$ .

- высота расположения рулона  $H_r$  и высота расположения направляющих труб  $H_{н.т.}$  устанавливается в зависимости от компоновки основных конструктивных узлов сеялки, т.е. по усмотрению.

Последним узлом техники, требующим обоснования параметров является механизм укладки капельных лент (рисунок 2.8). Для обоснования параметров данного узла были изучены работы Мартынова Н.Б. [75, 76] и изобретения в данной области [77, 78].

Данный механизм является простым и состоит из трубы, где навешивается бухта или рулон капельных лент, который в свою очередь навешивается на раму техники (рисунок 2.8).

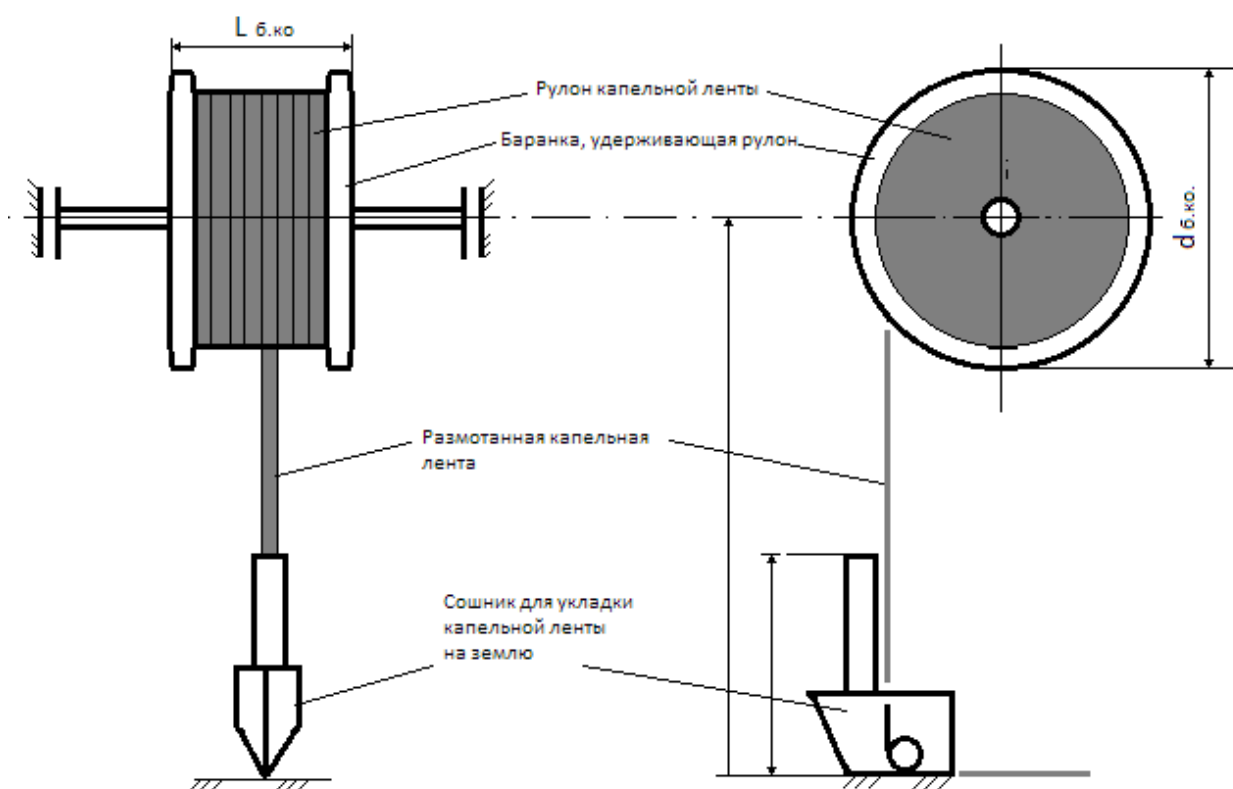


Рисунок 2.8 – Механизм укладки капельных труб

Для укладки капельных лент на землю служит сошник, устанавливающийся на нижнюю часть рамы сеялки. Основные конструктивные размеры составляющих данного механизма: баранки для удержания рулона зависят от размеров рулона и могут меняться, а размеры сошника могут быть произвольными.

В связи с чем, принимаем  $L_{б.ко} = L_{бухты}$ ;  $d_{б.ко} = d_{бухты}$ .

Высота расположения рулона капельного орошения устанавливается в зависимости от компоновки основных конструктивных узлов сеялки, т.е. по усмотрению.

Благодаря анализу существующей местной технологии обоснованы основные конструктивно-технологические размеры узлов разрабатываемой сеялки для посева бахчевых культур (таблица 2.2).

Данные расчетные формулы и показатели позволяют при конструировании придерживаться определенных размеров, а также заранее закладывать в конструкцию возможные запасы, регулировки для изменения взаимного расположения узлов разрабатываемой техники.

Таблица 2.2 - Конструктивные размеры сеялки для посева бахчевых культур

№	Показатель	Един. изм.	Расчетная формула	Значение
1	2	3	4	5
<i>Конструкция арычника</i>				
1.	Ширина крыльев арычника в верхней части	м	$Aш.к = Lк + (0,2м - 0,4м)$	0,7 – 0,9
2.	Ширина арычника по дну арыка	м	$Aш.д = Lд$	0,3
3.	Высота арычника	м	$Ав.к = Нa + (0,2м - 0,4м)$	0,5-0,9
<i>Конструкция фрезы</i>				
4.	Среднее расстояние между фрезами	м	$Фш.ср = Lс$	0,7
5.	Максимальное расстояние между фрезами	м	$Фш.мах$	0,9
6.	Минимальное расстояние между фрезами	м	$Фш.мин$	0,7

Продолжение таблицы 2.2

7.	Глубина измельчения почвы фрезой	м	$\Phi_{гл}$	0,05-0,15
8.	Ширина измельченного участка	м	$\Phi_{изм}$	0,2
<i>Уплотнитель почвы</i>				
9.	Ширина уплотнителя по дну арыка	м	$У\delta = L\delta$	0,3
10.	Ширина уплотнителя по середине арыка	м	$Ус=Lк + (0,2м - 0,4м)$	0,7-0,9
11.	Наружный диаметр уплотнителя	м	$У\delta к=Aв.к=$ $= Hа+(0,2м-0,4м)$	0,5-0,7
12.	Внутренний диаметры уплотнителя	м	$Ув.\delta$	По усмот.
13.	Диаметры оси уплотнителя	м	$Уо$	По усмот.
<i>Высевающее колесо</i>				
14.	Наружный диаметр высевающего колеса	м		0,51; 0,64
15.	Ширина высевающего колеса	м		0,05-0,07
16.	Количество высевающих рычагов секций	шту к		2
<i>Механизм укладки пленки</i>				
17.	Диаметр укладочного колеса	м	$д\text{у.к.}$	0,2 – 0,3
18.	Диаметр закрывающего диска	м	$дз.\delta.$	0,25-0,35
19.	Расстояние между укладочным колесом и закрывающим диском	м	$Lм.\delta.$	0,2 – 0,3

Продолжение таблицы 2.2.

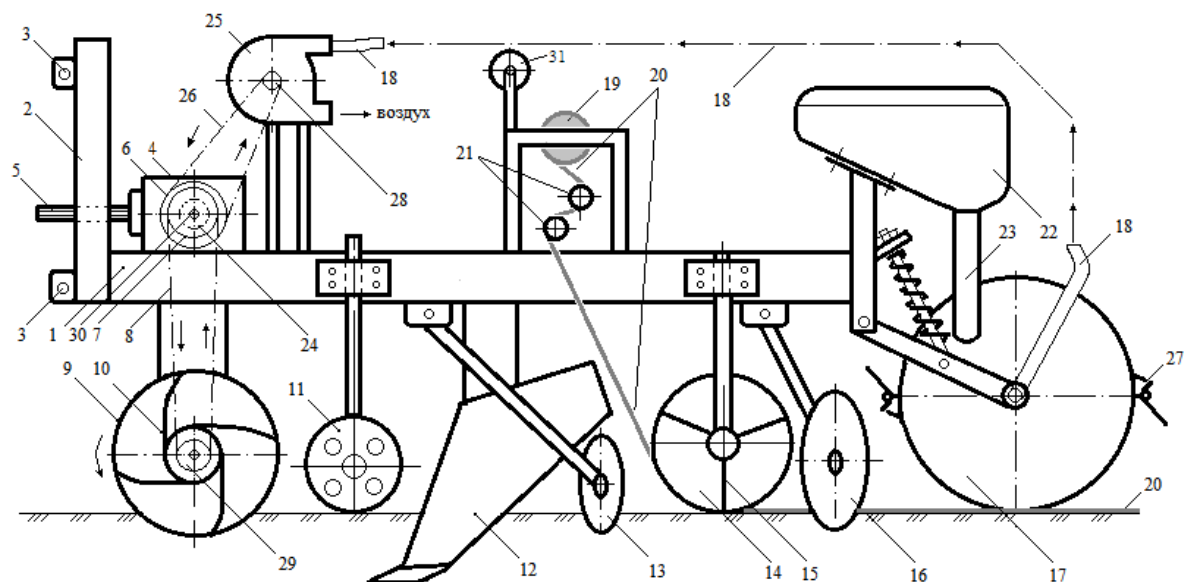
1	2	3	4	5
20.	Ширина между укладочными колесами	м	$L_{у.к.} = Ln - 0,1$	1,4
21.	Ширина между закрывающими дисками	м	$L_{з.д.} = Ln + 0,1$	1,6
22.	Высота расположения рулона	м	$H_p$	По усмотр.
23.	Высота расположения направляющих труб	м	$H_{н.т.}$	По усмотр.

Таким образом, изучением местной технологии ручного посева бахчевых культур, используемой фермерами Кыргызстана были обоснованы основные конструктивно-технологические размеры узлов, необходимых для разработки конструкции сеялки для посева бахчевых культур.

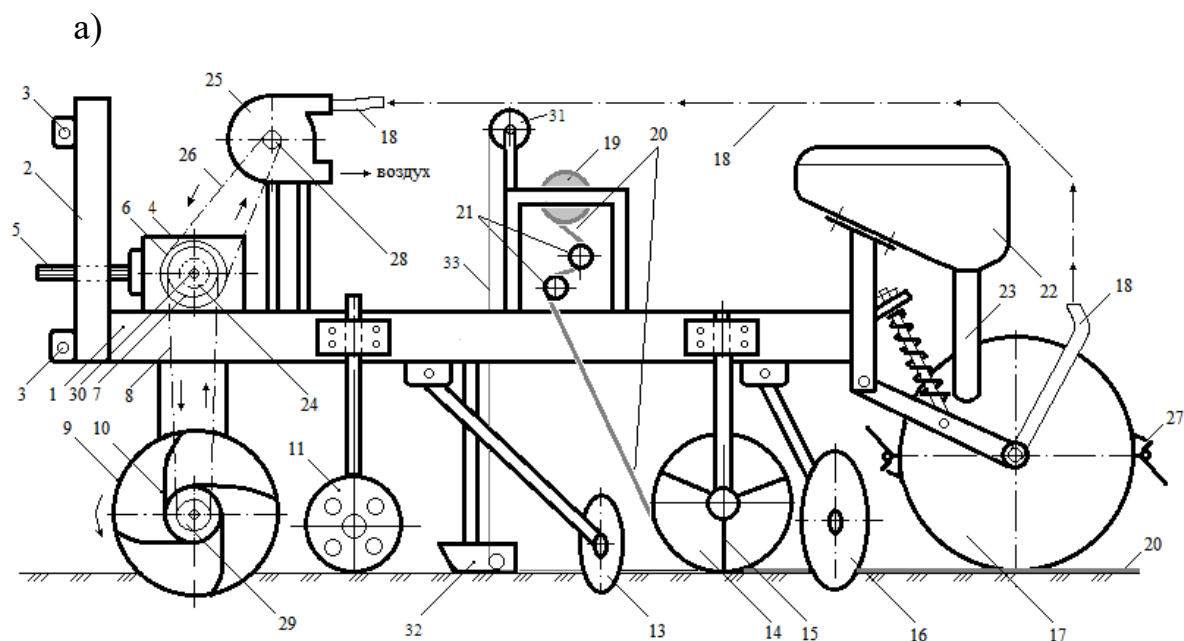
Такой практический подход в обосновании параметров и проектировании сеялки для посева бахчевых культур позволяет разработать наиболее технологичную конструкцию, соответствующую требованиям фермеров Кыргызстана и адаптированную к местной технологии посева бахчевых культур.

#### **2.4. Разработка конструктивно-технологической схемы сеялки для посева бахчевых культур**

В этих целях были изучены работы, направленные на разработку конструктивно-технологических схем различных устройств и механизмов [79, 80, 81] и на их основе, согласно межгосударственному стандарту [82] была разработана конструктивно-технологическая схема сеялки для посева бахчевых культур (рисунок 2,9 а, б).



а)



б)

Рисунок 2.9 - Принципиальная (конструктивно-технологическая) схема сеялки для посева бахчевых культур: 1-рама; 2-навеска сеялки; 3-ушко; 4-конический редуктор; 5-входной вал редуктора; 6-ведущий шкив; 7-ведущая звездочка; 8-цепная передача; 9-почвофреза; 10-ножи фрезы; 11-опорное колесо; (12-арыкорез); 13-диск-бороздорез; 14-шнековый барабан; 15-лопасти шнека; 16-закрывающий диск; 17-высевающий аппарат колесного типа; 18-вакуум провод; 19-рулон полиэтиленовой пленки; 20- полиэтиленовая пленка; 21-направляющие трубки; 22-семенной бункер; 23-семяпровод; 24-обгонная муфта; 25-вакуум насос; 26-ременная передача; 27-высевающий рычаг; 28-



ведомый шкив; 29-ведомая звездочка; 30-выходной вал редуктора; 31-рулон (бухта) капельной ленты; 32-сошник; 33-размотанная капельная лента

Конструктивно-технологическая схема сеялки для случая полива бахчевых культур через арык представлена ниже на рисунке 2.9а. и защищена евразийским патентом [83], а конструктивно-технологическая схема сеялки для случая полива бахчевых культур через капельный полив представлена на рисунке 2.9б.

Оба вида конструктивно-технологической схемы одинаковы, только при капельном поливе арычник 12 снимается и на его место ставится сошник 32, благодаря чему технику можно быстро перестроить.

По разработанной принципиальной (конструктивно-технологической) схеме сеялка для посева бахчевых культур представляет собой комбинированную посевную технику, состоящую из следующих технологических узлов:

- корпуса;
- фрезы для измельчения почвы,
- арычника для нарезки поливных арыков;
- механизма укладки и закрывания пленки;
- высевающего аппарата колесного типа с семенным ящиком.

За один проход техники выполняются следующие технологические операции:

- измельчение почвы;
- нарезка поливного арыка (укладка капельных лент);
- укладка и закрывание полиэтиленовой пленки;
- точный высев семян на отверстия, сделанные на пленке.

Сеялка для посева бахчевых культур подготавливается к работе следующим образом.

Благодаря ушкам 3 навески 2, прикрепленному к раме 1 сеялка сцепляется к трактору. Вал отбора мощности (ВОМ) трактора соединяется с ведущим

валом 5 редуктора 4. Конец полиэтиленовой пленки из рулона 19 разматывается и пропускается через направляющие трубки 21 и укладывается под сеялку на землю и конец закапывается.

ВОМ трактора запускается в приподнятом положении сеялки, с целью предотвращения поломок и для набора оборотов фрезой 9 и затем только сеялка опускается на землю в рабочее положение, вверх полиэтиленовой пленки 20.

Сеялка для посева бахчевых культур работает следующим образом. Вращение через ведущий вал 5 передается в конический редуктор 4, где меняет направление вращения на 90 градусов. На выходном валу редуктора 30 устанавливается обгонная муфта 24, служащий для предохранения от поломок вращающихся частей сеялки от инерции при остановке ВОМ. Выходной вал редуктора 30 приводит в движение ведущий шкив 28, который в свою очередь через ременную передачу 26 приводит в движение вакуум насос 25. В нем образуется вакуум и через вакуум провод 18 создается вакуум в высевальном аппарате колесного типа 17, необходимое для его работы. Одновременно со ведущим шкивом 28 вращается и ведущая звездочка 7, который через цепную передачу 8 приводит в действие фрезу 9. Ножи фрезы 10 вращаясь измельчают почву.

При поступательном движении сеялки арыкорез 12 начинает своим клином резать почву и делать канаву определенного профиля. Опорное колесо 11 предотвращает углубление арыкореза 12 ниже нормы и также служит для регулировки глубины нарезаемого арыка.

При движении вперед диск-бороздорез 13 делая поступательно-вращательное движение начинает резать малую борозду - ложу, необходимую для укладки краев полиэтиленовой пленки 20. Идущий за ним закрывающий диск 16 выполняет одновременно две операции: закрывает края уложенной в борозду полиэтиленовой пленки 20 почвой и кидает часть почвы к торцу шнекового барабана 14. В свою очередь лопасти шнека 15 вращаясь транспортируют почву к середине шнекового барабана 14. По мере

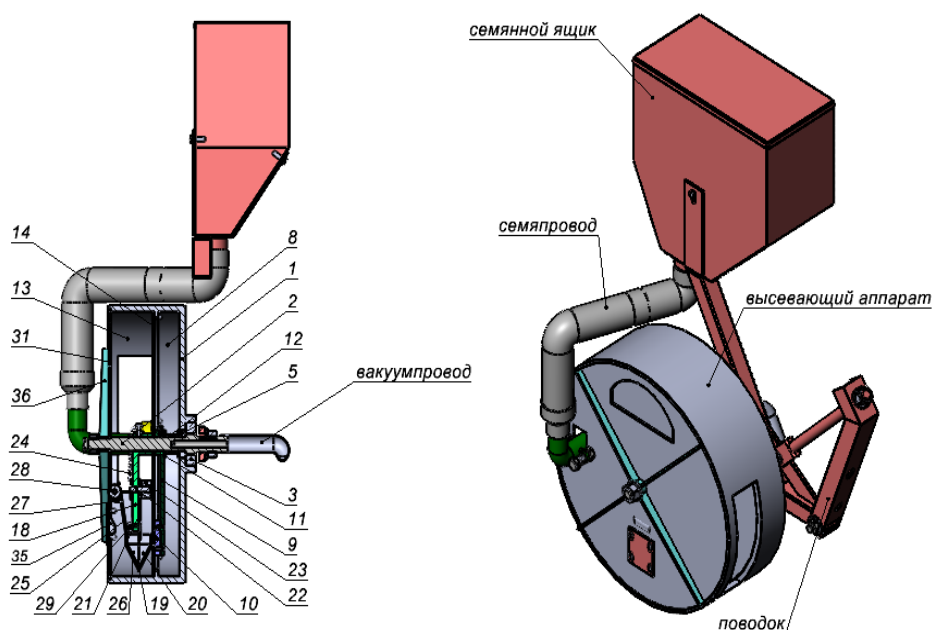
накопления почва выгружается на дно арыка из отверстия, расположенного в центральной части шнекового барабана 14.

Благодаря конструкции колесного типа, высевающий аппарат 17 катится сверху пленки и по краям нарезанного арыка. При движении он своими высевающими рычагами 27 проделывает отверстия на пленки и в это отверстие засеваются семена.

Таким образом, разработанная принципиальная (конструктивно-технологическая) схема включает все необходимые узлы для выполнения требуемых технологических операций, соответствует исходным требованиям на изготовление техники, а также является наиболее эффективной техникой с оптимальной по материалоемкости и энергоемкости.

## 2.5. Разработка конструктивно-технологической схемы высевающего аппарата

Конструкция высевающего аппарата на сеялку для бахчевых культур выбран колесного типа [84, 85] и представлен на рисунке 2.10.



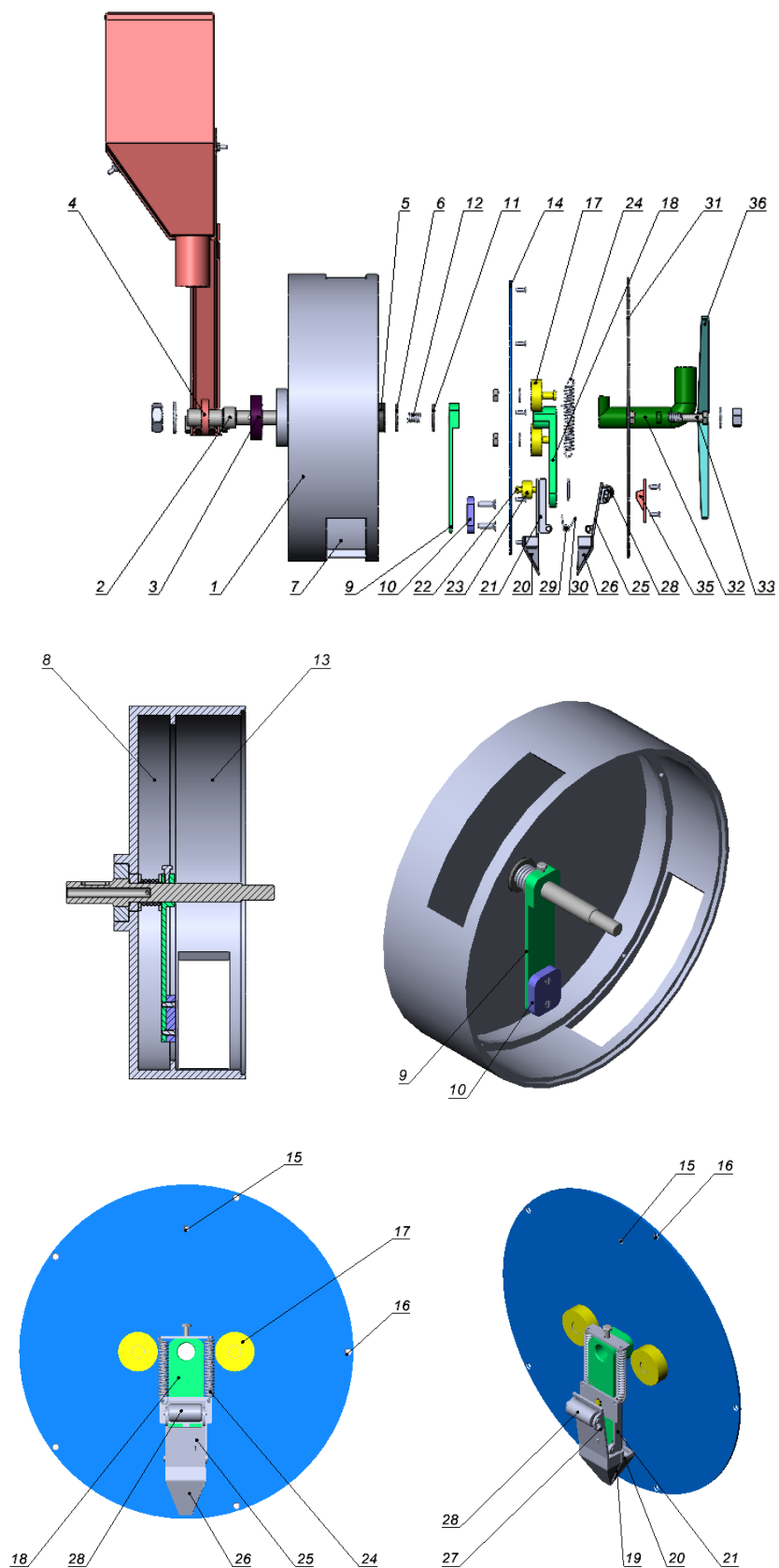


Рисунок 2.10 – Высевающий аппарат колесного типа для посева бахчевых культур: 1-барabanный корпус; 2-ось; 3-подшипник; 4-поводок; 5-сальник; 6-внутренняя опорная шайба; 7-вырез барабанного корпуса; 8-вакуумная

камера; 9-отсекатель; 10-пластиковый брусок; 11-наружная опорная шайба; 12-прижимающая пружина; 13-рабочая камера; 14-высевающий диск; 15-отверстия для семян; 16-отверстия для крепления; 17-приводной ролик; 18-вертикальная опорная стойка; 19-ковшовый механизм; 20-внутренний полуковш; 21-внутреннее плечо; 22-направляющая втулка; 23-упорный ролик; 24-возвратная пружина; 25-наружное плечо; 26-наружный полуковш; 27-ушки; 28-подвижной ролик; 29-палец; 30-разжимная пружина; 31-торцевая крышка; 32-фланец семяпровода; 33-регулирующие болты; 34-смотровое окно; 35-регулирующая опора; 36-ребро жесткости

Высевающий аппарат состоит из барабанного корпуса 1, установленного на ось 2 на подшипнике 3. Ось 2 изготовлен до половины полым и крепится к поводку 4 при помощи гайки. Торец подшипника 3 уплотняется сальником 5, который в свою очередь закрывается внутренней опорной шайбой 6. Барабанный корпус 1 имеет вырез 7 и состоит из двух камер. В его вакуумной камере 8 на ось 2 устанавливается отсекающий 9 с прикрепленным к нему пластиковым бруском 10. На отсекающий 9 опирается наружная опорная шайба 11 и прижимающая пружина 12. Рабочая камера 13 разделяется от вакуумной камеры 8 высевающим диском 14, имеющим отверстия для семян 15 и отверстия для крепления 16, с диагонально прикрепленными приводными роликами 17. В рабочей камере 13 на ось 2 закреплена вертикальная опорная стойка 18, на которой установлен ковшовый механизм 19, состоящий в свою очередь из внутреннего полуковша 20 с внутренним плечом 21, и направляющей втулкой 22, двигающейся по вырезу вертикальной опорной стойки 18. На внутреннее плечо 21 закреплён упорный ролик 23 и возвратные пружины 24. На наружное плечо 25 наружного полуковша 26 приварены две ушки 27, на вырезе которых установлен подвижной ролик 28. Внутренний 20 и наружный 26 полуковши соединяются между собой пальцем 29 и разжимной пружиной 30. На торец барабанного корпуса 1 с помощью гайки крепится торцевая крышка 31, а также фланец семяпровода 32, прижимающиеся

внутренним торцом к высевающему диску 14 с помощью регулировочных болтов 33 с пружинами. На торцевой крышке 31 имеется смотровое окно 34, регулировочная опора 35 и ребра жесткости 36.

Высевающий аппарат для посева бахчевых культур одновременно выполняет две операции, которыми являются доставка семян в ковшовый механизм и их заделка в грунт.

Операция доставки семян в ковшовый механизм выполняется следующим образом.

Фланец семяпровода 32 соединяется семяпроводом, идущим от семенного ящика. К полному концу оси 2 крепится поводок 4 и трубка от вакуум насоса. Установка сальника 5 препятствует потере вакуума через подшипник 3. Внутренняя опорная шайба 6 предохраняет сальник 5 от порчи прижимающей пружины 12, которая в свою очередь через наружную опорную шайбу 11 давит на отсекаТЕЛЬ 9. Пластиковый брусок 10 отсекателя 9 под действием прижимающей пружины 12 плотно прижимается к высевающему диску 14, на уровне отверстия для семян 15, перекрывая вакуум. Высевающий диск 14 крепится к барабанному корпусу 1 при помощи болтов через отверстия для креплений 16. При движении трактора вперед, барабанный корпус 1, благодаря наличию подшипника 3 начинает свободно вращаться и катится по полю. Одновременно с вращением барабанного корпуса 1, вращается и высевающий диск 14. В момент прохождения через место, где расположен фланец семяпровода 32, семена под действием вакуума, создаваемого в вакуумной камере 8, прилипают к отверстию для семян 15 высевающего диска 14 со стороны рабочей камеры 13. Семена вместе с высевающим диском 14 совершают круговое движение и в момент попадания в зону нахождения отсекателя 9 и пластикового бруска 10, из-за перекрытия ими отверстия и отсутствия вакуума свободно падают в ковшовый механизм 19. Отверстия для семян 15 установлены в опережающем порядке на четверть круга от приводных роликов 17, что позволяет доставке семян на ковшовый механизм до его срабатывания.

Операция заделки семян ковшовым механизмом в грунт выполняется следующим образом.

Внутренний 20 и наружный 26 полуковши соединяются пальцем 29 и с помощью разжимной пружины 30 и находятся в закрытом положении. Ковшовый механизм 19 внутренним плечом 21 обхватывает вертикальную опорную стойку 18, а направляющая втулка 22,двигающаяся по вырезу вертикальной опорной стойки 18 обеспечивает вертикальную работу ковшového механизма 19. Приводной ролик 17 в момент соприкосновения с упорным роликом 23 начнет его давить и вместе с ним толкать весь ковшовый механизм 19 вниз, и, он через вырез барабанного корпуса 7 своим острием входит в землю. При вертикальном положении приводного 17 и упорного 23 роликов достигается максимальная глубина заделки семян.

Одновременно с движением ковшového механизма 19 вниз, подвижной ролик 28, установленный на наружном плече 25 наружного полуковша 26 тоже начинает двигаться вниз. При упоре подвижного ролика 28 на регулировочную опору 35, внутренний полуковш 20 с внутренним плечом 21 остается неподвижным, а внешний полуковш 26 откроется и семена падает на лунку в земле. Подвижной ролик 28 всегда работает в режиме отставания от общего движения ковшového механизма 19, из-за своего движения по вырезу на ушке 27 наружного полуковша 26. Это способствует открытию и закрытию ковшového механизма 19 с опозданием. Благодаря этому наружный полуковш 26 открывается под землей, а закрывается при выходе из земли.

После отхода приводного 17 от упорного ролика 23, под действием возвратных пружин 24 ковшовый механизм 19 занимает исходное положение и заходит через вырез барабанного корпуса 7 обратно в рабочую камеру 13 и далее при подходе второго приводного ролика 17 цикл повторяется.

Торцевая крышка 31 жестко фиксируется на ось 2 болтом и при вращении барабанного корпуса 1 находится в неподвижном состоянии. Наличие смотрового окна 34 позволяет наблюдать процесс доставки семян к ковшовой механизму 19, а ребро жесткости 36 обеспечивает жесткость

торцевой крышке 31. Регулировочная опора 35, служит для регулировки момента открытия и закрытия ковшового механизма 19, который регулируется путем его передвижения вверх или вниз по пазу торцевой крышки 31. Фланец семяпровода 32 прижимается к высевающему диску 14 своим торцом, усилие которого устанавливается регулировочными болтами 33 путем сжатия пружин. Глубина заделки семян регулируется перестановкой упорного ролика 23 разного диаметра. Чем больше диаметры упорного ролика 23, тем больше глубина заделки семян. Норма высева регулируется увеличением или уменьшением количества отверстий на высевающем диске 14, а также количества упорных роликов 23 и закладывается в момент конструирования установки.

Таким образом, высевающий аппарат представляет собой новое техническое средство, позволяющий осуществить технологический процесс посева бахчевых культур, с возможностью обеспечения точности высева, регулировки нормы высева и глубины заделки семян. Высевающий аппарат технически осуществим и применим на производстве.

## **2.6. Разработка кинематической схемы сеялки для посева бахчевых культур**

Кинематическая схема передачи движения к основным узлам сеялки для бахчевых культур разработана согласно межгосударственному стандарту [86] и представлена на рисунке 2.11.

Движение всем механизмам сеялки передается от вала отбора мощности 2 (ВОМ) трактора 1. Через карданный вал вращение передается к коническому редуктору 3, внутри перпендикулярно которого установлены две конические шестерни, благодаря которым вращение меняет направление на 90 градусов. За редуктором 3 установлена обгонная муфта 4, служащая для предотвращения поломки вращающихся частей вакуум-насоса 5 и фрезы 8 при



резком выключении ВОМ трактора. При остановке ВОМ автоматически сработает обгонная муфта и вращающиеся узлы останавливаются постепенно.

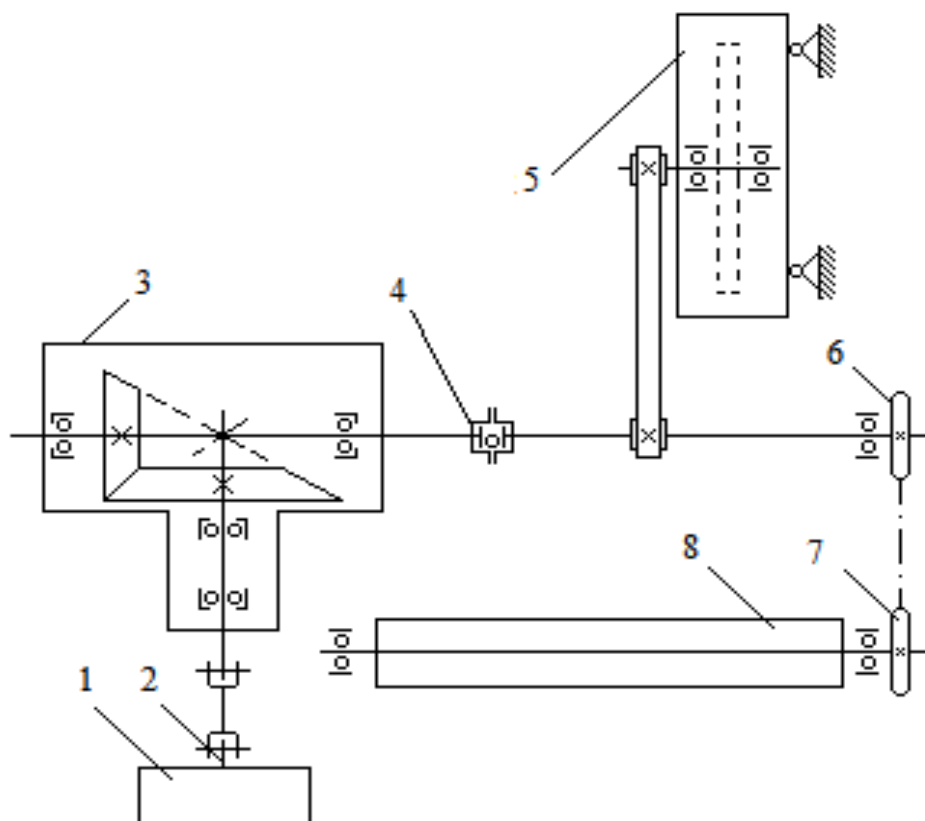


Рисунок 2.11 - Кинематическая схема передачи движения основным узлам сеялки для посева бахчевых культур: 1-трактор; 2-вал отбора мощности (ВОМ) трактора; 3-конический редуктор; 4-обгонная муфта; 5-вакуум-насос; 6-ведущая звездочка; 7-ведомая звездочка; 8-фреза.

На выходном валу редуктора 3 после обгонной муфты 4, установлен шкив, передающее вращение через ременную передачу в вакуум насос 5. На конце кардана, соединенного с редуктором 3 посажена ведущая звездочка 6, которая соединена с ведомой звездочкой 7 через цепную передачу. Ведомая звездочка 7 посажена на конец вала 8 фрезы и передает ему необходимое вращательное движение.

Передаточное число определяем стандартной формулой [87]

$$i_{21} = Z_1/Z_2, \quad (2.1)$$

где,  $Z_1$  и  $Z_2$  – соответственно, количество зубьев ведущей и ведомой шестерен и/или звездочек.

1. Определяем передаточное число редуктора.

$$i_{\text{редуктора}} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{23}{16} = 1,438 \quad (2.2)$$

Обороты ВОМ трактора МТЗ-80 регулируются в два диапазона и составляют, соответственно, 540 об/мин и 1000 об/мин.

Рассчитаем передаточные число на оборот 540 об/мин. Тогда обороты на выходном валу редуктора будут составлять:

$$n_{\text{вых.вал редуктора}} = 1,438 * 540 = 777 \text{ об/мин.} \quad (2.3)$$

2. Определяем передаточное отношение к вакуум насосу.

$$i_{\text{вакуум насос}} = \frac{d_{\text{ведущ.шкива}}}{d_{\text{ведомого шкива}}} = \frac{300}{60} = 5, \quad (2.4)$$

где,  $d_{\text{ведущ.шкива}} = 300$  мм – диаметр ведущего шкива привода вакуум-насоса;

$d_{\text{ведомого шкива}} = 60$  мм – диаметр ведомого шкива вакуум насоса.

Диаметры шкивов замерены из фактически имеющихся шкивов. Посчитаем обороты на валу вакуум насоса

$$n_{\text{вакуум насоса}} = n_{\text{вых.вал редуктора}} * i_{\text{вакуум насос}} = 777 * 5 = 3885 \text{ об/мин.} \quad (2.5)$$

Определяем передаточное число звездочек фрезы. Количество зубьев шестерен посчитана из фактически имеющихся звездочек и составляет для ведущего-28 зубьев, а для ведомого – 18 зубьев.

$$i_{\text{фрезы}} = \frac{Z_1}{Z_2} = \frac{28}{18} = 1,556. \quad (2.6)$$

Тогда обороты на валу фрезы будут равны:

$$n_{\text{фрезы}} = n_{\text{вых.вал редуктора}} * i_{\text{фрезы}} = 777 * 1,556 = 1209 \text{ об/мин.} \quad (2.7)$$

После проведения расчетов по определению передаточных чисел и оборотов на каждом узле сеялки выяснили, что:

- необходимые обороты на вакуум-насосе составляют – 3885 об/мин, что вполне достаточно для работы данного устройства;

- необходимые для работы фрезы обороты составляют – 1209 об/мин, что также вполне достаточно для нормальной его работы.

Таким образом, можно сказать что выбранная кинематическая схема приемлема и оптимальна для работы узлов сеялки для посева бахчевых культур.

## 2.7. Расчет длины маркера на сеялку для капельного орошения

Для расчета длины маркера составляем графическую схему работы трактора с сеялкой на поле (рисунок 2.12).

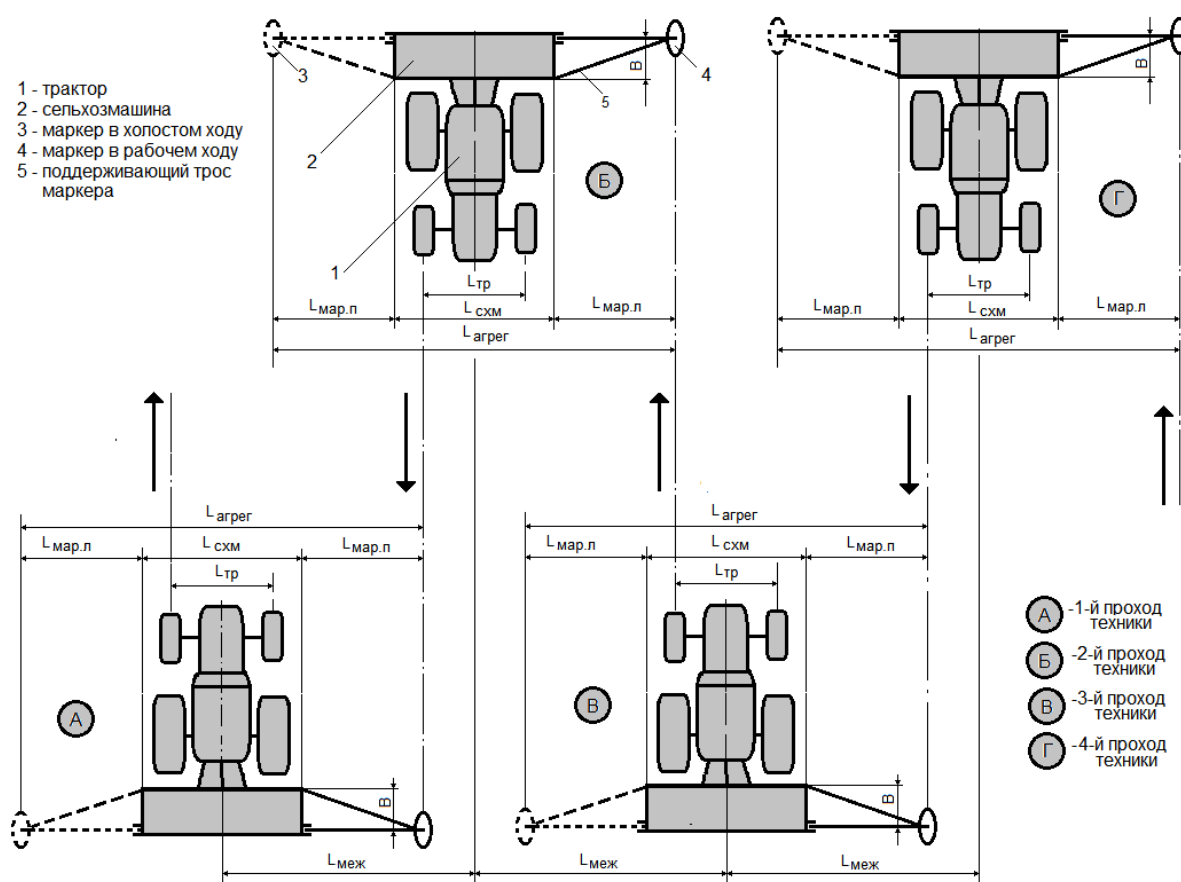


Рисунок 2.12 – Графическая схема работы сеялки (посевого агрегата) на поле:  $L_{тр}$  – колея трактора;  $L_{схм}$  – ширина сеялки (сельхозмашины);  $L_{мар.п}$  – длина правого маркера;  $L_{мар.л}$  – длина левого маркера;  $L_{агрет}$  – общая длина агрегата с выдвинутыми маркерами;  $L_{меж}$  – междурядье.

Расчеты размеров маркера для проектирования его конструкции проведем с учетом этого междурядья и расстояния между поверхностью поля и местом крепления маркера к раме сеялки.

При проведении полевых работ посевная техника работает челночным способом [88]. При направлении движения – А (рисунок 4) левый маркер находится в транспортном, а правый в рабочем положении. В конце загона техника разворачивается и едет обратно (направление Б), при котором, наоборот, правый маркер находится в транспортном, а левый в рабочем положении. Таким же образом правый и левый маркера поочередно работают в направлениях В и Г и на следующих проходах трактора.

В зависимости от направления движения трактора, левое или правое переднее колесо едут по следу, оставленной маркером, т.е. при движении по направлению А и В левое колесо, и, наоборот, при движении по направлению Б и Г правое колесо едет по следу маркера. При таком способе езды длина правого и левого маркеров будут одинаковыми. Но, данный способ создает некоторые неудобства для механизатора, поскольку его рабочее место в тракторе находится с правой стороны кабины и ему удобнее ехать по следу маркера правым колесом, чем левым, поскольку при этом ему обеспечивается наилучший обзор поля.

В связи с этим расчеты длины маркера проведем для обоих случаев. Исходные данные для расчета маркера были получены путем замера размеров колеи трактора МТЗ-80/82 и разработанной сеялки для бахчевых культур, согласно которому:

- размер колеи трактора  $L_{тр} = 1400$  мм;
- междурядье в пределах  $L_{меж} = 3600-4000$  мм. Для расчета принимаем максимальное значение  $L_{меж} = 4000$  мм;
- ширина сеялки  $L_{схм} = 1726$  мм.
- высота крепления маркера относительно земли  $H = 400$  мм.
- расстояние между местом крепления маркера и тросом на раме -  $B=1200$

мм

Из рисунка 4 можно определить, что длина междурядья будет равна

$$L_{\text{меж}} = \frac{L_{\text{схм}}}{2} + L_{\text{мар.п}} + \frac{L_{\text{тр}}}{2}, \quad (1)$$

Из формулы (1) следует найти длину маркера. Тогда,

$$L_{\text{мар.п}} = L_{\text{меж}} - \frac{L_{\text{схм}}}{2} - \frac{L_{\text{тр}}}{2}. \quad (2)$$

Подставляя значения в формулу (2) получим

$$L_{\text{мар.п}} = L_{\text{меж}} - \frac{L_{\text{схм}}}{2} - \frac{L_{\text{тр}}}{2} = 4000 - \frac{1726}{2} - \frac{1400}{2} = 2437 \text{ мм.}$$

Как было сказано выше, при попеременной езде по следу маркера правым и левым колесами длина маркеров будут равны между собой. Тогда,

$$L_{\text{мар.л}} = L_{\text{мар.п}} = 2437 \text{ мм.} \quad (3)$$

Рассчитываем ширину агрегата при опущенных маркерах по следующей формуле:

$$L_{\text{агрег}} = L_{\text{мар.л}} + L_{\text{мар.п}} + L_{\text{схм}}. \quad (4)$$

Подставляя значения в формулу (4) получим  $L_{\text{агрег}} = 2437 + 2437 + 1726 = 6600 \text{ мм.}$

Данные размеры длины маркера и агрегата рассчитаны для случая, когда маркер располагается горизонтально. Но, на практике, при рабочем положении маркер находится над землей, на высоте  $H$ , равной расстоянию от места его крепления к раме до поверхности земли.

Для расчета длины маркера, с учетом высоты расположения над землей составляем следующую схему (рисунок 2.13).

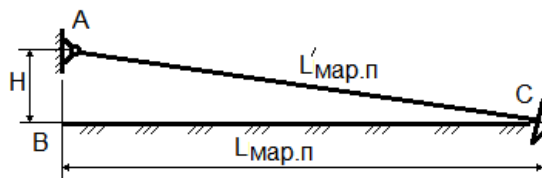


Рисунок 2.13 – Схема расчета фактической длины маркера сеялки: А – крепление маркера к раме; В – уровень поверхности земли; С – диск маркера.

Положение маркера в рабочем положении можно представить в виде прямоугольного треугольника со сторонами ABC. При этом сторона АВ равна высоте  $H$ , а сторона ВС равна длине маркера  $L_{\text{мар.п}}$ . Фактическую длину

маркера AC ( $L'_{\text{мар.п}}$ ) определяем как гипотенузу прямоугольного треугольника. Тогда,

$$AC = \sqrt{AB^2 + BC^2} = L'_{\text{мар.п}} = \sqrt{H^2 + L_{\text{мар.п.}}^2} \quad (5)$$

Подставляя значения в формулу (5) получим

$$L'_{\text{мар.п.}} = \sqrt{400^2 + 2437^2} = 2470 \text{ мм.}$$

Если трактор будет ездить только правым колесом по следу маркера, то в этом случае правый маркер должен быть длиннее левого на длину, равной колеи трактора  $L_{\text{тр}}$ .

Тогда длина правого маркера  $L'_{\text{мар.п.2}}$  будет равна

$$L'_{\text{мар.п.2}} = L'_{\text{мар.п.}} + L_{\text{тр}} \quad (6)$$

Подставляя значения в формулу (6) получим  $L'_{\text{мар.п.2}} = 2470 + 1400 = 3870 \text{ мм.}$

Длину троса, поддерживающего маркер определяем по следующей схеме (рисунок 2.14):

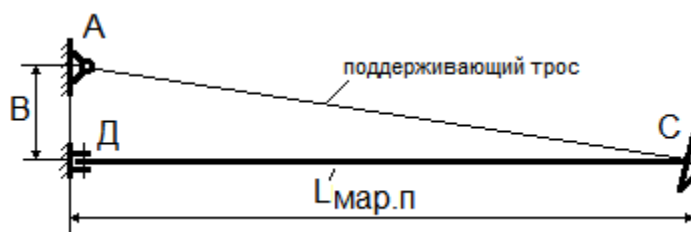


Рисунок 2.14 – Схема для определения длины поддерживающего троса маркера: А-место крепления троса к раме; Д – место крепления маркера к раме; С – маркер.

Длину поддерживающего троса  $L_{\text{под.трос}}$  маркера определяем как длину гипотенузы прямоугольного треугольника АСД. Тогда,

$$AC = \sqrt{AD^2 + DC^2} = L_{\text{под.трос}} = \sqrt{B^2 + L'_{\text{мар.п.}}^2} \quad (7)$$

Подставляя значения в формулу (7) рассчитываем длину поддерживающего троса

$$L_{\text{под.трос.п}} = \sqrt{1200^2 + 2470^2} = 2746 \text{ мм.}$$

Поскольку при способе езды трактора попеременно левым и правым колесами по следу маркера длина правых и левых маркеров равны, то и длина поддерживающих тросов для каждого из них тоже будут равны и составляет соответственно  $L_{\text{под.трос.л}} = L_{\text{под.трос.п}} = 2746 \text{ мм.}$

В этом случае общая длина поддерживающего троса будет равна

$$L_{\text{под.трос.общ}} = L_{\text{под.трос.л}} + L_{\text{под.трос.п}} \quad (8)$$

Подставляя значения в формулу (8) получим

$$L_{\text{под.трос.общ}} = 2746 + 2746 = 5492 \text{ мм.}$$

Рассчитаем длину троса, поддерживающего маркер для случая езды трактора по следу маркера только правым колесом. Тогда,

$$L_{\text{под.трос.п. 2}} = \sqrt{B^2 + L'_{\text{мар.п. 2}}} \quad (9)$$

Подставляя значения в формулу (9) получим

$$L_{\text{под.трос.п. 2}} = \sqrt{1200^2 + 3870^2} = 4052 \text{ мм.}$$

Общая длина троса при этом случае будет равна

$$L_{\text{под.трос.общ 2}} = L_{\text{под.трос.л}} + L_{\text{под.трос.п.2}} \quad (10)$$

Подставляя значения в формулу (10) получим

$$L_{\text{под.трос.общ 2}} = 2746 + 4052 = 6798 \text{ мм.}$$

С учетом необходимости крепления концов на петлях в раме и маркере (всего 4 места), общую длину поддерживающего троса берем равным

$$L'_{\text{под.трос.общ2}} = L_{\text{под.трос.общ 2}} + 4 * S_{\text{п}} \quad (11)$$

где,  $S_{\text{п}}$  – длина троса, необходимое для сгибания в петлю в концах, мм

Подставляя значения в формулу 11 получим

$$L'_{\text{под.трос.общ2}} = 6798 + 4 * 100 = 7198 \text{ мм.}$$

Таким образом, путем графического изображения схемы работы агрегата и проведением соответствующих расчетов получены следующие размеры маркеров и поддерживающего троса маркера сеялки для посева бахчевых культур:

- длина левого и правого маркеров для случая езды трактора по следу маркера попеременно левым и правыми колесами  $L'_{\text{мар.п.}} = 2470$  мм;

- длина правого маркера для случая езды трактора по следу маркера только правым колесом  $L'_{\text{мар.п.2}} = 3870$  мм (длина левого маркера не меняется и равна  $L'_{\text{мар.л.2}} = 2470$  мм);

- общая длина поддерживающего троса для случая езды трактора по следу маркера попеременно правым и левыми колесами  $L_{\text{под.трос.общ}} = 5492$  мм;

- общая длина поддерживающего троса маркера для случая езды трактора по следу маркера только правым колесом  $L_{\text{под.трос.общ.2}} = 6798$  мм;

- общая длина поддерживающего троса маркера с учетом загибания его концов в петлю  $L'_{\text{под.трос.общ.2}} = 7198$  мм;

- общая длина агрегата с вытянутыми маркерами (при попеременной езде правым и левым колесами)  $L_{\text{агрег}} = 6600$  мм.

## **2.8. Чертеж и фото разработанной сеялки для посева бахчевых культур**

По итогам проведенного анализа технологий и технических средств, согласно разработанным исходным требованиям, а также после обоснования основных конструктивных размеров и технологических параметров разработана полная конструкторская документация на сеялку для посева бахчевых культур, с использованием соответствующей технической литературы [89, 90, 91].

В ходе проектных работ были спроектированы по отдельности каждый узел и в конце собраны вместе. Проектные работы были выполнены на программе SolidWorks и выполнены на базе Института машиноведения и автоматизации Национальной Академии наук Кыргызской Республики. Общий вид чертежа и фото разработанной техники показана на рисунке 2.15.





Рисунок 2.15 – Чертеж и фото разработанной сеялки для посева бахчевых культур

## 2.9. Выводы по главе 2

Во второй главе исследовательской работы были проведены работы по изучению технологии и технических средств для посева бахчевых культур, а также исследована технология посева бахчевых культур, используемая местными фермерами.

По результатам проведенных полевых исследований засеваемого участка бахчевых культур были проведены основные замеры участка: размеры арыка, нарезаемого для посева (посадки) бахчевых культур; междурядье; шаг высева, глубина высева; затраты средств и труда на высев 1 га площади, а также выявлены основные технологические требования на процесс посева.

По итогам анализа технологий и технических средств, а также местной технологии было принято решение разработать комбинированную посевную технику, позволяющую максимально механизировать процесс посева бахчевых культур и выполняющий за один проход несколько технологических операций: измельчения почвы; нарезки поливных арыков; укладки полиэтиленовой пленки, а также при необходимости укладку капельных лент для водоподачи на капельный полив и высев семян.

Разработаны исходные требования на разрабатываемое техническое средство, необходимое для конструирования техники.

Обоснованы основные конструктивные параметры узлов сеялки для посева бахчевых культур: фрезы; арычника, укладчика пленки и капельных лент, а также высевающего аппарата колесного типа.

Разработана конструктивно-технологическая схема сеялки для посева бахчевых культур в двух вариантах: для условий традиционного полива через арык и для условий капельного полива через укладку капельных лент.

Разработана конструктивно-технологическая схема на высевающий аппарат для сеялки бахчевых культур и разработан его конструкторский чертеж.

Составлена кинематическая схема привода движения узлам сеялки и рассчитаны основные режимные параметры: передаточное число; число оборотов фрезы и вакуум-насоса.

Графическим способом рассчитана длина маркера и установлены его размеры для разных случаев езды трактора (по правому или левому колесу трактора относительно следа маркера).

На основе проведенных исследований, обоснования параметров, расчетным путем вычислены требуемые размеры и режимные параметры технологических узлов сеялки для посева бахчевых культур.

Согласно обоснованным параметрам и размерам проведены проектно-конструкторские работы и по его итогу разработан конструкторский чертеж и изготовлен опытный образец сеялки для посева бахчевых культур.

Таким образом, поставленные цель и задачи в рамках 2-главы достигнуты.

## ГЛАВА 3. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 3.1. Теоретическая предпосылка к обоснованию формы клина арычника для подготовки почвы под посев бахчевых культур

Установленный на сеялке для бахчевых культур арычник при его заглаблении открывает дно с уплотненным основанием и боковыми поверхностями арыка. При этом арычник должен открывать борозду так, чтобы частицы почвы перемещались только в горизонтальных плоскостях, без вертикального перемещения (рисунок 3.1).

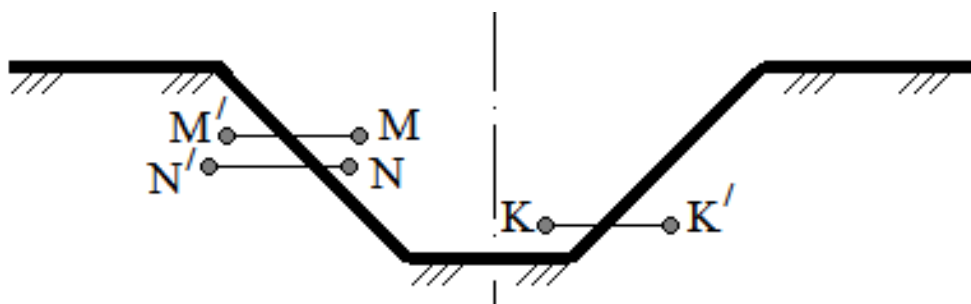


Рисунок 3.1 - Поперечно-вертикальное сечение нарезанного арыка

Если взять поперечно-вертикальное сечение почвы на глубине хода клина арычника и на нем указать первоначальное положение частиц почвы  $M$ ,  $N$  и  $K$ , то после прохода клина арычника они должны занять положение  $M'$ ,  $N'$  и  $K'$ .

Исходное и конечное положение одноименных частиц должны лежать в плоскостях, параллельных горизонтальной. Так достигается уплотнение почвы, близлежащей к боковым стенкам арыка и тем самым арык сохраняется нужный профиль. Нужно качество работы арычника оценивается формой арыка.

Арычник в передней части имеет форму клина  $ABCD$  (рисунок 3.2), где происходит раздвижение почвы на обе стороны и задней части  $DBCEFNL$ , переходящей к крыльям арычника, служащим для окончательного оформления профиля арыка.

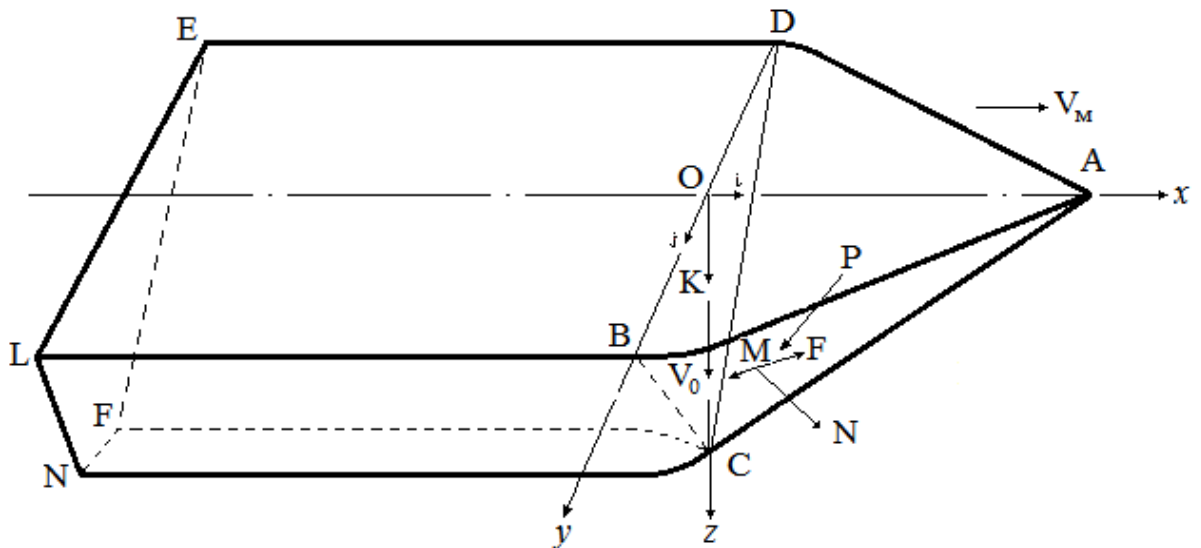


Рисунок 3.2 - Схема взаимодействия клина арычника с почвой

Направление движения арычника (клина) совпадает с направлением оси  $Ox$ . Форма передней части клина определяется двумя полу поверхностями  $ADC$  и  $ABC$  к направлению движения [92].

Предложим, что при действии клина на частицу почву  $M$ , расположенную у осевой линии (рисунок 3.1), частица почвы движется по данной полу поверхности без отрыва. Частицы, расположенные в удалении от осевой линии также будут перемещаться в боковую сторону, без контакта с полу поверхностями клина. Воздействия клина для удаленных частицу происходит через примыкающей к нему слой почвы. Общее направление перемещения частиц, подобных  $M$  и удаленных от полу поверхностей частицы будет одинаковым.

С таким допущением рассмотрим вопрос выявления характера и направления движения частицы, расположенной у осевой линии открываемого арыка.

Если клин стоит на месте, а почва движется на него, то движение любой частицы на полуповерхности можно принять происходящим по закону движения не свободной материальной точки [93], [94].

Рассмотрим частицу почвы  $M$  как материальную точку, движущуюся по поповерхности  $ABC$  под действием приложенных к ней сил.

В данном случае налагаемая на частицу почвы связь со стороны поверхности не ставит ограниченной на модуль ее скорости, а только ограничивает свободу его перемещения в пределах:

$$\left. \begin{aligned} 0 \leq X \leq X_{max} = AO \\ 0 \leq Y \leq Y_{max} = OA \\ 0 \leq Z \leq Z_{max} = OC \end{aligned} \right\}. \quad (3.1)$$

Данная связь (3.1) в теоретической механике показывается стационарной [95], [96].

Относительно принятой системы координат (рисунок 3.2)  $OXYZ$  уравнение полу поверхности в общем виде пишется следующим образом:

$$\psi(x, y, z) = 0. \quad (3.2)$$

Действия слоя почвы на клин, силу протаскивания клина и вес самой частицы почвы заменяет одной равнодействующей силой  $P$ .

С учетом исходного условия, исключающего перемещения частиц по направлению оси  $Z$  (рисунок 3.1), дифференциальные уравнения движения частицы имеют вид в виде уравнения Лоренца первого ряда [97], [98].

$$\left. \begin{aligned} m_{jx} &= P_x + N_x + F_x \\ m_{jy} &= P_y + N_y + F_y \\ 0 &= P_z + N_z + F_z \end{aligned} \right\}. \quad (3.3)$$

где,  $\begin{cases} P_x, P_y, P_z \\ N_x, N_y, N_z \\ F_x, F_y, F_z \end{cases}$  – проекции равнодействующих внешних сил  $P$ , нормальной;?

$N_x, N_y, N_z$ - силы реакции на координатные оси;

$F_x, F_y, F_z$ - силы трения на координатные оси.

Сила трения определяется по формуле:

$$F = f * N, \quad (3.4)$$

где,  $f$ - коэффициент трения.

Тогда,  $F_x = f \cos(V_0, i)$ ;  $F_y = f \cos(V_0, j)$ ;  $F_z = f \cos(V_0, k)$ ;

$N_x = N \left( \frac{d\psi}{dx} / \Delta \right)$ ;  $N_y = N \left( \frac{d\psi}{dy} / \Delta \right)$ ;  $N_z = N \left( \frac{d\psi}{dz} / \Delta \right)$ .

После замены в уравнениях (3) значений  $F_x, F_y, F_z$  и  $N_x, N_y, N_z$  имеем:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{dt} &= P_x + N \left[ \left( \frac{d\psi}{dx} / \Delta \right) - f \cos(V_0, i) \right] \\ m \frac{dV_y}{dt} &= P_y + N \left[ \left( \frac{d\psi}{dy} / \Delta \right) - f \cos(V_0, j) \right] \\ m \frac{dV_z}{dt} &= P_z + N \left[ \left( \frac{d\psi}{dz} / \Delta \right) - f \cos(V_0, k) \right] \end{aligned} \right\} \quad (3.5)$$

$$\text{где, } \Delta = \sqrt{\left( \frac{d\psi}{dx} \right)^2 + \left( \frac{d\psi}{dy} \right)^2 + \left( \frac{d\psi}{dz} \right)^2}.$$

Также с учетом исходного условия, где частица не имеет перемещение по направлению оси  $Z$ , то вектор скорость  $V_0$  должен лежать на плоскости параллельной  $OXY$ . Угол между вектора  $V_0$  и  $K$ , в таком случае равен  $90^0$ . Тогда  $\cos(V_0, k) = 0$  и последнее равенство в уравнения (3.5) примет вид:

$$0 = P_z + N \left( \frac{d\psi}{dz} / \Delta \right). \quad (3.6)$$

$$N = -P_z \frac{\Delta}{\frac{d\psi}{dz}}. \quad (3.7)$$

С учетом значения (3.7) первые два равенства уравнения (3.5) примет следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{dt} &= P_x - P_z \frac{\Delta}{\frac{d\psi}{dz}} \left[ \frac{\frac{d\psi}{dx}}{\Delta} - f \cos(V_0, i) \right] \\ m \frac{dV_y}{dt} &= P_y - P_z \frac{\Delta}{\frac{d\psi}{dz}} \left[ \frac{\frac{d\psi}{dy}}{\Delta} - f \cos(V_0, j) \right] \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Таким образом, имеем три уравнения (3.2), (3.4) и (3.8) для конструирования полу поверхности, которая обеспечивала бы перемещение частицы почвы в плоскостях, параллельных координатной плоскости  $OXY$ .

Известными величинами в данных уравнениях являются: координат трения ( $f$ ) и проекции  $P_x$ ,  $P_y$  и  $P_z$ .

С точки зрения простоты изготовления и эксплуатации удобным является полуповоротный клин в виде плоскости (рисунок 3.3).

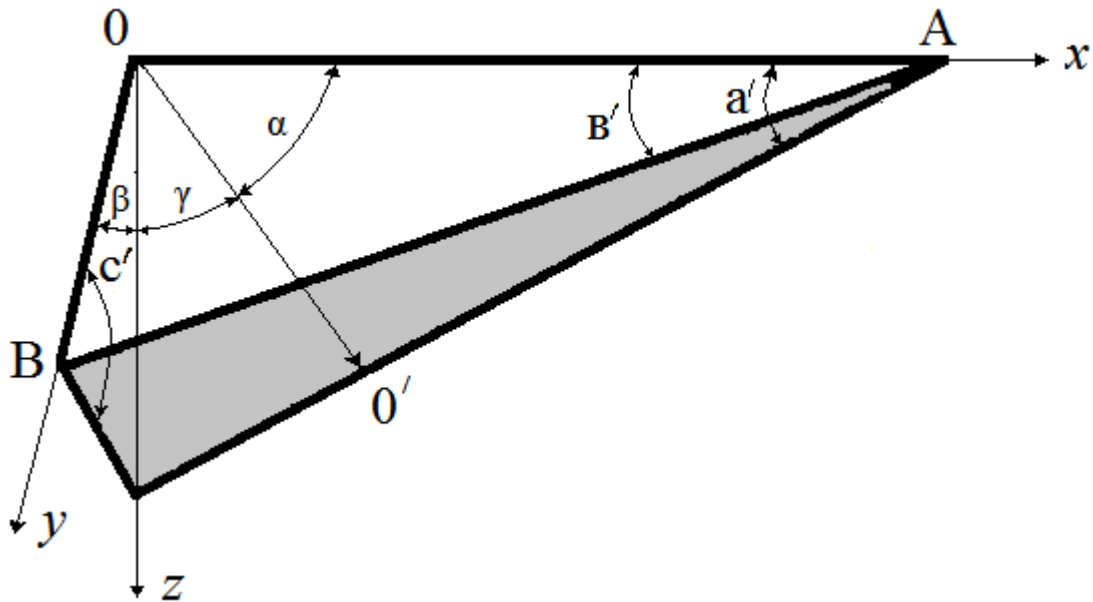


Рисунок 3.3 - Полуповоротный клин в виде плоскости

Данная плоскость характеризуется двугранными углами:  $a'$  (на плоскости  $Oxz$ ),  $b'$  ( $Oxy$ ) и  $c'$  ( $Oyz$ ). Такая плоскость может быть определена углами  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $\gamma$  нормали  $OO'$  с координатными осями. Тогда исходное уравнения (3.2) примет вид:

$$\psi(x, y, z) = Ax + By + Cz + D = 0 \quad (3.9)$$

Графически из рис. 3 можно определить следующее:

$$\left. \begin{aligned} \cos(V_0, j) &= \sin b' = \frac{\cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}} \\ \cos(V_0, i) &= -\cos b' = \frac{\cos \beta}{\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}} \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

$$\frac{d\psi}{dx} = A; \quad \frac{d\psi}{dy} = B; \quad \frac{d\psi}{dz} = C; \quad \Delta = \sqrt{A^2 + B^2 + C^2} \quad (3.11)$$

Постановка полученных соотношений (3.10) и (3.11) в уравнение (3.8) дает:



$$\left. \begin{aligned} m \frac{dV_x}{dt} &= P_x - \frac{P_z}{\cos \gamma} \left[ \cos \alpha + \frac{\cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}} \right] \\ m \frac{dV_y}{dt} &= P_y - \frac{P_z}{\cos \gamma} \left[ \cos \beta + \frac{\cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (3.12)$$

Данное уравнения (3.12) с учетом условия:  $\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma = 1$  дает возможность конструировать искомую плоскость клина.

С учетом допущения, что связанная со скоростью машины  $V_m = const$ , можно утверждать, что полная скорость  $V_0$  перемещения частицы по плоскости также  $V_0 = const$ , тогда:

$$\frac{dV_x}{dt} = \frac{dV_y}{dt} = 0. \quad (3.13)$$

В результате получим систему из трех уравнений с тремя неизвестными (углы  $\alpha, \beta$  и  $\gamma$ ):

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha + \frac{f \cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}} &= \frac{P_x}{P_z} \cos \gamma \\ \cos \gamma - \frac{f \cos \alpha}{\sqrt{\cos^2 \alpha + \cos^2 \beta}} &= \frac{P_y}{P_z} \cos \gamma \\ \cos^2 \alpha + \cos^2 \beta + \cos^2 \gamma &= 1 \end{aligned} \right\} \quad (3.14)$$

Данная система уравнений имеет решение математическими методами [99], [100].

### **Глава 3.2. Теоретические предпосылки в обосновании параметров почвофрезы**

При обработке почвы нож почвофрезы может испытывать две различного характера нагрузки:

- первое, испытывает сопротивление почвы;
- второе, испытывает сопротивление камня, корневищ и других включений, содержащихся в почве.

В втором случае имеет место ударная нагрузка. При работе нож почвофрезы совершает сложные движения: переносно-поступательное со скоростью  $V_M$  и относительно-вращательное вокруг оси с угловой скоростью  $\omega$  (рисунок 3.4).

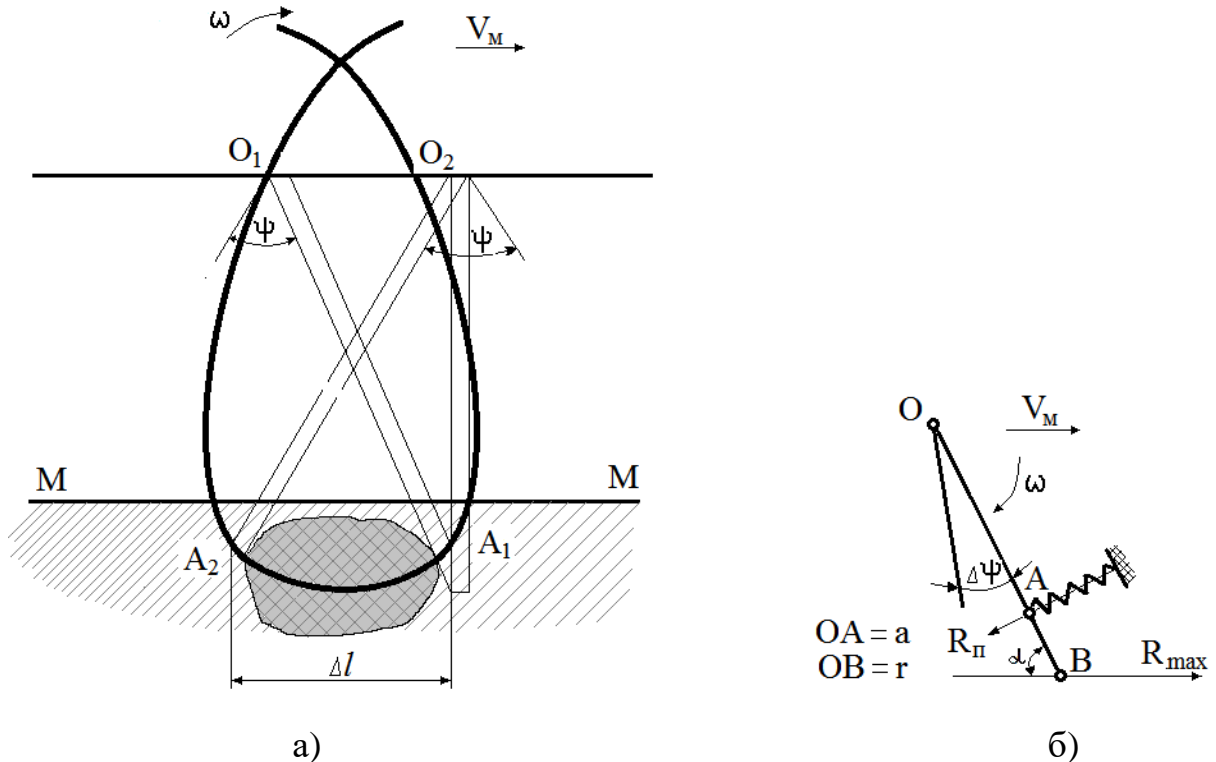


Рисунок 3.4 - Расчетная схема движения ножа почвофрезы:  
 а) траектория движения ножа почвофрезы;  
 б) силы, действующие на нож почвофрезы.

Для надежной работы почвофрезы необходимо изучить второй характер нагрузки, т.е. когда имеет место ударная нагрузка.

Пусть нож фрезы в почве встретил препятствие. При этом нож будет заторможен в положении  $O_1A_1$ , а ось барабана переходит из положения  $O_1$  в  $O_2$ . Расстояние  $O_1O_2$  соответствует размеру  $\Delta l$  в направлении движения фрезы ( $\Delta l$  – расстояние препятствия).

При этом время торможения ножа  $\Delta t$  почвофрезы равна:

$$\Delta t = \frac{\Delta l}{V_M}, \quad (3.15)$$

где,  $V_M$  – скорость движения машины.

За время  $\Delta t$  нож повернется в относительном движении, сжимая пружины на угол:

$$\psi = \omega \cdot \Delta t = \omega \cdot \frac{\Delta l}{V_M}. \quad (3.16)$$

Для обеспечения нормальной работы почвофрезы в конструкции должны быть предусмотрены предохранитель ножа в виде пружины.

Пружины в свободном состоянии должны иметь суммарный зазор между витками равным

$$l \geq l_2 + A_{max} = a(\Delta\psi + \psi), \quad (3.17)$$

где,  $l_2$  – предварительное сжатие пружины;

$A_{max}$  – максимальное сжатие при встрече с препятствием;

$a$  – расстояние от оси барабана фрезы до направляющей пружины;

$\Delta\psi$  – угол предварительного сжатия пружины.

Рассмотрим работу почвофрезы в отмеченных характерах нагрузки:

1. Нож почвофрезы испытывает сопротивление резанию, которая является результатом упругих пластических и других деформаций почвы и трения почвы о поверхность ножа.

Величина и направления силы резания зависит от способа фрезерования, формы ножа, особенностей его движения, свойств почвы и режима работы. Принято, что сила резания равна окружной силе, которая создается крутящим моментом на валу барабана фрезы [101].

Под действием силы резания со стороны почвы на ноже возникает сила сопротивления резанию (рис. 3.4 б), равная силе резания и направленная в противоположную сторону, которая изменяется от  $R_{max}$  до 0.

Условием устойчивой работы потока при  $R_{max}$  является:

$$M_n \geq M_{max}, \quad (3.18)$$

где,  $M_n$  – момент создаваемый силой  $R_n$ ;

$M_{max}$  – момент создаваемый силой  $R_{max}$ .

$$M_{\Pi} = R_{\Pi} \cdot a, \quad M_{max} = R_{max} \cdot r \cdot \sin\alpha. \quad (3.19)$$

Величина силы  $R_{\Pi}$  равна:

$$R_{\Pi} = C \cdot a \cdot \Delta\psi. \quad (3.20)$$

Подставляя уравнения (3.19) и (3.20) в уравнение (18) получим:

$$C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi \geq R_{max} \cdot r. \quad (3.21)$$

Отсюда жесткость пружины  $C$  равна

$$C \geq \frac{R_{max} \cdot r}{a^2 \cdot \Delta\psi} \text{ или } C \geq \frac{M_{max}}{a^2 \cdot \Delta\psi \cdot \sin\alpha}. \quad (3.22)$$

Таким образом, для обеспечения нормальной работы почвофрезы, когда на нож действует только сопротивление почвы потребуется пружина с наименьшей жесткостью.

## 2. Нож почвофрезы испытывает препятствия в почве.

В данном случае со стороны препятствия ножу будет оказано противодействие, значение которого зависит от значения вращательного момента на валу барабана фрезы. Под действием противодействия нож отклонится на угол  $\psi$ , отжимая пружину предохранительного устройства.

Сила упругости сжатой пружины  $R'_{\Pi}$  при встрече препятствия будет равно:

$$R'_{\Pi} = R_{\Pi} + C \cdot a \cdot \psi = C \cdot a \cdot \Delta\psi + C \cdot a \cdot \psi. \quad (3.23)$$

Дифференциальное уравнение движения ножа после его освобождения от препятствия имеет вид:

$$J\ddot{\psi} = -C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi - C \cdot a^2 \cdot \psi. \quad (3.24)$$

где,  $J$  – момент инерции ножа относительно оси барабана.

$$\text{Так как } \ddot{\psi} = \frac{dQ}{dt}, \quad \text{то} \quad J \frac{dQ}{dt} = -C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi - C \cdot a^2 \cdot \psi. \quad (3.25)$$

где,  $Q$  – угловая скорость поворота ножа почвофрезы.

Уравнение (3.25) можно переписать в следующем виде

$$JQ \frac{dQ}{d\psi} = -C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi - C \cdot a^2 \cdot \psi. \quad (3.26)$$

или

$$JQdQ = -C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi \cdot d\psi - C \cdot a^2 \cdot \psi \cdot d\psi. \quad (3.27)$$

Интегрируя уравнение (3.27) имеем:

$$J \int_0^Q QdQ = -C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi \int_0^\psi d\psi - C \cdot a^2 \int_0^\psi \psi \cdot d\psi, \quad (3.28)$$

$$J \frac{Q^2}{2} = C \cdot a^2 \cdot \psi \cdot \Delta\psi + C \cdot a^2 \cdot \frac{\psi^2}{2}. \quad (3.29)$$

Решение уравнения (3.29) относительно  $Q$  дает:

$$Q^2 = \frac{2C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi}{J} \cdot \psi + \frac{C \cdot a^2}{J} \cdot \psi^2. \quad (3.30)$$

Обозначим  $\frac{2C \cdot a^2 \cdot \Delta\psi}{J} = m$ ,  $\frac{C \cdot a^2}{J} = n$ .

Тогда уравнение (30) будет иметь вид

$$Q^2 = m\psi + n\psi^2 \text{ или } Q = \sqrt{m\psi + n\psi^2}. \quad (3.31)$$

Заменяя  $Q$  через  $\frac{d\psi}{dt}$  имеем:

$$\frac{d\psi}{dt} = \sqrt{m\psi + n\psi^2}. \quad (3.32)$$

Интегрируя уравнение (3.32) получим:

$$\int_0^{t_\psi} dt = \int_0^\psi \frac{d\psi}{\sqrt{m\psi + n\psi^2}}. \quad (3.33)$$

где,  $t_\psi$  – время, в течение которого нож почвофрезы возвращается в исходное положение после преодоления препятствия под действием силы упругости пружины.

Решением интегралов (33) является:

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \ln \left( \psi + \frac{m}{2n} + \sqrt{\psi^2 + \frac{m}{n} \psi} \right) - \frac{1}{\sqrt{n}} \ln \frac{m}{2n} = t_\psi. \quad (3.34)$$

Подставляя значения  $m$  и  $n$  в уравнение (34) получим формулу для определения времени  $t_\psi$ :

$$t_{\psi} = \sqrt{\frac{J}{C \cdot a^2}} \ln \left( \frac{\psi + \Delta\psi + \sqrt{\psi^2 + 2\Delta\psi \cdot \psi}}{\Delta\psi} \right). \quad (3.35)$$

Условие возврата ножа в исходное положение, после преодоления препятствия имеет следующий вид:

$$t_{\psi} \leq T - \Delta t = \frac{2\pi}{\omega} - \frac{\Delta l}{V_M}, \quad (3.36)$$

где,  $T$  – время одного оборота ножа вокруг оси почвофрезы.

Решение уравнения (3.35) относительно жесткости пружины  $C$  позволяет определить максимальную плотность пружины для преодоления препятствия:

$$C_{max} = \frac{J \left[ \ln \frac{\psi + \Delta\psi + \sqrt{\psi^2 + 2\Delta\psi \cdot \psi}}{\Delta\psi} \right]^2}{a^2 t_{\psi}^2}. \quad (3.37)$$

Сравнение формул (3.22) и (3.37) показывает, что

$$C_{max} > C. \quad (3.38)$$

Таким образом, основными параметрами почвофрезы являются: жесткость пружины предохранителя ножа ( $C$ ), угол поворота ножа при встрече с препятствием ( $\psi$ ), момент ( $M_{max}$ ), создаваемый максимальной величиной силы резания ( $R_{max}$ ), момент инерции ( $J$ ) ножа, размер ( $\Delta l$ ) препятствия в направлении движения агрегата и время ( $t_{\psi}$ ) возврата ножа после преодоления препятствия.

Некоторые параметры могут быть определены аналитическими способами с помощью соответствующих зависимостей. По некоторым параметрам необходимо провести экспериментальные исследования.

### 3.3 Обоснование рациональной схемы формы кожуха почвофрезы

При работе почвофрезы с вращательно-движущимися рабочими органами (ножами) происходит отбрасывание почвы по направлению вращения фрезбарабана.

На характер протекания данного процесса влияет следующие факторы:

- скорость перемещения ножей фрезы в почве;
- форма ножей фрезы;
- свойства и состояние почвы.

Для ограничения зоны разброса и упорядочения укладки почвы устанавливается кожух. Обычно кожух выполняется в виде криволинейной поверхности, охватывающей с небольшим зазором верхнюю часть фрезбарабана. Нижний срез кожуха находится на некоторой высоте над обрабатываемой поверхностью поля (рисунок 3.5).

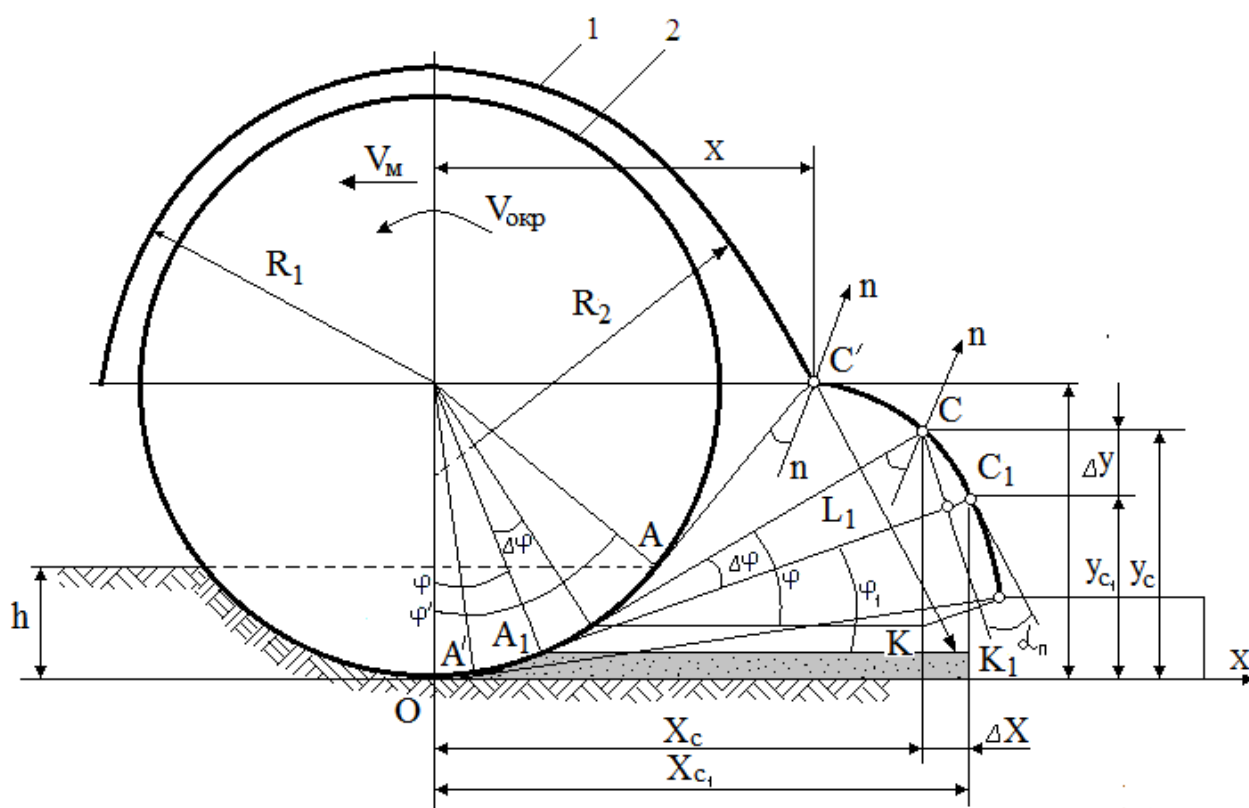


Рисунок 3.5 - К определению основных параметров кожуха почвофрезы: 1- кожух, 2-фрезбарабан

С целью эффективного воздействия на начальный поток и уменьшения зон взаимодействия потоков, необходимо спроектировать кожух такой формы, чтобы после удара частицы отражались под одним и тем же углом  $\alpha_{п}$ , а отраженный поток распределялся равномерно.

В этом случае профиль щита в сечении продольно-вертикальной плоскостью будет изображаться после точки  $C'$  линией с определенным законом изменения ее кривизны.

Расстояние между точками  $C$  и  $C_1$  соответствует:

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_{c_1} - x_c; \\ \Delta y &= y_c - y_{c_1}. \end{aligned} \quad (3.39)$$

Координаты точек  $C$  и  $C_1$  имеют следующий вид:

$$\left. \begin{aligned} x_c &= R \cdot \sin\varphi + L \cdot \cos\varphi \\ y_c &= R(1 - \cos\varphi) + L \cdot \sin\varphi \end{aligned} \right\} \quad (3.40)$$

$$\left. \begin{aligned} x_{c_1} &= R \cdot \sin\varphi_1 + L_1 \cdot \cos\varphi_1 \\ y_{c_1} &= R(1 - \cos\varphi_1) + L_1 \cdot \sin\varphi_1 \end{aligned} \right\} \quad (3.41)$$

где,  $R$  – радиус фрезбарабана.

$L$  – расстояние от фрезы до соответствующей точки на кожухе.

С учетом свойства малых углов ( $\Delta\varphi \rightarrow 0$ ), значение угла  $\varphi_1$  можно выразить через  $\varphi$ , а значение  $L_1$  через  $L$ . При этом имеем:

$$\left. \begin{aligned} \sin\varphi_1 &= \sin\varphi - \Delta\varphi \cdot \cos\varphi, \quad \cos\varphi_1 = \cos\varphi + \Delta\varphi \cdot \sin\varphi \\ L_1 &= L + R \cdot \Delta\varphi(1 + tg\alpha_n \cdot \Delta\varphi) \end{aligned} \right\} \quad (3.42)$$

Подставляя значения величин из (3.40), (3.41) и (3.42) в зависимость (3.39) получим:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{d\varphi} &= L \cdot (\sin\varphi + tg\alpha_n \cdot \cos\varphi) \\ \frac{dy}{d\varphi} &= L \cdot (\cos\varphi - tg\alpha_n \cdot \sin\varphi) \end{aligned} \right\} \quad (3.43)$$

При этом пренебрегаем величинами второго и более порядка из-за их малости.

Величина  $L$  также является переменной. Для ее определения можно использовать следующие выражения:



$$L = \frac{x-R \cdot \sin\varphi}{\cos\varphi}, \quad L = \frac{y-R \cdot (1-\cos\varphi)}{\sin\varphi}. \quad (3.44)$$

С учетом выражения (3.44) система выражений (3.43) преобразуется в виде линейных дифференциальных уравнений первого порядка.

$$\frac{dx}{d\varphi} - x \cdot (\operatorname{tg}\varphi + \operatorname{tg}\alpha_{\text{п}}) = -R \cdot \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} \cdot (\sin\varphi + \operatorname{tg}\alpha_{\text{п}} \cdot \cos\varphi), \quad (3.45)$$

$$\frac{dy}{d\varphi} - y \cdot (\operatorname{ctg}\varphi - \operatorname{tg}\alpha_{\text{п}}) = \frac{R(\cos\varphi-1)}{\sin\varphi} \cdot (\cos\varphi - \operatorname{tg}\alpha_{\text{п}} \cdot \sin\varphi), \quad (3.46)$$

Решение уравнений (3.45) и (3.46) имеет следующие виды:

$$x = R \cdot \left[ \sin\varphi + \frac{\operatorname{tg}^2\alpha_{\text{п}} \cdot \cos^2\varphi + 2}{\operatorname{tg}\alpha_{\text{п}} \cdot (\operatorname{tg}^2\alpha_{\text{п}} + 4)} \right] + C_1' \cdot \frac{e^{\operatorname{tg}\alpha_{\text{п}} \cdot \varphi}}{\cos\varphi}, \quad (3.47)$$

$$y = R \cdot \left[ 1 - \cos\varphi + \frac{\sin\varphi}{\operatorname{tg}\alpha_{\text{п}}} \right] + C_2' \cdot \frac{\sin\varphi}{e^{\operatorname{tg}\alpha_{\text{п}} \cdot \varphi}}, \quad (3.48)$$

Значения  $C_1'$  и  $C_2'$  для каждого конкретного случая определяется исходя из начальных условий. В качестве начальных условий можно принять следующие величины (конструктивные):  $\alpha_{\text{п}}$ ,  $R$ ,  $x_0$  и  $y_0$ .

Используя данные параметры с помощью уравнений (3.42) и (3.48) можно вычислить координаты точек профиля кожуха почвофрезы в зависимости от угла поворота  $\varphi$ . Построение кривой формы кожуха осуществляется в координатной системе с центром в точке касания фрезбарабана с почвой. При этом должно сохраняться условие:

$$\operatorname{tg}\alpha_{\text{п}} = \operatorname{const}, \quad (3.49)$$

с погрешностью до 2%.

Верхняя часть кожуха (до точки  $C'$ ) выполняется по аналогии с существующими конструкциями также в виде криволинейной поверхности с учетом параметров:  $R$ ,  $Z$  (число ножей на одной стороне диска):

$$R_1 = (1,15 \dots 1,2)R, \quad (3.50)$$

$$R_2 = (1,15 \dots 1,2)R \cdot \left( 1 + \frac{5,23}{Z} \right), \quad (3.51)$$

где,  $R_1$  – радиус кривизны передней части кожуха;

$R_2$  – радиус кривизны задней части кожуха.

Таким образом, обязательным условием при проектировании формы кожуха почвофрезы является постоянство угла отражения частиц  $\alpha_{\text{п}} = \text{const}$ , что уменьшает перемещение частиц по слоям.

### 3.4. Выводы по главе 3

Для теоретического обоснования и выведения аналитических зависимостей описывающих работу основных узлов сеялки в настоящей главе были проведены теоретические исследования:

- влияние формы клина арычника на почву и его перемещение;
- воздействие ножа фрезы на почвы и условия его работы;
- обоснование параметров кожуха фрезы.

По итогам проведенных теоретических исследований:

1. Получены уравнения, позволяющие конструирования полуповерхности клина арычника, которая обеспечивала бы перемещение частицы почвы в плоскостях, параллельных координатной плоскости  $OXY$ , т.е. условию равномерного перемещения пласта почвы при воздействии клина арычника.

Аналитически выявлено, что данная плоскость характеризуется двугранными углами:  $a'$  (на плоскости  $OXZ$ ),  $b'$  ( $OXY$ ) и  $c'$  ( $OYZ$ ).

Вычислено уравнение, которое с учетом условия:  $\cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1$  дает возможность конструирования искомой плоскости клина.

2. Определены основные параметры режущего ножа фрезы для двух условий ее работы: для условий, когда имеется только сопротивление почвы и когда в почве имеются посторонние предметы (камни, корни растений и др.), оказывающие дополнительное сопротивление работы ножа фрезы. Для обеих случаев выведены формулы для определения жесткости предохранительной пружины ножа фрезы.

3. В целях определения оптимального размера кожуха фрезы, предотвращающего выброс почвы по направлению вращения при работе фрезы были аналитически определены оптимальные формы щитка и кожуха фрезы. Используя выведенные с помощью уравнений параметры можно вычислить координаты точек профиля кожуха почвофрезы в зависимости от угла поворота  $\varphi$ .

Таким образом, в теоретической части исследования работы выведены аналитические зависимости позволяющие сконструировать оптимальные рабочие органы клина ножа арычника и фрезы.

## ГЛАВА 4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 4.1. Полевые испытания техники

Опытный образец сеялки для посева бахчевых культур был изготовлен на базе Инженерного центра «Аскатеш» в 2021-2022 годах. Полевые испытания техники на работоспособность были проведены в апреле 2023 года, согласно межгосударственному стандарту [102] у фермера Шамурзаева Урустома, в с. Студенческое, Сокулукского района. Полные результаты проведенных полевых испытаний отражены в труде автора [103].



Рисунок 4.1 -Полевые испытания сеялки для бахчевых культур

### 4.2. Общая информация об экспериментальных исследованиях

Экспериментальные исследования были проведены в апреле 2024 года в с. Студенческое Сокулукского района у фермера-бахчевода Шамурзаева Урустома и Мамаева Бердибека. Общая площадь посева бахчевых культур составил 6 га.

Фермером были предоставлены вспаханное и заборонованное поле, чистое от растительных остатков. Влажность в пределах допустимой нормы. Погода ясная. Ветер северо-западный, скорость ветра не более 5 км/ч, температура воздуха +25...+27 °С.



Рисунок 4.2 - Фото во время проведения экспериментальных исследований

### 4.3. Программа экспериментальных исследований

Программой экспериментальных исследований было составлено согласно научной литературы [104, 105, 106, 107], посвященной проведению экспериментов и анализу данных.

Программой экспериментальных исследований было предусмотрено:

1. Определение равномерности глубины нарезаемого арыка;

движения сеялки;

-статистическая оценка экспериментальных данных.

Замер отклонений глубины нарезки арыка от заложенной фиксировались рулеткой. При этом в качестве основной горизонтальной плоскости принимался плоскость, образованный лучами лазерного устройства. Замер осуществлялся через каждый 1 метр. Замеры осуществлялись до расстояния 40 м, в пределах видимости луча зазера.

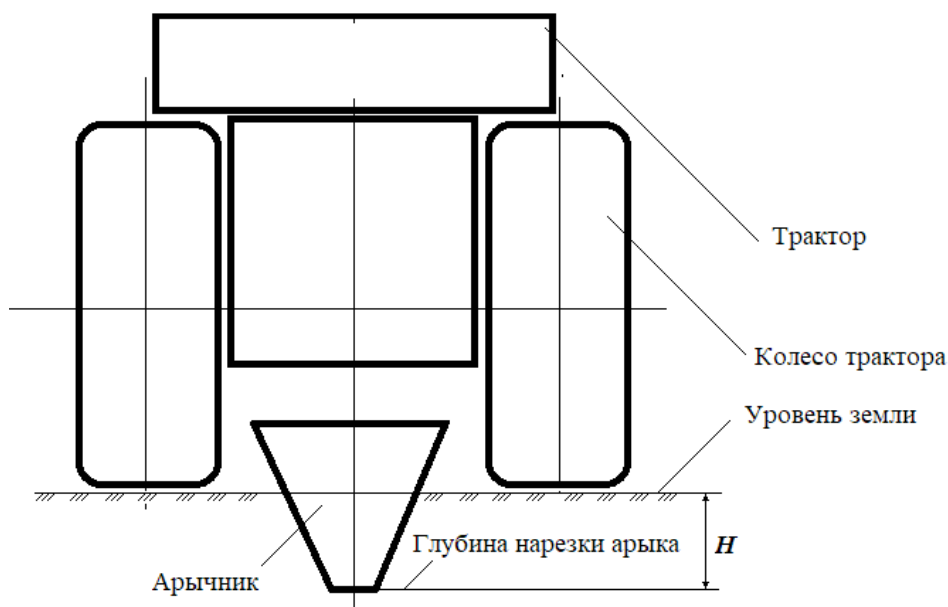


Рисунок 4.3 – Схематичное изображение плоскости уровня земли и глубины нарезки арыков.

По полученным экспериментальным данным замера глубины нарезаемого арыка построен вариационный ряд (таблица 4.1)

Таблица 4.1 – Вариационный ряд значений, замера глубины нарезки арыка

№ интер	Нач.интер	Конец инт.	$n_i$
1	13	17	1
2	17	21	6
3	21	25	10
4	25	29	18
5	29	33	4
6	33	37	1
			<b>40</b>

По вариационному ряду построена гистограмма и определены эмпирические формулы, которые показаны на рисунке 4.4.

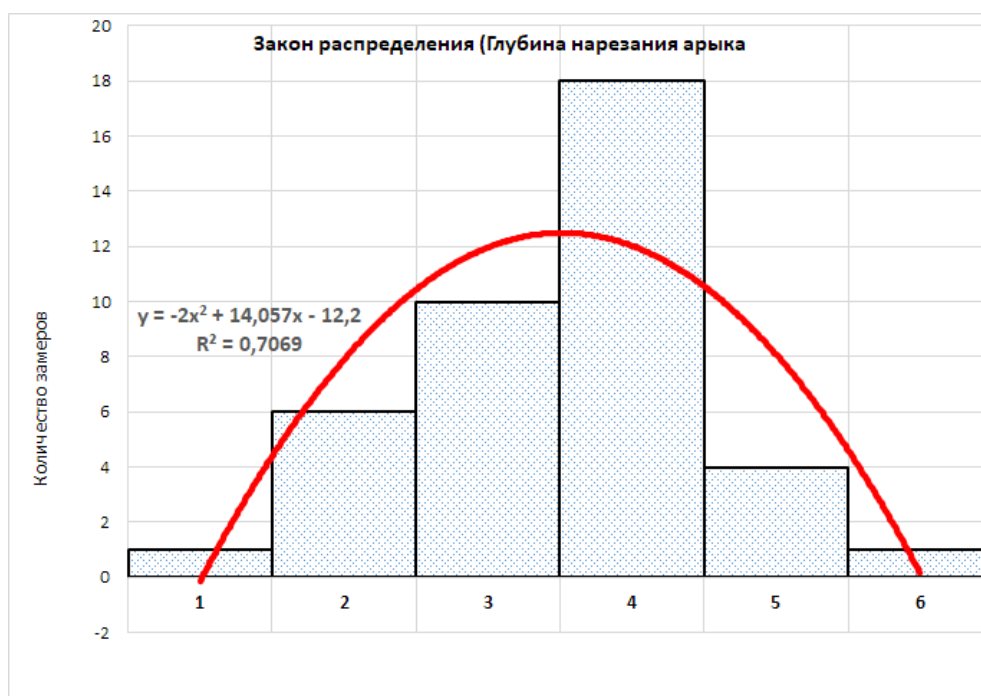


Рисунок 4.4 – Гистограмма распределения глубины нарезания арыков

2. Определение равномерности укладки капельных лент относительно оси движения техники.

По полученным экспериментальным данным замера глубины нарезаемого арыка построен вариационный ряд (таблица 4.2)

Таблица 4.2 – Вариационный ряд значений, замера равномерности укладки капельных лент относительно оси движения техники

№ интер	Нач.интер	Конец инт.	ni
1	0	6	0
2	6	12	0
3	12	18	11
4	18	24	26
5	24	30	3
6	30	36	0
			<b>40</b>

По вариационному ряду построена гистограмма и определены эмпирические формулы, которые показаны на рисунке 4.5.

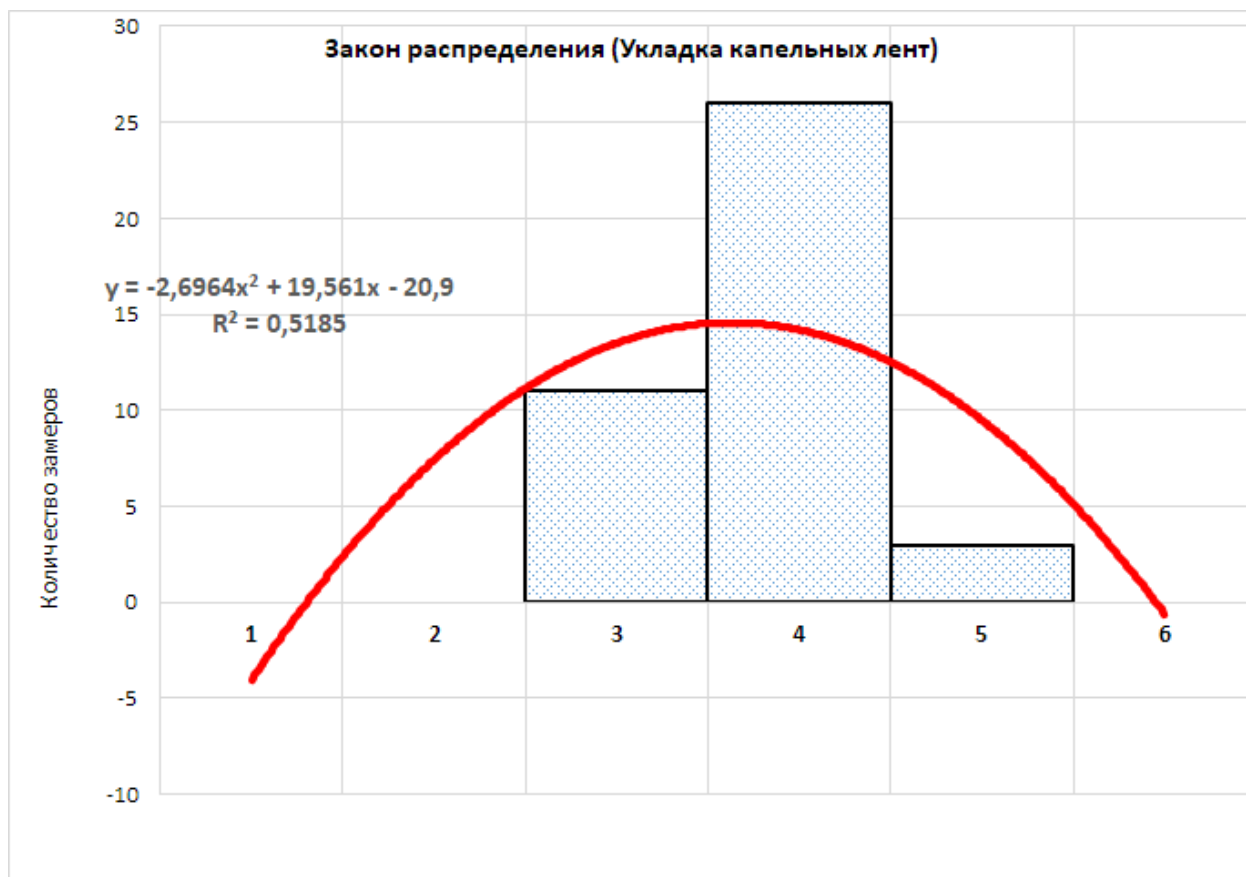


Рисунок 4.5 – Гистограмма распределения равномерности укладки капельных лент относительно оси движения техники

#### 4.4. Выводы по главе 4

1. Определена равномерность нарезки поливных борозд арычников и построением вариационного ряда, а также гистограммы определено эмпирическое уравнение, описывающее распределение равномерности нарезки поливного арыка.

2. Определена равномерность укладки поливных труб и построением вариационного ряда, а также гистограммы определено эмпирическое уравнение, описывающее распределение равномерности капельных лент относительно оси движения техники.



## ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ ТЕХНИКИ

### 5.1. Расчет основных технико-экономических показателей

Как было упомянуто во 2-й главе были проведены полевые исследования процесса посева бахчевых культур и изучена местная технология ручного посева бахчевых культур (рисунок 5.1.).



Рисунок 5.1 – Подсчет затрат труда и средств на посевах бахчевых культур

Стоимость ручного посева бахчевых культур показана в таблице 5.1, себестоимость изготовления техники показана в таблице 5.2, затраты на доработку техники после полевых испытаний показаны в таблице 5.3 и технико-экономические показатели эффективности разработанной техники показаны в таблице 5.4.

Таблица 5.1 - Фактические затраты на посевные работы бахчевых культур (расценки 2024 года)

№	Наименование расходов фермера	Единица измерения	Количество	Сумма, за един. сом	Всего, сом
1.	Фрезерование и измельчение почвы	га	1	3000	3000
2.	Нарезка поливных арыков	га	1	2000	2000
3.	Оплата наемным работникам за подготовку поля под посев	чел	7	1200	8400
4.	Транспортные расходы	га			600
5.	<b>Всего затрат на подготовку поля под посев</b>				<b>14000</b>
6.	Оплата наемным работникам за посев семян	чел	5	1200	6000
7.	Оплата наемным работникам за посадку рассады	чел	12	1200	14400
8.	Общие затраты на 1 га с учетом посева семян				20000
9.	Общие затраты на 1 га с учетом посадки рассады				28400

Примечание: Возможно, что 7 человек не успеют засеять 1 га за один рабочий день.

Таблица 5.2 - Стоимость изготовления техники для посева бахчевых культур

№	Часть техники	Ед. изм.	Кол.	Цена	Сумма, сом
1.	Конический редуктор	штук	1	16000	16000
2.	Вакуум насос	штук	1	15000	15000
3.	Фреза	штук	1	14000	14000
4.	Высевающий аппарат	штук	2	18000	36000
5.	Шнековый барабан	штук	1	18000	18000
6.	Диски	штук	8	2000	16000
7.	Звездочки	штук	3	2000	6000
8.	Шкив вакуум насоса	штук	2	2000	4000
9.	Обгонная муфта	штук	1	15000	15000
10.	Цепь на 19	м	5	800	4000
11.	Ремень на вакуум насос	штук	3	300	900
12.	Карданная передача	штук	2	2500	5000
13.	Опорное колесо	штук	2	2500	5000
14.	Подшипники	штук	20	500	10000
15.	Услуги изготовления				90100
	Всего:				255000

Таблица 5.3. Затраты на доработку конструкции техники

№	Часть техники	Ед. изм.	Кол.	Цена	Сумма, сом
1.	Натяжной барабан	штук	1	15000	15000
2.	Маркеры	штук	2	5000	10000
3.	Арычник из корпуса плуга	штук	1	25000	25000
4.	Отвалы для арычника	штук	2	2500	5000
5.	Навеска трехточечная	штук	1	5000	5000
6.	Услуги изготовления				35000
	Всего:				95000

Таблица 5.4 - Техничко-экономические показатели эффективности разработанной техники

№	Показатель	Ед. изм.	Значение	Примечание
1.	Часовая производительность техники	га/час	1,0-1,5	В зависимости от состояния почвы
2.	Себестоимость ручной подготовки поля под посев	га	14000	Согласно фактическим данным
3.	Затраты на изготовление техники	сом	350000	Фактические данные
4.	Стоимость услуги посева бахчевых культур	га	10000-12000	Согласно анализу рынка
5.	Стоимость сдачи в аренду сеялки для посева бахчевых культур механизаторам	сом/га	4000	40% от услуги техники
6.	Сезонный объем работ, выполняемой техникой (минимальный)	га	50	Фактически объем может быть в 2-3 раза больше
7.	Ожидаемый годовой доход от сдачи в аренду сеялки	сом	200000	
8.	Срок окупаемости	лет	1,75	Техника полностью окупит себя к концу второго сезона

## 5.2. Выводы по главе 5

Ежегодный площадь засева бахчевых культур по Кыргызской Республике составляет порядка 10700 га.

Ежегодный объем работ для одну единиц техники, например только по Сокулукскому району может составить от 50 до 500 га.

При часовой производительности 1,0-1,5 га за смену сеялка с учетом затрат времени на переезды с одного поля на другое может посеять порядка 5-7 гектаров.

В сезонных работах, продолжительность которого составляет порядка 20-30 дней, сеялка может обслужить порядка 100-150 га земли.

Стоимость затрат на изготовление сеялки для посева бахчевых культур было принято из фактических расходов (таблица 5.2), потраченных на закуп материалов для изготовления техники и оплату услуги работников (сварщиков, токарей) при изготовлении техники.

После проведения полевых испытаний в 2023 году, потребовалась доработка некоторых узлов сеялки, в связи с чем дополнительно были вложены средства на эти цели, которые указаны в таблице 5.3. В связи с этим общие затраты на изготовление техники составило 300 тысяч сом.

На производстве практикуется передача сельхозтехники в аренду механизаторам, имеющим свои трактора. При этом, от полученного дохода от оказанных услуг, порядка 35-40% выплачивается за аренду сельхозтехники.

При случае передачи техники в аренду срок окупаемости вложений, т.е. затрат на изготовление и доработку техники (300 тысяч сом) окупиться уже во второй год, при наличии своего трактора, сеялка окупается в первый год работы.

Таким образом, разработанная техника имеет малый срок окупаемости, высокодоходна и востребован на рынке.

## ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Разработка технического средства для механизации процесса посева бахчевых культур, а также механизации водоподачи является актуальной и востребованной производством задачей.

По выполненной диссертационной работе можно сделать следующее заключение:

1. Изучена структура посевных площадей в Кыргызской Республике, занятые под бахчевые культуры, составляющий 1,15% от все посевной площади.
2. Изучены местные и существующие технологии посева бахчевых культур.
3. Изучены технические средства, предназначенные для посева бахчевых культур.
4. Разработаны исходные требования на разрабатываемую технику.
5. На основе анализа мировых технологий и технических средств, их классификации, с учетом потребностей местных фермеров разработана конструктивно-технологическая схема комбинированной техники и обоснованы основные его технологические и режимные параметры.
6. Проведены теоретические исследования рабочих органов сеялки: исследовано взаимодействие клина арычника и ножа фрезы с почвой и выведены аналитические зависимости описывающие их.
7. Разработан конструкторский чертеж техники и изготовлен опытный образец техники;
8. Проведены полевые испытания техники (2023 г)
9. Проведены экспериментальные исследования (2024 г.) и выведены эмпирические уравнения, описывающие процесс укладки капельных лент на поле и равномерность нарезки арыка.

10. Проведена технико-экономическое обоснование эффективности разработанной техники и рассчитан срок окупаемости, который составил 1,75 лет.

Таким образом, цель и задачи диссертационной работы полностью достигнуты.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Данные Национального статистического комитета. 1.05.02.06 Посевная площадь сельскохозяйственных культур и многолетних насаждений по категориям хозяйств Кыргызской Республики. Электронный ресурс: <https://www.stat.kg/ru/statistics/selskoe-hozyajstvo/> Дата обращения 02.04.2024.
2. Данные Национального статистического комитета. 1.05.02.07. Посевная площадь сельскохозяйственных культур по категории все хозяйств по территории. Электронный ресурс: <https://www.stat.kg/ru/statistics/selskoe-hozyajstvo/> Дата обращения 02.04.2024.
3. Торицов В.Е., Белоус Н.М., Мельникова О.В., Артюхова С.В. Растениеводство. Учебник для СПО / Сер. Среднее профессиональное образование. (2-е издание, стереотипное) Санкт-Петербург, 2024.
4. Цепляев А.Н., Абезин В.Г., Шапоров М.Н., Цепляев В.А. Комплексная механизация бахчеводства на основе инновационных технологий. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2008. №4(12). С. 172-177.
5. Байрамбеков Ш.Б., Боева Т.В., Соколов А.С. Основные элементы технологии возделывания бахчевых культур. Защита и карантин растений. 2020. №4. С.31-35.
6. Цепляев А.Н., Шапоров М.Н., Абезин В.Г., Цепляев В.А., Тарасова Е.М. Современные направления механизированного возделывания, уборки и переработки бахчевых культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2007. №2(6). С. 79-83.
7. Моторин В.А. Ресурсосберегающая технология возделывания тыквы. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2012. №2(26). С. 219-223.



8. Kravchenko I.A., Krasnov I.N. Perfection of technology of crops of seeds of water-melons in the conditions of a droughty climate. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. Vol. 659 №. 1. – С. 012069.
9. Патент на изобретение Российской Федерации №2654639. Способ возделывания арбуза при капельном орошении в аридных условиях. МПК А01G 2/00, А01G 25/02. Опубликовано: 21.05.2018 Бюл. № 15.
10. Семененко С.Я., Абезин В.Г., Беспалова О.Н.. Технология применения электроактивированных растворов при возделывании бахчевых культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. №3(31). С. 194-198.
11. Алдошин Н.В., Исмаилов И.И. Разработка технологии подготовки почвы к посев у бахчевых культур. Фермер. Поволжье. 2019. №4(81). С. 30-32.
12. Mirzaev B, Mamatov F, Chuyanov D, Ravshanov H, Shodmonov G, Tavashov R, Fayzullayev. Combined machine for preparing soil for cropping of melons and gourds. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Volume 403. 2019.
13. Temirov I., Ravshanov Kh., Fayzullaev Kh., Ubaydullaev Sh., Kodirov U. Development of a machine for preparing the soil for sowing melons under the film. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 1030, VII International Scientific Conference "Integration, Partnership and Innovation in Construction Science and Education" (IPICSE 2020) 11th-14th November 2020, Tashkent, Uzbekistan
14. K. Ravshanov, K. Fayzullaev, I. Ismoilov. The machine for the preparation of the soil in sowing of plow crops under film. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020 - iopscience.iop.org. Машина для подготовки почвы при посеве пашенных культур под пленку.
15. Chuyanov D., Shodmonov G., Avazov I., Rashidov N., Ochilov S.. Soil preparation machine parameters for the cultivation of cucurbitaceous crops. Materials Science and Engineering, 2020. Vol. 883, Issue 1, pp. 1-8.

16. Watermelon planting May 23rd 2009 001. Электронный ресурс: [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=4&v=RyleFSjk4Ck&feature=emb\\_title](https://www.youtube.com/watch?time_continue=4&v=RyleFSjk4Ck&feature=emb_title) Дата обращения 24.04.2023.
17. Watermelon cultivation (Using automated Plastic Mulches - P.K.Jayakrishnan. Электронный ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=cXOrodE2Pag&t=3s> Дата обращения 24.04.2023.
18. Сельскохозяйственная техника Daesung. 대성농기계 (4 골) 콩두독성형,비닐피복,일괄파종(괴산불정, 문경 농암) Электронный ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=gnKgRsETGGs> Дата обращения 24.04.2023.
19. Fertilizer application/Ridging/Bed tiller/Mulch laying/Drip irrigation. Электронный ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=sBR-rVpBRas> Дата обращения 24.04.2023.
20. Российская технология посева арбузов под мульчирующую пленку. Электронный ресурс: <https://yandex.ru/video/preview/15174530134714543937> Дата обращения: 06.06.2024.
21. Сеялка для посева арбузов, придуманная казахскими фермерами. Электронный ресурс: <https://www.youtube.com/watch?v=4O3FoJ856Uc> Дата обращения: 06.06.2024.
22. Ручной посев бахчевых культур. Электронный ресурс: <https://studio.youtube.com/video/KOZaTnrUABc/edit> Дата обращения 06.06.2024.
23. Балкаров Р.А. Исследование и обоснование параметров и режимов работы пропашных фрез. Доклады Адыгской (Черкесской) Международной академии наук. 2020. Т. 20. № 1. С. 33-39.
24. Лисняк А.А., Шмарин Н.В.. Агрегат для послойного фрезерования почв. Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2017. Т. 1. № 13. С. 356-358.

25. Шапров М.Н., Мартынов И.С. Обоснование основных параметров фрезы комбинированного посевного агрегата. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 4 (60). - С. 425-433.
26. 中華人民共和國發明專利 Патент на изобретение Китайской Народной Республики CN115136760. Специальная соевая окучниково-мульчирующая сеялка для засоленно-щелочной почвы. Номер заявки 202210734594.3. Дата публикации 04.10.2022. Вид публикации А МПК А01Б 49/06 А01Б 49/04 А01Б 49/02 А01В 13/02 А01В 15/02 А01Б 15/00
27. Патент Российской Федерации на изобретение RU 2275777 С1. Грядододелатель-сеялка. Заявка 2004132645/12, 09.11.2004. Опубликовано 10.05.2006. Бюл. №13
28. Кузнецов И.Ю., Даутова Э.Р., Алимгафаров Р.Р., Асылбаев И.Г. Растениеводство. Практикум. Санкт-Петербург, Издательство: Издательство "Лань", 2023.
29. Коцуба В.И., Пузевич К.Л., Пузевич В.В., Кузюр В.М.. Анализ машин для посева пропашных культур под мульчирующую пленку. Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения. 2020. № 1 (19). С. 107-113.
30. Гусев В.М., Колобовникова Н.Е., Плаксина Н.М., Власов Г.Г., Никольский В.Б., Шульгин Д.В. Машины для укладки мульчирующей пленки. Авторское свидетельство SU1561836 А1, 07.05.1990. Заявка №4430434 от 11.04.1988.
31. Парамонов Е.М., Ненашева Н.Е. Устройство для укладки пленки. Патент на полезную модель Российской Федерации №151729, МПК E02B 3/16 Дата публикации 2015. Бюл. №10.
32. Акматова С.Ж. Преимущества и недостатки применения технологии капельного орошения в Кыргызстане. Вестник Кыргызского национального аграрного университета имени К.И.Скрябина, №4(40), 2016. - С. 67-70.

33. Касымбеков Р.А., Акматова С.Ж. Адаптация технологии капельного орошения к условиям сельского хозяйства Кыргызстана. Вестник Кыргызского национального аграрного университета имени К.И. Скрябина, [№4 \(40\)](#). 2016. С. 57-60.
34. Акматова С.Ж. Тамчылатып сугаруу технологиясы үчүн жабдуулардын жергиликтүү үлгүлөрүн түзүү. Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина. - Бишкек. 2017. №4(45). – С. 205-209.
35. Патент на изобретение Кыргызской Республики №1828. Передвижная насосная установка для технологии капельного орошения. МПК С1. Заявка №20150005.1. Дата публикации 31.03.2016. Бюл. №3.
36. 實用新型專利 Патент на полезную модель Китайской Народной Республики ZL 2011 2 0115612.7, Сеялка точного высева. 2016.
37. Касымбеков Р.А., Айтуганов Б.Ш. Сеялка для технологии капельного орошения. Автоматизированное проектирование в машиностроении. – Санкт-Петербург: НИЦ МС, 2021. №10. – С. 33-39.
38. Патент на полезную модель Кыргызской Республики №322. Сеялка для технологии капельного орошения. МПК А01С 7/04 Дата публикации 27.08.2021 г. Бюл. 8/2.
39. Мартынов И.С. Совершенствование конструктивно-технологических параметров пропашной сеялки для разноглубинного посева бахчевых культур (на примере арбузов). Автореферат [диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. Волгоград, 2007 – 24с.](#)
40. Беляков А.В. Совершенствование [технологии посева семян бахчевых с модернизацией полозовидного сошника](#). Автореферат [диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. Волгоград, 2007](#)

41. Кравченко И.А. Интенсификация технологического процесса высева семян арбузов аппаратом бахчевой сеялки. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / зерноград, 1992.
42. Харлошин А.В. Разработка и обоснование параметров дисково-ложечного высевающего аппарата для посева проросших семян бахчевых культур. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия. Волгоград, 2010.
43. Беспалова О.Н. Совершенствование технологии и средств механизации посева семян арбузов пунктирно-гнездовым способом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, 2015.
44. Гусев В.М., Семенов Е.Н., Колобовникова Н.Е., Осипов И.Н., Плаксина Н.М. Сеялка для посева семян под пленку. Авторское свидетельство SU1501943 А1, 23.08.1989. Заявка №4297108 от 14.08.1987.
45. Патент на изобретение Российской Федерации RU2266632. Секция сеялки для разноглубинного посева семян пропашных, бахчевых и крупяных культур. МПК С1, Заявка №2004118204/12, 15.06.2004. Опубликовано 27.12.2005, Бюл. №36.
46. Патент на изобретение Российской Федерации RU2667158. Сошниковая секция сеялки для точноглубинного высева семян овощных, пропашных, лесных и бахчевых культур. МПК С1, Заявка №2017138758, 07.11.2017. Дата публикации 17.09.2018. Бюл. №26.
47. Пневматическая сеялка точного высева МС-3. Электронный ресурс: <https://www.agroresurs23.ru/posevnaya-tekhnika/seyalki-ovoshchnye/ms-3/?ysclid=lx4msaop87677507721> Дата обращения: 07.06.2024.
48. Сеялка для арбуза. Электронный ресурс: <https://russian.alibaba.com/product-detail/Seeders-Transplanters-watermelon-Grass-seeder->

обращения: 07.06.2024.

49. МР 21.03-99 Пособие по исходным требованиям к разработке конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления (к СНиП 11-01-95, ГОСТ 21.401-88, ГОСТ 21.114-95).
50. Кряжков В.М., Анискин В.И., Никифоров А.Н., Братушков В.Н., Шахмаев М.В., Жалнин Э.В., Марченко Н.М., Бычков Н.И., Титов Ю.А., Простоквашин В.Г., Шевцов В.Г., Данилова Г.М., Мнацаканов А.С., Насыпайко И.Г., Денисов А.А., Лукина А.А., Жданов В.Н., Ерохин Г.Н., Решетов А.С., Путилина В.Е. и др. Методические указания о порядке разработки, согласования и утверждения исходных требований на сельскохозяйственную технику. Москва, 1988.
51. Осмонов Ы.Дж, Акматова С.Ж., Касымбеков Р.А., Султаналиев Б.С., Шабикова Г.А., Айтуганов Б.Ш. Разработка исходных требований на сеялку для посева бахчевых культур. Вестник Кыргызско-Российского Славянского университета. 2020. Т. 20. №8. С. 54-58.
52. Касымбеков Р.А., Акматова С.Ж., Айтуганов Б.Ш. Обоснование конструктивно-технологических параметров сеялки для бахчевых культур. Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. 2020. №4. С. 14-20.
53. Казаков И.В. Обоснование конструктивно-технологических параметров и разработка сеялки для крупноплодных семян. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Воронеж, 2000.
54. Булавинцев Р.А. Обоснование конструктивных технологических параметров катушечно-штифтового высевающего аппарата. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2006.

55. Ревенко В.Ю. Обоснование параметров агрегата для совмещения операций посева и внесения полимерного гидрогеля в почву. *Тракторы и сельхозмашины*. 2019. №1. С. 21-26.
56. Мусин Р.З., Каримова Р.А. Обоснование конструктивно-технологических параметров сеялки для мелкосемянных культур с одновременной скарификацией и обработкой биопрепаратами. В сборнике: Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXVIII Международной специализированной выставки "Агрокомплекс-2018". Башкирский государственный аграрный университет. 2018. С. 113-116.
57. Падальцин К.Д. Снижение энергозатрат и повышение качественных показателей поверхностной обработки почвы комбинированием рабочих органов культиватора. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Волгоградский государственный аграрный университет. Волгоград, 2015
58. Халилов И.Д. Разработка технологии и технических средств обработки и восстановления направляюще-поливных борозд. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Гянджа, 1993.
59. Чеботарев М.И. Механико-технологическое обоснование системы машин для рисоводства. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Всероссийский научно-исслед. проектно-технологич. ин-т механизации и электрофикации сельского хозяйства. Зерноград, 1997.
60. Манаенков К.А. Ресурсосберегающие технологии и комплекс машин для ухода за почвой в интенсивных садах. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. Мичуринский государственный аграрный университет. Мичуринск, 2010.

61. Широких Э.В., Мороз Т.Ю. [Технология машиностроения: проектирование технологических процессов механической обработки. Сер. Труды преподавателей Коломенского института. Коломна, 2014.](#)
62. Купряшкин В.Ф. [Повышение эффективности функционирования самоходной малогабаритной почвообрабатывающей фрезы оптимизацией конструктивно-технологических параметров \(на примере фрезы ФС-0,85\). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Морд. гос. ун-т им. Н.П. Огарева. Саранск, 2011.](#)
63. Алдошин Н.В., Исмаилов И.И. [Устройство для предпосевной полосовой обработки почвы под бахчевые культуры. Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2020. № 4 \(28\). С. 9-16.](#)
64. Патент на изобретение Российской Федерации RU2802047. Рабочий орган для борьбы с водной эрозией почвы. МПК С1. Заявка №2023103240, от 13.02.2023. Дата публикации: 23.08.2023. Бюл. №24.
65. Патент на изобретение Российской Федерации RU2702856. Бороздодел-уплотнитель. МПК С1. Заявка №2019106221, от 05.03.2019. Дата публикации: 11.10.2019. Бюл. №29.
66. Патент на полезную модель Российской Федерации RU187462. Кротователь-бороздодел. МПК U1. Заявка №2018143226, от 05.02.2018. Дата публикации: 06.03.2019. Бюл. №7.
67. Абезин В.Г., Цепляев А.Н. [Высевающие аппараты для точного высева пророщенных семян овощных и бахчевых культур. Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2010. №4\(20\). С. 149-157.](#)
68. Патент на изобретение Российской Федерации RU2577392. Высевающий аппарат точного высева замоченных семян пропашных и бахчевых культур. МПК С1, 20.03.2016. Заявка №2014151312/13 от 17.12.2014. Дата публикации: 20.03.2016. Бюл. № 8.



69. Патент на изобретение Российской Федерации RU2632231. Высевающий аппарат сеялки точного высева. МПК С1, Заявка №2016128404, 12.07.2016. Дата публикации: 03.10.2017. Бюл. №28.
70. Патент на полезную модель Российской Федерации RU20420. Высевающий аппарат точного высева. МПК U1, Заявка №2001101349/20, от 17.01.2001. Дата публикации: 10.11.2001
71. Патент на изобретение Российской Федерации RU2580357, Заявка №2014148858/13, от 03.12.2014. Дата публикации: 10.04.2016 Бюл. № 10
72. Старыш В. Разработка технологии и подбор комплекса машин для возделывания бахчевых культур под временными малогабаритными бескаркасными пленочными укрытиями. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора
73. Бутузов А.Е. Анализ существующих пленкоукладчиков для укрывания посевов сельскохозяйственных культур. В сборнике: Сборник статей по итогам работы научных конференций и круглых столов в рамках XIII Недели науки молодежи Северо-Восточного административного округа города Москвы. 2018. С. 334-335.
74. Коцуба В.И., Пузевич К.Л., Пузевич В.В., Кузюр В.М. Анализ машин для посева под мульчирующую пленку и обоснование движения их рабочих органов. Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2021. №3. С. 146-150.
75. Мартынова Н.Б. Укладчик капельной ленты на базе рассадопосадочной машины Cheschi&Magli. В сборнике: Мелиорация и водное хозяйство. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Шумаковские чтения) с международным участием, посвященной 130-летию со дня рождения академика Б. А. Шумакова, в 2-х частях. 2019. - С. 98-101.
76. Мартынова Н.Б. Применение специального укладчика капельной ленты с разработкой тормозного устройства. Мелиорация и водное хозяйство. 2022. №4. С. 31-36.

77. Патент на полезную модель RU209677. Укладчик-сборщик капельной ленты и пленки. МПК U1, Заявка №2021129033 от 04.10.2021. Дата публикации: 18.03.2022. Бюл. №8.
78. Патент на полезную модель Российской Федерации RU208061. Устройство для укладки капельной ленты. МПК U1, Заявка №2021128300 от 28.09.2021. Дата публикации: 01.12.2021 Бюл. № 34.
79. Петров М.А., Ишкин П.А., Савельев Ю.А. Разработка конструктивно-технологической схемы орудия для ранневесенней обработки почвы. В сборнике: Достижения науки агропромышленному комплексу. Сборник научных трудов. 2014. С. 304-309.
80. Храмов С.С. Разработка конструктивно-технологической схемы энергосберегающего почвозащитного орудия для основной и поверхностной обработок почвы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого. Киров, 2009.
81. Петриченко Е.А. Разработка конструктивно-технологической схемы агрегата для внутривспашечного внесения минеральных удобрений с одновременным посевом зерновых культур. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. 2016. № 6-3. С. 178-184.
82. Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.701-2008 (25.12.2008). Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Схемы. Виды и типы.
83. Евразийский патент на изобретение №046860. Сеялка для посева бахчевых культур. МПК: А01В 13/02 (2006.01), А01В 33/02 (2006.01) и др. Заявка №202293216 от 15.11.2022 г. Дата выдачи патента: 27.04.2024
84. Патент на изобретение №2255. Высевающий аппарат для посева бахчевых культур. МПК А01С 7/04 (2021/01). Дата публикации: 16.08.2021. Бюл. №8/1.

85. Касымбеков Р.А., Айтуганов Б.Ш., Акматова С.Ж. Разработка конструкции высевающего аппарата колесного типа для посева бахчевых культур. *Journal of Advanced Research in Technical Science*. –Seattle, USA: SRC MS, AmazonKDP. 2021. Issue 23, Volume 2. p.149-154.
86. Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.703-2011. Единая система конструкторской документации (ЕСКД). Правила выполнения кинематических схем.
87. Ермолаев В.В. Разработка технологических процессов и изготовления деталей машин. – М.: Академия. 2015.
88. Халанский В.М., Горбачев И.В. Сельскохозяйственные машины. - Санкт-Петербург, 2014. Издательство: [Квадро](#)
89. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том Т.1. [Москва](#), Издательство: [РГБ](#). 2009.
90. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том Т.2. [Москва](#), Издательство: [РГБ](#). 2009.
91. Ануриев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. Том Т.3. [Москва](#), Издательство: [РГБ](#). 2009.
92. Листопад Г.Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. М.: Агропромиздат, 1986. - 688 с.
93. Лутманов С.В., Остапенко Е.Н. "Теоретическая и прикладная механика. Кинематика". –Пермь, 2019. - 114 с.
94. Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельзон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. Том 1: Статика и кинематика. – М.: Издательство «Лань», 2021. – 672 с.
95. Воронович Н.А., Осипенко М.А., Подгаец Р.М. Теоретическая механика. Учебно-методическое пособие для студентов машиностроительных, строительных, транспортных, приборостроительных специальностей заочной формы обучения. –Пермь, Перм. гос. техн. ун-т., 2006, 138 с.
96. Маркеев А.П. Теоретическая механика: Учебник для университетов. – М.: Черо, 1999, - 572 с.

97. Сидоров Д.Б. Лекции по теоретической механике. – Архангельск: «Пресс принт». 2017. – 120 с.
98. Леушин А.М. Нигматуллин Р.Р., Прошин Ю.Н. Теоретическая физика. Механика (практический курс). Задачник для физиков. – Казань: Казан. ун-т, 2015. – 250 с.
99. Полянин А.Д., Зайцев В.Ф. Справочник по нелинейным уравнениям математической физики. 2-е изд. перер. и доп. – М.: Физматлит. 2008. – 688 с.
100. Васильева А.Б., Тихонов Н.А. Интегральные уравнения [Электронный ресурс]: учебник. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2009. - 160 с.
101. Яцук Е.П., Панов И.М., Ефимов Д.Н. Ротационные почвообрабатывающие машины. – М.: Машиностроение, 1971. – 254 с.
102. ГОСТ 20915-2011. Межгосударственный стандарт. Испытание сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – Москва, «Стандартформ», 2013.
103. Касымбеков Р.А., Акматова С.Ж., Айтуганов Б.Ш., Осмонов Ы.Дж., Акматов А.Э. Результаты полевых испытаний сеялки для посева бахчевых культур. Научно-технический журнал «Машиноведение», №2(18), 2023. – С.41-48.
104. Веденяпин Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработки опытных данных. - М.: Колос, 1967. -159 с.
105. Гарькина И.А. Планирование эксперимента. Обработка опытных данных. Пенза, 2005. Издательство: Изд-во ПГУАС.
106. Изяков Ф.Я. Планирование эксперимента и обработка опытных данных.
107. Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. Метрический анализ и обработка данных. – М.: Физматлит, 2012, -308 с.