

Казахский национальный аграрный исследовательский университет

УДК 631.316.4.674.6

На правах рукописи

6D080600 – Аграрная техника и технология

Диссертация на соискание степени доктора философии PhD

Научный консультант  
Хазимов Марат Жалелович, к.т.н., профессор

Зарубежный научный консультант  
Ганеш Чандра Бора, PhD., профессор

Республика Казахстан  
Алматы, 2024

	.....	5
	.....	6
	.....	7
	.....	8
<b>1</b>		
	.....	14
1.1	Необходимость производства продуктов растительного происхождения .....	14
1.2	Объем производства продуктов растительного происхождения в Республике Казахстан .....	15
1.3	Использование полиэтиленовой пленки, способы и методы мульчирования почвы для выращивания овощей .....	19
1.4	Анализ технологии возделывания овощных культур с использованием капельного орошения .....	26
1.5	Технические средства для посадки рассады при мульчировании и укладки поливных лент .....	41
1.6	Технология и технические средства для удаления полимерных остатков после уборки урожая .....	46
1.7	Постановка цели и задач исследований .....	62
	Выводы по первому разделу.....	64
<b>2</b>		
	.....	65
2.1	Особенности интенсификации производства овощей .....	65
2.2	Предлагаемая технологическая схема интенсификации производства овощей .....	67
2.3	Особенности намотки пленки на предлагаемом устройстве .....	70
2.4	Определение тяговых усилий устройства для удаления пленки для мульчирования .....	72
2.5	Определение силы натяжения мульчирующей пленки при намотке на барабан .....	75
2.6	Определение параметров гидропривода механизмов намотки мульчирующей пленки и ленты капельного орошения .....	78
	Выводы по второму разделу.....	82
<b>3</b>		
	.....	83
3.1	Программа проведения лабораторных исследований .....	83
3.2	Методика исследований .....	83

3.2.1	Определение углов и коэффициентов трения для остатков растительного происхождения .....	84
3.2.2	Определение изменения прочностных показателей полимерных пленок от различных факторов .....	86
3.2.3	Методика определения сопротивления почвы при намотке .....	89
3.2.4	Определение степени уплотнения намотки полимерной пленки на барабан .....	90
3.2.5	Определение прочностных характеристик сердечника из ПВХ трубы для намотки мульчированной пленки .....	92
3.3	Результаты исследований .....	93
3.3.1	Углы естественного откоса и коэффициенты трения остатков растительного происхождения .....	93
3.3.2	Изменение прочностных показателей полимерных пленок от различных факторов .....	94
3.3.3	Сопротивление почвы при намотке пленки на барабан .....	97
3.3.4	Результаты исследования степени уплотнения пленки при намотке .....	98
3.3.5	Результаты расчета напряжений сердечника из ПВХ трубы при намотке мульчированной пленки .....	99
	Выводы по третьему разделу.....	100
<b>4</b>		
		102
4.1	Программа работ .....	102
4.2	Методика выполнения работ .....	104
4.2.1	Исследование состояния почвы рабочего участка .....	104
4.2.2	Производственные испытания разработанного устройства .....	107
4.3	Результаты выполнения работ.....	112
4.3.1	Результаты исследования состояния почвы на рабочем участке ...	112
4.3.2	Результаты производственных испытаний устройства для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения в условиях хозяйства .....	113
4.3.2.1	Результаты производственных испытаний разработанного устройства в составе агрегата .....	113
4.3.2.2	Результаты определения производительности и эффективности устройства .....	115
	Выводы по четвертому разделу.....	118
<b>5</b>		
		120
5.1	Основные показатели экономической оценки.....	120
5.2	Методы определения экономических показателей механизированных работ .....	121
5.3	Определение показателей ресурсосбережения.....	125
5.4	Определение показателей сравнительной экономической эффективности.....	126

Выводы по пятому разделу.....	129
.....	130
.....	132
.....	140



В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:  
ГОСТ 11262-80. ПЛАСТМАССЫ. Метод испытания на растяжение.

ГОСТ 14236-81. ПЛЕНКИ ПОЛИМЕРНЫЕ. Метод испытания на растяжение.

ГОСТ Р.15.011-96. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ РФ НА ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Оценка уровня конкурентоспособности техники для земледелия. Сиб.ИМЭ;

ГОСТ Р 15.301-2016 СИСТЕМА РАЗРАБОТКИ И ПОСТАНОВКИ ПРОДУКЦИИ НА ПРОИЗВОДСТВО. Порядок разработки и постановки продукции на производство.

ГОСТ 20915-2011 ИСПЫТАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ. Методы определения условий испытаний.

ГОСТ 33687-2015 МАШИНЫ И ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ. Методы испытаний.

ГОСТ 34392-2018 ТЕХНИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ. Машины рассадопосадочные. Методы испытаний.

ГОСТ 34393-2018. ТЕХНИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ. Методы экономической оценки.

ГОСТ Р 52777-2007 ТЕХНИКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ. Методы энергетической оценки.

В настоящей диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями:

- процесс покрытия верхнего слоя почвы органическим или неорганическим материалом с целью улучшения её качества и уменьшения потерь влаги, контроля сорняков и поддержания стабильной температуры почвы.

- полимерный материал, который представляет собой высокомолекулярное соединение из молекул этилена.

- компонент системы, для передачи поливной воды для автоматического полива растений, которая представляет собой гибкую поливочную ленту, оборудованную маленькими отверстиями или дюрсами, через которые выпускается вода или удобрения непосредственно к корням растений.

- это свойство материала или покрытия сохранять свою структуру и качество при воздействии атмосферных условий, таких как воздух, осадки, ультрафиолетовое излучение, влажность, температурные колебания и другие факторы, которые могут вызвать разрушение или деградацию материала.

- фрагменты или остатки полимерных материалов, которые остаются после использования по назначению подверженные к процессу разложения или распада полимера.

- измерительное устройство, предназначенное для определения сопротивления материала или почвы проникновению, или проникновения какого-либо объекта в него.

- величина, используемая для измерения степени деформации или растяжения материала при воздействии механической нагрузки.

- электронное устройство, которое используется для автоматического управления электрическими или электромеханическими системами на основе заданных условий и параметров.

ВВП	Валовый внутренний продукт
ЕАЭС	Евразийский экономический союз
ГСМ	Горюче-смазочные материалы
ПВХ	Поливинилхлорид
ПЭ	Полиэтилен
$G_m$	Сила веса устройства
$R_{\text{дм}}$	Сила сопротивления механизма очистки края пленки
$F_{\text{МК}}$	Сила сопротивления механизма кошения стеблей растений
$F_{\text{ок}}$	Сила сопротивления опорного колеса
$S$	Площадь активной части диска
$R$	Радиус диска
$\alpha$	Угол дуги сегмента
$n$	Число почвоудаляющих дисков
$G_m$	Вес устройства
$\mu_{\text{кач}}$	Коэффициент трения на качения
$\eta$	КПД гидропривода
$N_{\text{вх}}$	Потребляемая мощность на входе
$N_{\text{вых}}$	Полезная мощность, развиваемая гидроприводом
$f_c$	Статистический коэффициент трения
$f_d$	Динамический коэффициент трения
$F_c$	Сила трения растительных остатков в начальный момент сдвига
$F_d$	Сила трения растительных остатков при установившемся движении
$\sigma_z$	Прочность при растяжении
$\sigma_r$	Прочность при разрыве
$F_{\text{max}}$	Максимальная растягивающая нагрузка при испытании на растяжение
$F_r$	Растягивающая нагрузка в момент разрыва
$A_0$	Начальное поперечное сечение образца
$\varepsilon_z$	Относительное удлинение при максимальной нагрузке
$\varepsilon_r$	Относительное удлинение при разрыве
$l_0$	Начальная расчетная длина образца
$l_{0z}$	Изменение расчетной длины образца в момент достижения максимальной нагрузки
$l_{0r}$	Изменение расчетной длины образца в момент разрыва
$D_0$	Диаметр стандартно намотанной пленки в условиях завода
$D_1$	Диаметр намотанной пленки на установке во время эксперимента
$W_i$	Влажность в процентах на заданной глубине
$Q_T$	Теоретическая подача насоса
$\Delta P$	Перепад давления в гидромоторе
$\eta_{\text{ГМ}}$	Гидромеханический КПД гидромотора

Экономическая устойчивость Республики Казахстан включает в себя вопросы продовольственной безопасности, это означает, что экономика, включая агропромышленный сектор, должна быть защищена, чтобы государство могло гарантировать физическую и экономическую доступность высококачественных и безопасных продуктов питания для населения. Этот вопрос решается путем обеспечения населения достаточным количеством продуктов, необходимых для удовлетворения физиологических потребностей и поддержания демографического роста [1].

Сельское хозяйство играет ключевую роль в экономике Казахстана и считается одной из ведущих отраслей, способствующих долгосрочному социально-экономическому развитию страны. Вплоть до начала 1990-х годов более 25% валового внутреннего продукта (ВВП) формировалось благодаря сельскому хозяйству. Несмотря на существенное снижение доли сельского хозяйства в ВВП Казахстана, эта отрасль все еще остается важным элементом национальной экономики Казахстана. Это обстоятельство объясняется тем, что приблизительно 45% населения страны проживают в сельских районах, а более 25% экономически активного населения получают свой доход благодаря занятости в сельскохозяйственном секторе. По данным, предоставленной Комитетом статистики Министерства национальной экономики Республики Казахстан, из общего числа 8,5 миллиона занятых, примерно 2 миллиона человек трудятся в сфере сельского хозяйства [2].

Согласно данным, предоставленным Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан, в 2020 году валовой сбор овощей открытого и закрытого грунта составил 4590,9 тыс. тонн, что почти вдвое превышает уровень производства в 2010 году. Несмотря на устойчивый рост валового сбора и урожайности, производство овощей не полностью удовлетворяет внутренний спрос. Важно отметить, что Казахстан продолжает быть зависимым от импорта в большинстве овощных культур. Например, в 2020 году объем импорта овощей был значительным: томаты - более 60 тыс. тонн, картофель - более 75 тыс. тонн, капуста - более 54 тыс. тонн, огурцы - почти 8 тыс. тонн, морковь - более 51 тыс. тонн. В Казахстане все еще сохраняется стабильный внутренний спрос на овощные культуры, и основная часть импорта происходит из соседних стран, таких как Узбекистан, Китай и Кыргызстан [3].

Для производства плодоовощной продукции основными сдерживающими факторами являются: резко континентальные климатические условия, не позволяющие круглогодично выращивать овощную продукцию; дефицит орошаемых земель, которые распределены среди мелкотоварных производителей; неразвитая технологическая система по выращиванию овощных культур; недостаток хранилищ для длительного хранения плодоовощных культур, что приводит к высокому уровню импортозависимости по данным видам продукции [4].

В связи с вышеизложенным, Правительство Республики Казахстан приняло решение о запуске Национального проекта по развитию агропромышленного комплекса на период с 2021 по 2025 годы. В соответствии с утвержденным Национальным проектом от 21 октября 2021 года, его основной целью является создание конкурентоспособного агропромышленного комплекса. Для достижения этой цели планируется увеличение производительности труда в два с половиной раза, удвоение экспорта продукции агропромышленного комплекса и обеспечение доступа к социально важным продовольственным товарам отечественного производства [5].

. Продукты растительного происхождения играют значительную роль в пищевом рационе человека. Овощи и фрукты составляют примерно 20-30% ежедневного потребления углеводов. Таким образом, они являются ключевыми источниками питательных веществ в продуктах питания человека. В овощах содержится от 2,5% до 9% необходимых питательных веществ, в ягодах - от 3,5% до 9%, в фруктах - от 8,5% до 10%, а в винограде доля сахара может достигать до 16%. Важно отметить, что усвояемость этих продуктов организмом человека высокая: 85% для овощей, 95% для картофеля, и 90% для фруктов и ягод [6].

Эффективность производства в растениеводстве можно достичь стабильным повышением урожайности сельскохозяйственных культур за счет внедрения научно-обоснованных систем земледелия для конкретного почвенно-климатического условия.

При проведении агротехнических мероприятий ключевым аспектом является создание условий для повышения и сохранения плодородия почвы, считая ее важным составляющим экосистемы «почва – растение – воздух». В данной экосистеме влага играет существенную роль, выступая связующим элементом для эффективной транспортировки питательных веществ от почвы к растению. Эффективность выполнения операций обработки почвы напрямую зависит от ее технологических и физико-механических свойств, а также от типа и параметров используемых рабочих органов. Важно отметить, что все свойства почвы, за исключением ее механического состава, подвержены существенным изменениям, обусловленным различными факторами, такими как погодные условия, смена культур в севообороте, внесение органических и минеральных удобрений, а также способом предшествующей обработки почвы. Отмечено, особое значение приобретает для условий Республики Казахстан, которая находится в зоне с достаточным риском производственной влаги зависящий от количества выпавших атмосферных осадков характерной для стран Средней Азии. Природно-климатические условия республики определяются резкой континентальностью и засушливостью. В южных зонах республики расположены каштановые почвы (33,2%), подразделяющиеся на темно-каштановые и светло-каштановые почвы опустошенной степи (полупустыни), которые встречаются в более засушливых районах сухих степей,

меньше мощности гумусовых горизонтов, ниже содержание гумуса и общего азота.

Почвенно-климатические условия Казахстана позволяют производство овощей и фруктов при правильном использовании земледелия и дополнительного вложения труда для повышения плодородия и влажности. Поэтому, стоимость овощей остается на высоком уровне, т.е. уменьшение объемов производства овощей и бахчевых культур связано с низкой рентабельностью. Этот фактор обусловлен значительными затратами на ручной труд (более 1000 чел.-часов/га в сезон), вызванными также отсутствием комплексной механизированной технологии. За последние несколько лет в Казахстане отмечается увеличение импорта фруктов и овощей на 30%. Так как Казахстан обеспечивает свою потребность в овощах и фруктах за счет собственного производства только на 68%. Такая динамика роста свидетельствует о вызовах, с которыми сталкивается сельское хозяйство в стране, где необходимо внедрение эффективных методов для повышения рентабельности и конкурентоспособности в отрасли.

В развитых странах мира ключевым стимулом экономического роста является производство конкурентоспособной продукции, поддерживаемое передовыми технологиями и инновационными средствами производства. В этих областях существенное значение придается высокоэффективным новым технологиям и инструментам. Для обеспечения сохранности почвенного плодородия производства экологически чистой продукции в достаточных объемах при ограниченной площади посевов, необходима разработка принципиально новых технологий и технических средств для овощеводства.

Среди важных составляющих современных технологий выделяются следующие: улучшение качественного состояния почвы путем применения эффективных севооборотов или их компонентов, оптимальное применение удобрений, выбор подходящих семян (включая подбор сортов и гибридов), создание систем защиты от сорняков, вредителей и болезней, а также эффективные методы хранения и комплексы современных машин для реализации этих процессов [7].

Одним из наиболее эффективных решений проблем в овощеводстве и бахчеводстве является применение мульчирования почвы с использованием полимерных материалов с укладкой гибких капельных лент для орошения под мульчирующей пленкой. Этот подход способствует сохранению влаги при поливе, сокращению периода вегетации растений, повышению температуры корнеобитаемого слоя, снижению засоренности полей без необходимости применения гербицидов. Как следствие, этот подход помогает предотвращать загрязнение почвы токсичными веществами [8, 9].

В современной мировой практике активно внедряется использование полиэтиленовой пленки в различных сферах народного хозяйства. Однако в сельском хозяйстве использование этого материала для мульчирования почвы развивается относительно медленно. Главной причиной этого является недостаточное внедрение механизированных технологий из-за отсутствия

технических средств или их высокой стоимости. Существующие зарубежные технологии и технические средства и оборудования не всегда полностью соответствуют почвенно-климатическим условиям Республики Казахстан [10]. Учитывая вышеизложенное и опираясь на мировой опыт, становится ясной необходимость в использовании передовых технологий мульчирования почвы с использованием полиэтиленовой пленки и гибких лент капельного орошения при выращивании овощных культур в условиях республики, учитывая ее почвенно-климатические особенности. Это выдвигает задачу разработки комплекса современных сельскохозяйственных машин для повышения интенсивности производства овощей и других культур.

На данный момент, в достаточных объемах, существуют разработки и серийное производство машин для мульчирования почвы полиэтиленовой пленкой и укладки гибких поливных лент. Однако, средства для удаления полимерных остатков мульчирующей пленки и капельных лент полива несопоставимы как по качеству, так и по себестоимости для региона республики, что является недоступными для сельскохозяйственных товаропроизводителей в Казахстане. В связи с этим существует актуальность разработки более доступных и эффективных средств для устранения остатков полимерных материалов, что поможет сельским товаропроизводителям Казахстана более эффективно использовать технологии мульчирования почвы и капельного орошения.

. Обеспечение сохранности плодородия почвы после использования мульчи путем удаления полимерных остатков механизированным способом.

:

- обзор и анализ состояния вопроса по удалению мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты в послеуборочный период с поля в зарубежной и отечественной практике;

- разработка механизированной технологии и технического средства для удаления, использованных полимерных отходов (пленки для мульчирования и гибких капельных лент для полива) в послеуборочный период с поверхности поля;

- теоретическое и экспериментальное обоснование режимы работы удаления мульчирующей пленки, гибких поливных лент и конструктивных, кинематических параметров устройства для его осуществления;

- исследование предлагаемого технологического процесса удаления мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты при совместном и отдельном удалении в лабораторных условиях;

- испытание экспериментального агрегата для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент после уборки урожая с поля в условиях хозяйства в полевых условиях;

- оценка технико-экономической эффективности использования разработанного устройства для предлагаемой технологии и технического средства для удаления мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты.

. Технологический процесс удаления мульчирующей полимерной пленки и гибких лент капельного орошения в послеуборочный период с поля.

. Закономерности механизированной технологии удаления мульчирующей полимерной пленки и гибких капельных лент с поверхности поля в послеуборочный период.

. Методика к исследованию включает в себя как теоретические, так и экспериментальные исследования. Методы теоретического исследования основаны на применении законов теоретической механики, методов математического анализа, математической статистики и автоматического регулирования. Подтверждение достоверности теоретических утверждений подкрепляется выводами из результатов практических экспериментов. Экспериментальные исследования включают в себя проведение лабораторных и полевых экспериментов с использованием стандартных и нестандартных приборов, а также разработанного экспериментального образца устройства для удаления полимерных остатков.

:

Новизна работы заключается в:

- разработке технологии механизированного удаления остатков полимерных материалов, как мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты в послеуборочный период и средства для ее реализации;

- теоретическом и экспериментальном обосновании параметров и режимов работы устройства для удаления мульчирующей пленки и поливных лент капельного орошения.

Новизна предложенных технологических и технических решений закреплена подтверждением в виде патентов Республики Казахстан (№34443, №34973).

,

:

- механизированная технология удаления полимерных остатков мульчирующей пленки и гибких капельных лент с поверхности поля в послеуборочный период;

- основные параметры, режимы работы механизмов устройства для удаления мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты с поверхности поля;

- результаты экспериментальных исследований механизированной технологии удаления полимерных остатков с поверхности поля.

. Полученные результаты исследований представлялись на международных и республиканских научно-практических конференциях Казахского национального аграрного исследовательского университета (Алматы, 2019-2020 гг.) и Казахского национального университета имени аль-Фараби (Алматы, 2021 г.).

. Разработано и изготовлено устройство для удаления с поверхности поля мульчирующей полимерной пленки и гибких капельных лент орошения, позволяющее удалять полимерные остатки как однофазным так и двух или



трехфазным способами в зависимости от потребности условия уборки. Технологический процесс в разработанном устройстве по сравнению с существующими техническими средствами позволяет сократить количество перемещении агрегатов, путем совмещения операций удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент орошения.

Экспериментальный образец устройства для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения прошел полевое испытание в Казахском научно-исследовательском институте картофелеводства и овощеводства (2019 г.) Алматинской области и в условиях хозяйства «ZAGROUP» Алматинской области Енбекши Казахского района (2020 г.).

В рамках темы диссертационной работы было опубликовано 14 научных трудов, из них в журналах входящих в базу данных Scopus - 4, патенты - 2, в изданиях рекомендованных комитетом - 4, публикации в материалах международных научных конференций - 3, монография - 1.

Диссертационная работа состоит из введения, 5 разделов, заключения, списка использованных источников, а также приложений. Работа изложена на 139 страницах компьютерного текста, содержит 76 рисунка, 24 таблиц, 28 страниц приложений. Для подготовки данной работы было использовано 118 наименований научных источников.

# 1

## 1.1

Овощи и фрукты являются одним из основных источников витаминов С, Р, определенных витаминов из группы В, провитамина А, каротина, минералов, различных углеводов, пищевых волокон и фитонцидов.

Потребление фруктов и овощей стимулирует выработку пищеварительных соков, активизируя работу ферментов. Блюда из овощей способствуют увеличению выработки пищеварительных желез, что подготавливает организм к перевариванию жиров и белков. Таким образом, овощи не только обогащают организм витаминами и питательными веществами, но также улучшают процессы пищеварения, повышая ценность потребляемых продуктов.

Уровень потребления фруктов и овощей и возможность увеличения этого уровня отражает общую сумму, которая тратится или может быть выделена на покупку данных продуктов. В среднем, расходы на основные продукты питания составляют примерно 50% основного дохода, в то время как доля расходов на приобретение фруктов и овощей, выращенных в соседней России, составляет от 8 до 10% [11].

Фрукты и овощи, добавляемые в приготовление блюд, обогащают их, что способствует ощущению насыщения у человека. Различные виды овощей различаются по своему составу. Для достижения максимальной пищевой ценности в рационе рекомендуется варьировать выбор овощей и фруктов, так как это способствует получению разнообразных биологически активных веществ [12].

Для здоровья пищеварительной системы необходим клетчатый рацион, обильно представленный в овощах и фруктах. Эти продукты помогают снизить уровень холестерина и стабилизировать обмен жиров в организме. Использование овощей и фруктов имеет большое значение в лечении многих заболеваний, так как они способствуют укреплению иммунитета и обладают целебными свойствами. Использование этих продуктов в лечебных целях является крайне важным.

Компоненты, содержащиеся в фруктах и овощах, не представляют угрозы для здоровья человека, в отличие от продуктов на синтетической основе. Научные исследования подтверждают, что включение фруктов и овощей в рацион питания ежедневно способствует увеличению продолжительности жизни на 10-12 лет. Это подтверждается также использованием фруктов и овощей в традиционной медицине для лечения различных заболеваний, где многие средства основаны на их использовании [13].

Растительное сырье обладает химическим составом, включающим белки, жиры, углеводы, липиды, а также обладает пористой структурой, благодаря которой оно способно капиллярно впитывать влагу. В небольших количествах в растительном сырье присутствуют биологически активные вещества, такие как витамины, полифенолы, органические кислоты и минералы, которые несут ответственность за вкусовые качества и биологическую ценность продукта.

Овощи представляют собой важный источник минеральных элементов, которые активно участвуют в жизненно важных обменных процессах в организме человека. Например, петрушка, зеленый горошек, лук, капуста, пастернак содержат большое количество фосфора; листовые овощи и корнеплоды богаты калием; салат, шпинат, свекла, огурцы и помидоры - железом. Кальций присутствует в цветной капусте, различных видах салатов, шпинате и зелени. Однако наибольшую ценность овощи представляют, как богатый источник разнообразных витаминов, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека.

Недостаток любого витамина в организме человека может привести к нарушениям работы различных систем и спровоцировать серьезные заболевания. Витамины - это органические соединения, необходимые для нормального обмена веществ и поддержания здоровья.

## 1.2

Общий объем посевной (посадочной) площади сельскохозяйственных культур в мире составил более 1,3 млрд. га, из них 4,2 % приходится на овощные культуры. В период с 2012 по 2016 гг. производство овощей в мире увеличилось на 10 % и составило 1,08 млрд. тонн, что в значительной части обусловлено ростом посевной площади на 3,5 млн. га до 57 млн. га. Доля государств – членов ЕАЭС в мировом объеме производства овощей составляет – 2,2 %.

По статистическим данным, производство и потребление плодоовощной продукции на одного человека в республике в последние годы значительно возросло за счет снижения экспорта и некоторого увеличения импорта. Однако, производство плодов и ягод по стране все еще в два раза ниже нормы потребления. Фактическое потребление этих культур в разные годы менялось в зависимости от соотношения экспорта и импорта, но было значительно ниже установленных норм потребления [14, 15,16].

В целом за период 2015 - 2019 гг. наблюдается тенденция роста производства овощей по всем видам в соответствии с рисунком 1.1. Наблюдается ежегодный объем роста посевных площадей под овощи открытого грунта, картофеля, бахчевых культур и сахарной свеклы (таблица 1.1).

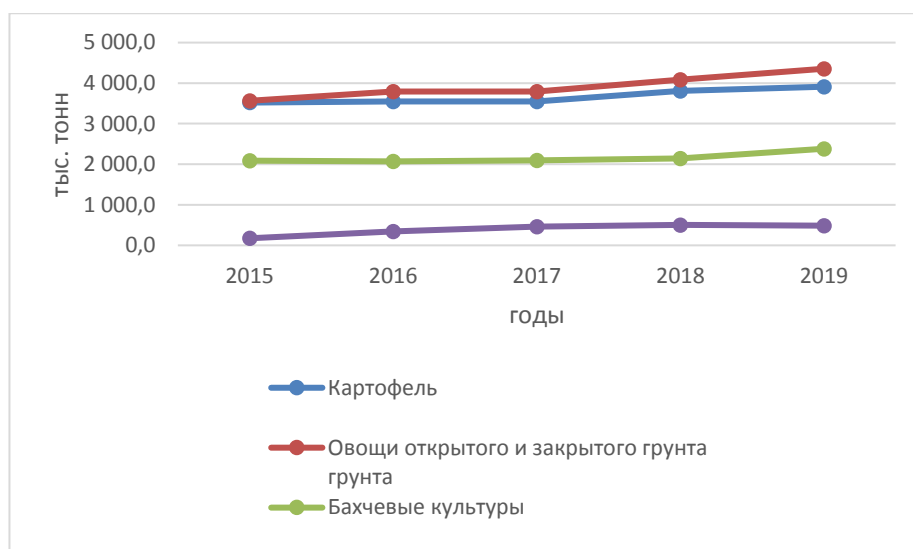


Рисунок 1.1 – Динамика производства овощей в сельском хозяйстве Республики Казахстан в РК за 2018-2022 гг.

Таблица 1.1 – Площади посева овощей и картофеля (2018-2022 гг.), тыс. га

Тип культуры	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Картофель	190,6	186,7	183,4	193,0	193,0
Овощи открытого грунта	139,5	145,9	142,9	152,3	159,1
Культуры бахчевые	94,7	93,9	93,8	96,1	102,1
Свекла сахарная	9,2	12,6	17,4	17,4	15,2

Согласно анализа таблицы 1.2 можно отметить, что год к году идет стабильный рост в общем объеме собранного урожая овощей и картофеля за период с 2018 по 2022 год. Повышение объемов производства связано с увеличением земельных площадей, выделенных под выращивание данных сельскохозяйственных культур.

Таблица 1.2 - Динамика валового сбора овощей по годам, %

Тип культуры	2018 г. к 2019 г.	2019 г. к 2020 г.	2020 г. к 2021 г.	2021 г. к 2022 г.
Картофель	100,7	100,2	107,2	102,7
Овощи открытого и закрытого грунта	106,5	100	107,6	106,7
Культуры бахчевые	99,2	101,1	102,3	111,2
Свекла сахарная	198	134,2	108,9	96,2

Основной объем производства анализируемых овощей производится хозяйствами населения и крестьянскими, а также фермерскими хозяйствами (Таблица 1.3). Остальной объем производства овощей приходится на сельскохозяйственные предприятия. При этом внутреннее производство плодоовощной продукции не покрывает потребности населения.

Таблица 1.3 - Валовой сбор отдельных сельскохозяйственных культур по категориям хозяйств, тыс. тонн

Категории хозяйств	2018 г.	2019 г.	2020г.	2021 г.	2022 г.
<b>Овощи</b>					
Сельскохозяйственные предприятия	199,9	216,1	216,3	233,7	244,8
Индивидуальные предприниматели и крестьянские, фермерские хозяйства	1 721,70	1 817,80	2 035,80	2 023,7	2 247,6
Хозяйства населения	1 548,20	1 531,00	1 543,10	1 533,7	1 589,5
<b>Картофель</b>					
Сельскохозяйственные предприятия	247,1	262,5	265,9	280,5	387,4
Индивидуальные предприниматели и крестьянские, фермерские хозяйства	1 099,2	1 191,0	1 232,0	1 257,2	1 352,5
Хозяйства населения	2 064,2	2 067,6	2 047,8	2 013,4	2 067,0
<b>Культуры бахчевые</b>					
Сельскохозяйственные предприятия	119,7	133,8	221,2	187,0	185,8
Индивидуальные предприниматели и крестьянские, фермерские хозяйства	1 614,6	1 761,4	1 639,4	1 706,4	1 752,5
Хозяйства населения	193,7	192,4	210,3	200,6	204,2

Валовый сбор овощей открытого и закрытого грунта, к примеру на 2022 год составил 4355,2 тыс. тонн. Основными лидерами производства овощной продукции являются Туркестанская (25,1%), Алматинская (22,85%), Жамбылская (22,43%) области (Таблица 1.4).

Таблица 1.4 - Валовой сбор овощей закрытого и открытого грунта в разрезе областей РК, тыс. тонн

Наименование	2018	2019	2020	2021	2022
1	2	3	4	5	6
Республика Казахстан	3 564,9	3 795,2	3 791,1	4 081,9	4 355,2
Акмолинская	62,4	69,4	60,4	54,6	54,0
Актюбинская	63,4	67,5	76,6	79,6	86,9
Алматинская	947,9	944,2	951,3	993,1	995,4
Атырауская	71,1	71,7	73,1	78,2	81,9

Продолжение таблицы 1.4

1	2	3	4	5	6
Западно-Казахстанская	61,3	63,7	52,5	57,9	58,5
Жамбылская	645,3	718,8	748,9	847,3	976,9
Карагандинская	96,0	98,4	101,9	102,2	105,9
Костанайская	72,8	76,9	76,1	75,5	71,2
Кызылординская	72,9	80,4	82,7	88,0	97,3
Мангистауская	5,7	5,1	7,7	7,7	8,7
Южно-Казахстанская	854,1	944,2	915,8	-	-
Туркестанская	-	-	-	981,1	1 095,6
Павлодарская	175,8	208,8	216,0	200,2	226,3
Северо-Казахстанская	197,6	203,1	179,1	207,8	203,7
Восточно-Казахстанская	232,1	236,1	236,5	259,1	241,5
г.Нур-Султан	2,5	1,1	1,0	0,9	0,4
г.Алматы	4,0	5,8	11,5	12,3	12,5
г.Шымкент	-	-	-	36,4	38,6

Средняя урожайность овощей, картофеля и бахчевых культур демонстрирует стабильную тенденцию к увеличению (таблица 1.5). Важно отметить, что средние показатели урожайности овощных культур в крестьянских и фермерских хозяйствах существенно превышают уровень урожайности в сельскохозяйственных предприятиях.

Таблица 1.5 - Урожайность основных сельскохозяйственных культур, ц/га

Годы	Картофель	Овощи открытого грунта	Бахчевые культуры	Сахарная свекла (в весе после доработки)
2015	185,5	245,8	221,0	232,5
2016	190,4	250,0	221,4	285,5
2017	194,2	253,7	224,2	274,4
2018	197,9	257,3	224,2	305,3
2019	203,4	260,5	234,6	324,5

По данным Комитета по статистике РК производство овощей за последние 24 года увеличилось на 47% или с 0,9 млн тонн в 1991 году до 3,5 млн тонн в 2017 году, а в 2022 году валовый сбор овощей открытого грунта составил более 4 млн тонн.

Повышение стоимости овощной продукции обусловлено несколькими основными факторами:

- рост цен на топливо и смазочные материалы, что сказывается на затратах на технологические процессы и транспортировку;
- увеличение уровня доходов населения, ведущее к увеличению спроса на овощи и, как следствие, к росту цен;
- повышение стоимости услуг по перевозке грузов, что оказывает прямое воздействие на цену транспортировки сельскохозяйственной продукции;
- общий уровень инфляции, влияющий на все звенья ценообразования и ведущий к повышению стоимости производства и сбыта овощей.

Таблица 1.6 – Динамика изменения среднегодовых цен на овощи к предыдущему году

Виды овощей	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Капуста	113,9	100,8	105,3	109,9	105,9
Огурцы открытого грунта	105,0	109,2	110,0	104,1	98,0
Огурцы закрытого грунта	88,4	113,3	89,0	89,1	101,8
Помидоры открытого грунта	109,9	97,8	92,0	91,9	103,9
Помидоры закрытого грунта	104,4	101,5	68,6	89,7	113,5
Морковь столовая	104,9	96,7	109,2	107,5	97,9
Лук репчатый	114,1	88,8	109,5	103,9	101,6
Свекла столовая	104,7	94,6	107,3	104,8	107,9

Выращивание и сбыт овощей в Казахстане обладают ярко выраженным сезонным характером, что обусловлено ограниченным объемом выращивания ранних овощей. В связи с этим страна сталкивается с зависимостью от импорта овощей, что приводит к повышению цен в период сокращения предложения.

### 1.3

Одним из эффективных методов увеличения объемов производства овощей и бахчевых культур является практика мульчирования почвы. Термин «мульчирование» происходит от английского слова «mulch», что означает покрытие поверхности почвы каким-либо материалом. Этот агротехнический

прием применяется в различных климатических зонах: в северных регионах мульчируют почву вокруг растений для их дополнительного согрева, тогда как в южных зонах мульча служит средством защиты от жары и уменьшения интенсивности испарения влаги [17].

Одним из немногих методов воздействия на комплекс факторов, влияющих на рост и развитие растений в полевых условиях, является применение полиэтиленовой пленки для мульчирования почвы.

Полиэтиленовая пленка, применяемая в качестве материала для мульчирования почвы, находит широкое применение как в полевых условиях, так и в защищенном грунте. Этот метод направлен на повышение урожайности и улучшение качества наиболее ценных продовольственных культур.

В мировой практике особое внимание уделяется использованию полиэтиленовой пленки для мульчирования земель, предназначенных для выращивания земляники. Этот метод также нашел применение при культивировании ранних урожаев картофеля и различных овощных культур, таких как огурцы, томаты, арбузы, кабачки. Мульчирование пленкой успешно применяется в плодовых насаждениях и в цветоводстве, что подчеркивает его универсальность и эффективность в повышении производственной продуктивности.

В республиках, входивших ранее в состав Советского Союза, промышленное мульчирование почвы полиэтиленовой пленкой не практиковалось в значительном объеме. Это было обусловлено недостатком полиэтиленовой пленки, отсутствием эффективных технологических схем для ее использования, а также отсутствием соответствующего оборудования для проведения процессов укладки, посева и ухода за урожаем в условиях использования пленочных технологий. Тем не менее, проводились полевые эксперименты с целью выявления эффективности мульчирования. Анализ полученных данных показывает, что этот метод выращивания является экономически эффективным и не влияет отрицательно на качество продукции [17-20].

В период с 1968 по 1970 годы изучались эффекты мульчирования прозрачной пленкой на урожай огурцов, баклажанов и перцев в условиях темно-каштановой почвы в регионе Казахстана [21]. Результаты исследования свидетельствовали о положительном влиянии мульчирования на рост и развитие растений. Под воздействием мульчирования улучшилась приживаемость рассады огурцов и баклажанов, продемонстрировав повышение на 15%, а у перцев — на 8%. Кроме того, процесс созревания плодов огурцов и баклажанов ускорился на 2-3 дня. Этот фактор сыграл важную роль в повышении общей продуктивности. Выход товарных огурцов увеличился на 7,9%, а у перцев и баклажанов — на 2,8%. Эти результаты подчеркивают значимость мульчирования прозрачной пленкой как эффективной агротехнической практики, способствующей улучшению качества и увеличению выхода продукции в условиях Казахстана.



По мнению исследователей, повышение урожайности сельскохозяйственных культур при использовании мульчирования почвы пленкой обусловлено несколькими факторами. Прежде всего, этот метод способствует более эффективному сохранению влаги в верхних горизонтах почвы, что играет важную роль в обеспечении растений необходимым уровнем влажности для их роста и развития. Улучшение теплового режима при почвенного слоя воздуха и верхнего слоя почвы также является важным аспектом этого процесса мульчирования. Создание барьера из пленки способствует удержанию тепла, что благоприятно влияет на температурные условия для растений. Также стоит отметить, что отсутствие или слабая засоренность посевов, обеспечиваемые мульчированием, способствуют более свободному росту растений, предотвращая конкуренцию за ресурсы. Важным аспектом также является сохранение верхних горизонтов почвы в более рыхлом состоянии, что способствует лучшему проникновению корней и обеспечивает более благоприятные условия для их развития. Все эти факторы совместно содействуют увеличению общей продуктивности сельскохозяйственных культур при использовании техники мульчирования.

Использование полиэтиленовых пленок не только предоставляет возможность избежать применения гербицидов, но также способствует проведению ранней посадки [22].

Помимо прозрачной пленки, в промышленности также производится цветная и черная пленка. Отзывы о ее эффективности различны: некоторые исследователи утверждают об отсутствии видимого воздействия, в то время как другие отмечают значительный рост урожая. Например, в международной практике использование черной полиэтиленовой пленки для мульчирования почвы [23] приводит к ускоренному росту растений, увеличению ранних урожаев томатов на 40%, снижению риска растрескивания плодов и повышению их качества.

Несколько исследователей подчеркивают, что, в отличие от прозрачной пленки, черная пленка действует как экран, задерживая тепловые лучи и предотвращая их проникновение в верхний слой почвы, что предотвращает ее перегревание. Эта характеристика пленки может быть особенно полезной в условиях южных регионов республики.

Согласно данным из источника [24], как под черной, так и под прозрачной пленкой наблюдается увеличение биологических процессов. Процессы минерализации органических веществ происходят более интенсивно, что способствует улучшению питательных характеристик для растений.

Работы, посвященные исследованию воздействия присыпания прозрачной пленки почвой, представляют значительный интерес. Казахский научный исследовательский институт почвоведения рекомендует покрывать пленку слоем почвы толщиной 1-2 см, что обеспечивает возможность использования пленки в течение нескольких лет. Исследования нескольких авторов [25, 26] подтверждают, что при таком методе мульчирования почвы

отсутствуют резкие перепады температуры как на поверхности пленки, так и под ней.

В соответствии с результатами исследования [14], мульчирование почвы прозрачной полиэтиленовой пленкой привело к общему урожаю в размере 12,8 кг/м<sup>2</sup>, что соответствует приросту в 25,9%. Применение черной пленки также привело к увеличению урожая на 12,2%, достигнув 11,05 кг/м<sup>2</sup> по сравнению с контрольной посадкой, где при использовании белой пленки урожай составил 10,2 кг/м<sup>2</sup>, что подчеркивает эффективность различных типов пленок в воздействии на урожайность.

Развитие, рост, плодоношение, а также другие аспекты жизнедеятельности растений подвержены воздействию различных факторов. Среди них особую важность имеют микроклиматические условия, наличие необходимых питательных веществ, и степень засоренности почвы. Мульчирование почвы с использованием полиэтиленовой пленки в условиях поля представляет собой одно из ограниченного числа агротехнических методов, воздействующих на комплекс факторов, которые влияют на рост и развитие растений.

Основная идея данной технологии заключается в использовании полиэтиленовой пленки для мульчирования почвы в зоне рядка, с последующим посевом или посадкой культурных растений в предварительно созданные перфорационные отверстия.

Использование полиэтиленовой пленки в качестве материала для мульчирования почвы является распространенной практикой как в открытом грунте, так и в защищенных условиях, с целью увеличения урожая и улучшения качества ключевых продовольственных культур. В зарубежных странах значительные площади выделяются под выращивание овощных пропашных культур с применением пленочной мульчи.

Утепление почвы, сохранение влаги и предотвращение образования почвенной корки, вызванные использованием пленочной мульчи, привели к ускоренному прорастанию семян овощных культур. Например, прорастание семян томатов ускорилось на 5-11 дней, а у перца - на 10 дней. Улучшение микроклимата для прорастания сказалось на количестве успешно проросших растений, при использовании пленочной мульчи на томатах количество проросших растений увеличилось в 1,5-2,8 раза, а у перца - в 1,3-2,0 раза [25].

Эффект также проявился в увеличении урожайности: урожайность томатов на мульчированной почве возросла на 26%, у перца - на 2,4%, стандартность продукции увеличилась на 11,5%. Процесс созревания ускорился на 7-10%. Технология мульчирования пленкой также успешно применяется при выращивании клубники, дыни, винограда и других овощей.

Прозрачная полиэтиленовая пленка приводит к получению всходов на 3 недели раньше в сравнении с её отсутствием. Кроме того, прозрачная пленка используется в сочетании с гербицидами. В сравнительном анализе эффективности прозрачной и черной пленок выявлено, что прозрачная пленка более эффективно прогревает почву, создавая благоприятные условия для

тепличного эффекта за счёт образования конденсированного слоя. Однако, прозрачная пленка менее эффективна в предотвращении роста сорняков, если она недостаточно плотно прижата к почве, что поддерживает доступ воздуха под пленочное пространство.

Черная пленка успешно предотвращает рост сорняков, обеспечивает прогрев почвы и подтягивает влагу из нижних слоев почвы в поверхностные слои. Однако, следует отметить, что данная пленка более подвержена воздействию ветра и других метеорологических факторов.

Влияние мульчирования почвы на увеличение урожая раннего картофеля подтверждается исследованиями сельскохозяйственных товаропроизводителей в Англии. В данной стране значительные земельные угодья, покрытые пленкой, используются для выращивания ягод и рассады. Этот метод способствует ускоренному развитию растений и увеличивает урожайность [25].

Исследование, проведенное на темно-каштановой почве в условиях Казахстана, оценивало воздействие мульчирования почвы прозрачной пленкой на урожай огурцов, баклажанов и перца [26]. В результате использования мульчи повысилась приживаемость рассады огурцов и баклажанов на 15%, а перца на 8%. Созревание плодов ускорилось на 2–3 дня. Кроме того, выход товарных огурцов увеличился на 7,9%, а у перца и баклажанов - на 2,8%. Эти результаты указывают на положительное воздействие техники мульчирования на различные аспекты выращивания овощей в данном регионе.

Интерес к эффективности мульчирования в сельском хозяйстве бывших Республик СССР отразился в проведении ряда полевых опытов. Анализ данных этих опытов указывает на то, что метод мульчирования оказывается экономически эффективным и не приводит к ухудшению качества сельхозпродукции [27-30].

Данные из исследования [31] по выращиванию картофеля показали прибавку в урожае в диапазоне от 3,0 до 17 кг/га с клубня при использовании метода мульчирования. Одновременно с увеличением урожая, наблюдалось улучшение качества клубней.

Мнение авторов, согласно которому увеличение урожайности культур при мульчировании почвы пленкой связано с несколькими факторами. В частности, это включает в себя более эффективное сохранение влаги в верхних слоях почвы, улучшение теплового режима при почвенного слоя воздуха и верхнего слоя почвы, а также снижение засоренности посевов. Кроме того, мульчирование способствует сохранению верхних горизонтов почвы в более рыхлом состоянии. Важным аспектом также является возможность избежать применения гербицидов при использовании полиэтиленовых пленок.

Таким образом, использование технологии выращивания овощей под мульчирующей пленкой обещает принести значительные положительные результаты. Тем не менее, развитие этой методики в сельском хозяйстве

Казахстана и стран Содружества сталкивается с рядом препятствий, таких как высокие финансовые затраты и недостаток научно-обоснованных и эффективных методов ее внедрения, а также соответствующих технических средств.

В связи с разнообразием схем посадки и посева сельскохозяйственных культур при использовании мульчирования почвы оптимальная ширина полиэтиленовой пленки может различаться в зависимости от конкретных условий. В частности, наиболее часто встречающейся шириной пленки при мульчировании на обширных почвах за рубежом является 140 см. Многие исследователи подчеркивают, что мульчирование пленкой широкими полосами (1 м) обеспечивает более эффективные результаты, чем использование узких полос [32-37].

Н. Лукин предоставляет информацию о выращивании томатов с применением мульчирования почвы с использованием широкой полиэтиленовой пленки. Предложенная схема высадки включает следующие параметры: общая ширина гряды составляет 200 см, канавка имеет ширину 50 см, а полотно пленки простирается на 130 см. Два ряда томатов размещены на расстоянии 25 см от края пленки, а один ряд находится в середине. Расстояние между растениями в рядах составляет 30-36 см. В результате этой организации посадки томатных растений наблюдался их хороший рост и развитие, а также повышенная устойчивость к воздействию засухи.

Использование полиэтиленовой мульчирующей пленки, совместно с разработанными машинами для ее укладки и посева, предоставляет значительные преимущества по сравнению с общепринятыми технологиями выращивания овощей и бахчевых культур. Заметен ранний этап цветения культур, в сравнении с контрольными образцами, что способствует более раннему сбору урожая. Кроме того, отмечается экономия воды в процессе полива, сокращение расходов на обработку междурядий в период вегетации, а также увеличение общего выхода продукции.

Также активно ведутся исследования в области применения различных материалов для мульчирования почвы, используя прессованную массу, включающую в себя минеральные удобрения и аллопатически активные вещества растительного происхождения [38]. Состав данного материала после завершения сезона уборки не предполагает необходимости сбора мульчирующего материала, поскольку он полностью разлагается в перегной к следующему году. Тем не менее, стоимость производства такой массы довольно высока, что делает ее нерентабельной при использовании на обширных площадях.

Тем не менее, исследователи, наряду с выявленными преимуществами возделывания культур при использовании данной технологии, выделяют ряд недостатков:

- низкая производительность, что снижает общую эффективность метода;

- высокая стоимость пленки, что создает дополнительные финансовые барьеры для адаптации технологии на широком масштабе;
- несовпадение перфорированных отверстий с высевными семенами, что влияет на точность распределения растений;
- необходимость тщательной подготовки почвы и выравнивания рельефа поля для оптимального использования технологии;
- отсутствие автоматизированной процедуры заделки пленки в начале гона, что требует дополнительных усилий;
- неравномерность разложения пленки, что может влиять на качество посевов;
- неразрешенный вопрос предпосевного внесения удобрений, что ограничивает полный потенциал улучшения плодородия почвы;
- нерешенная проблема удаления пленки с поверхности поля, способствующая к засорению почвы полимерными остатками.

Однако, после уборочный период использованная мульча из полиэтилена создает определенные неудобства для обработки почвы. Полиэтилен прозрачный должен разлагаться при прямом попадании солнечных лучей т.к. он не имеет в составе сажи. Стебли растения в период выращивания овощей создают достаточное условие полиэтилену находиться в тени. В результате полиэтилен сохраняется в невредимом состоянии и имеет достаточную прочность. Также короткие дни в осенний период не в состоянии повлиять на полиэтиленовую пленку дойти до стадии разложения.

Исследование, проведенное учеными университета Вагенингена по применению пластикового мульчирования в почве, выявило, что остатки пластиковых материалов могут накапливаться в почве и вызывать серьезные проблемы для агроэкосистем. В свете этого, биоразлагаемые пластиковые пленки представляют собой многообещающую альтернативу, направленную на минимизацию накопления пластикового мусора и снижение загрязнения почвы. Тем не менее, воздействие остатков традиционных и биоразлагаемых пластиковых пленок на систему «почво-растение» пока недостаточно изучено. Проведенные исследования выявили, что как макро-, так и микрочастицы полиэтилена низкой плотности, а также биоразлагаемые пластиковые мульчирующие пленки, оказывают влияние на бактериальные сообщества ризосферы, профили летучих веществ ризосферы и химические свойства почвы. Эти результаты подчеркивают необходимость дополнительных исследований, посвященных экологическому воздействию остатков пластиковых материалов на агроэкосистемы [39, 40].

Исследования, посвященные само разлагающимся полиэтиленовым мульчирующим пленкам, показывают, что их воздействие на почву изучено недостаточно, и взаимодействие с почвой может создавать определенные риски. С учетом этого, рациональным представляется применение мульчирующих пленок, не обладающих свойствами саморазложения. Неотъемлемой частью послеуборочного периода является обязательное удаление пленок с посевов. Учитывая сложности вручную проводимой

уборки [41] и необходимость обработки больших площадей, механизированный метод удаления пленки и гибких поливных лент является наилучшим вариантом. В противном случае, остатки полимерных материалов могут создавать неудобства при обработке почвы, поскольку они остаются на длительный срок и постепенно разлагаются.

#### 1.4

Современное орошаемое земледелие обеспечивается научно-обоснованным прогрессивным повышением урожайности сельскохозяйственных культур при сохранении плодородия земель. Прогностическое увеличение валового дохода сельскохозяйственного производства возможно с увеличением площади орошаемых земель. Инновационным методом повышения урожайности сельскохозяйственных культур является улучшение эффективности использования воды для полива. В частности, в странах Средней Азии активно внедряется перспективная технология - капельное орошение.

Изучение опыта мирового применения и результатов многолетних исследований в области капельного полива в различных климатических и почвенных условиях Казахстана свидетельствует о высокой эффективности и экономической целесообразности создания таких систем для орошения сельскохозяйственных культур и т.д. Применение капельного полива оказывает особый эффект при интенсивной технологии выращивания культурных сельскохозяйственных растений, особенно овощей. Учитывая, что капельное орошение более затратное по сравнению с традиционными методами полива, его использование следует рассматривать с учетом максимальной эффективности и применять только там, где это абсолютно необходимо. Это особенно актуально для земель с недостатком влаги в условиях продолжительных засушливых периодов.

С учетом природных особенностей Казахстана Минсельхоз Республики выделило две основные зоны для развития овощеводства и бахчеводства: Северную и Южную. К Южной зоне относятся области Кызылординская, Жамбылская, Алматинская и Южно-Казахстанская, в то время как остальные области республики входят в состав Северной зоны.

Основные особенности климата в упомянутых зонах играют ключевую роль при выращивании овощей и бахчи, и представлены следующими характеристиками. Продолжительность периода с температурой выше 10°C, при которой обеспечивается нормальный рост и развитие овощных культур, в северных областях составляет от 105 до 145 суток, в то время как в южных областях этот период простирается от 145 до 195 суток. Суммарные активные температуры колеблются в пределах 1850–2150°C и 3150-4100°C соответственно, в то время как количество часов солнечного сияния в северной зоне оценивается в 1700-2300, а в южной зоне – в 2400-2750. Эти климатические условия становятся факторами, ограничивающими

распространение выращивания теплолюбивых овощных культур в южных и, в частности, западных регионах республики. С учетом природно-климатических условий основные земельные угодья под открытым грунтом, предназначенные для выращивания овощей, находятся в южном регионе Республики Казахстан. В частности, Южно-Казахстанская область занимает 25% общей площади, Алматинская область - 23%, а Жамбылская область - 19%.

Тем не менее, в Казахстане согласно данным из таблицы 1.7 использование капельного орошения охватывает всего 0,53% общих посевных площадей, выделенных под овощи и плодово-ягодные культуры. Следует отметить, что в регионах, страдающих от засушливых условий, таких как Алматинская, Жамбылская и Южно-Казахстанская области, уровень использования этой технологии составляет всего 0,2%, 0,4% и 1,7% соответственно [42].

Первыми странами, внедрившими капельное орошение, были Англия в 1948 году, Израиль в середине 50-х годов XX-столетия, Соединенные Штаты Америки в 1969 году, а затем Франция и Австралия в 70-х годах прошедшего столетия. Эти страны достигли высоких показателей сбора урожая различных культур благодаря эффективному использованию капельного полива. Учитывая ограниченность водных ресурсов, пригодных для орошения, существует потребность в использовании методов полива, которые способствуют существенному снижению расхода воды для орошения. Традиционные методы поверхностного и дождевого полива, в отличие от капельного, сопровождаются как минимум 30 процентной потерей влаги из-за испарения с почвенной поверхности и транспирации сорняковой растительностью. При этом, данные методы полива способствуют развитию засоления почвы, а также подвержению водной эрозии.

Таблица 1.7 – Применение капельного полива по областям Республики Казахстан

Области	Площади с применением капельного орошения, га
Южно-Казахстанская	1550
Кызылординская	65
Жамбылская	450
Актюбинская	190
Атырауская	320
Западно-Казахстанская	245
Мангистауская	95
Алматинская	980
Северо-Казахстанская	220
Всего	4115

Капельное орошение обладает рядом значительных преимуществ, среди которых ключевое – постоянное поддержание правильной степени влаги в почве. Зарубежные исследования, проведенные в первые годы применения этой технологии, выявили, что культуры, такие как овощные, плодовые и цитрусовые, получают при капельном поливе увеличение урожайности не менее чем на 25%. Еще одним важным преимуществом капельного орошения является экономия поливной воды. Система направляет влагу исключительно в корневую зону, исключая глубокое пропитывание, испарение и потери воды почвенным стоком. Это позволяет значительно сократить расход воды по сравнению с традиционными методами полива. В некоторых случаях зарубежные системы капельного орошения позволяют снизить норму полива на 30 - 60%, а в отдельных случаях даже на 80 - 90% по сравнению с методами затопления. Эффективность капельного орошения, особенно в условиях засушливых районов, обусловлена климатическими условиями. В ряде стран бывшего Советского Союза также документированы положительные результаты при внедрении систем капельного орошения, что подтверждает его потенциал и применимость в различных агроклиматических зонах [42].

Фактически, в 80-е годы в Молдавии и в Крыму применялись системы капельного орошения производившийся в Советском Союзе. Однако большинство этих проектов оказались неудачными из-за слабых капельных систем, которые быстро засорялись, и отсутствия надежных очистительных систем воды для орошения. Израиль один из первых среди стран в области капельного полива, и более полувека проводит постоянные исследования и разработки с целью усовершенствования систем капельниц и фильтрации воды. В данное время используются капельницы четвертого поколения, которые проявляют к засорению высокую устойчивость.

В практике примерно 70 % всей добытой воды используется для производства сельскохозяйственной продукции. В связи с этим повышение эффективности использования орошаемой воды становится важным направлением для интенсификации производства в сельском хозяйстве. Современные технологии, такие как капельный полив, представляют собой перспективным методом для решения данной проблемы.

Низкие темпы использования капельного полива в крестьянских и фермерских хозяйствах нашей Республики, специализирующихся на выращивании овощных культур, обусловлены несколькими факторами. В частности, отдаленность от центрального электроснабжения создает трудности в обеспечении энергией, что, в свою очередь, увеличивает стоимость энергетических затрат. Этот аспект оказывает негативное воздействие на привлекательность внедрения систем капельного орошения. Помимо этого, нестабильность и неэффективность отдельных компонентов системы капельного полива также оказывают влияние на выбор этой технологии.

Ввод технологии капельного полива в южных областях республики, которые обладают наилучшими климатическими условиями для



выращивания продукции сельского хозяйства, представляется высоко перспективным. Этот регион особо остро ощущает недостаток воды для полива, и использование капельного орошения может существенно снизить объем потребляемой воды для полива. При таком подходе эффективность использования водных ресурсов повышается, что в итоге способствует увеличению производимого объема плодовоовощной продукции.

Преимущественно подходящие климатические условия и наличие поливных систем позволяют выращивать разнообразные виды овощей, фруктов и винограда. Полученные урожаи не только способны удовлетворить потребности населения южного региона, но и служить источником сельскохозяйственной продукции для северных регионов страны. Такое разнообразие сельскохозяйственных культур может способствовать диверсификации продовольственной базы и поддерживать устойчивость сельского хозяйства в различных частях страны.

В современном сельском хозяйстве широко используются различные методы полива, каждый из которых подходит для определенных условий и культур. Некоторые из основных видов полива включают: полив затоплением (по бороздкам или лункам); шланговый полив; капельное орошение; спринклерный полив (дождевание) и т.д. Выбор метода полива зависит от ряда факторов, включая тип почвы, климатические условия, типы выращиваемых культур, доступность воды и экономические возможности хозяйства.

Все вышеприведенные виды имеют свои преимущества и недостатки (таблица 1.8). Например, полив по бороздам применяется на хорошо спланированных участках с очень незначительным наклоном. Несмотря на небольшие затраты, эта система не имеет широкого распространения и не обеспечивает запланированной равномерности распределения влаги.

Дождевальное орошение целесообразно при выращивании зерновых, овощей, кукурузы при достаточно высокой густоте стояния растений. Это пока что наиболее распространенный способ орошения.

Несмотря на широкий спектр применения, дождевальные системы приводят к весьма большим потерям воды, уплотнению верхнего пласта почвы, образованию поверхностной корки с ухудшением водно-воздушного обмена. Для дождевания существуют ограничения относительно применения удобрений и средств защиты растений. При дождевании увеличивается опасность заболеваний растений [43].

Таблица 1.8 – Сравнительная эффективность разных видов орошения

Метод орошения	Эффективность
Обычный полив	20-35%
Распрыскивание	50-75%
Дождевание	70-80%
Капельное орошение	85-98%

В настоящее время в Казахстане в основном применяются следующие способы орошения: поверхностное; дождевание; капельное.

Капельное орошение представляет собой весьма выгодный и экологически нейтральный метод полива, широко применяемый для полива садов и виноградников, овощных культур и бахчевых растений как на открытых полях, так и в теплицах, на дачных участках и огородах. При капельном орошении вода, небольшими порциями подается к корням растений из наземных трубопроводов сквозь отверстия (с капельницами) в поливных гибких лентах (тейпах) или трубках, проложенных в земле или на ее поверхности [44].

Сущность систем капельного орошения состоит в том, что поливается не вся земля, а растение и вокруг него почва. Такой эффект достигается благодаря попаданию воды непосредственно в прикорневую зону растений через эластичные трубки (тейпы), которые имеют по всей длине щелеобразные отверстия (капельницы). При появлении в системе давления отверстия открываются, и вода (при создании условий турбулентного потока) выходит наружу (даже при рабочем давлении воды 0,5-0,7 атмосфер вода все равно капает); прилегающая земля равномерно увлажняется, становится мягкой. После отключения насосов давление в системе падает, отверстия смыкаются (это предотвращает проникновение в трубку грязи и насекомых). Трубки в поле размещаются параллельно и одним концом присоединяются к общему магистральному трубопроводу, с помощью которого вода подается от насосно-фильтровальной станции.

Таким образом, прикорневое орошение позволяет в 2-3 раза уменьшить затраты воды, благодаря чему появляется возможность заниматься овощеводством даже в тех районах, где за неимением ресурсов воды это было невозможно.

К примеру, в северной части Африки, где почвы представляют собой песчаные участки, успешно применяется технология капельного орошения, что позволяет добиться впечатляющего урожая более 100 тонн помидоров с гектара [42].

При традиционном методе полива можно выделить следующие недостатки относительно капельного [45, 46]:

- избыточное потребление воды и минеральных удобрений, что является финансовой нагрузкой, особенно в южных регионах, где вода представляет собой дефицитный ресурс;

- после полива почва образует корку, мешающую поступлению кислорода к корням растений, что требует дополнительной обработки рыхления;

- капли воды, достигая листы, могут создавать своеобразные линзы, приводящие к обжиганию зелени под воздействием солнечного излучения;

- при поливе садов или ягодников часто происходит обнажение корней растений, что влечет за собой потерю верхнего плодородного слоя почвы;

- из-за избыточного увлажнения междурядий затрудняется или становится невозможным своевременное проведение технологических операций с использованием сельскохозяйственной техники, что приводит к резкому увеличению количества сорняков.

Совместное использование системы капельного орошения и подачи раствора удобрений, также известное как фертигация (от английских слов «fertilizer» - удобрение и «irrigation» - орошение), предоставляет возможность постоянного поддержания оптимального уровня влажности почвы в системе «вода – воздух». Это способствует более эффективному усвоению растениями питательных веществ и, таким образом, повышает коэффициент усвоения удобрений.

При использовании системы капельного полива происходит точное регулирование ввода всех элементов, находящихся в растворе, включая строгий контроль объема раствора на единицу площади полива. Этот метод также обеспечивает возможность подачи оптимальных доз калия, азота, фосфора и других питательных элементов, учитывая сезонные потребности растений и фазы их роста.

Применение капельных систем для внесения удобрений способствует повышению эффективности использования питательных веществ в среднем на 20 - 30% и снижает общее потребление удобрений на 20 - 35%.

Разница фертигации и обычного капельного полива заключается в эффективном внесении удобрений, что способствует предотвращению загрязнения подземных вод и исключает возможность повторного засоления почвы [35].

С учетом точного контроля над уровнем влажности, возможно внесение корректив в процессы роста и развития растений. Капельное орошение успешно применяется в таких странах, как США, Голландия, Германия, Израиль, и Турция, где оно зарекомендовало себя как эффективное средство для обеспечения оптимальных условий для растений.

Качество поливной воды имеет важное значение, идеально, чтобы она была свободна от естественных органических кислот и пестицидов. При выборе воды для капельного орошения также необходимо учитывать содержание магния, кальция, солей, бора, хлора натрия, тяжелых металлов и сульфатов. Несмотря на относительно невысокую стоимость поливных трубок, основной затратой при установке капельных систем являются расходы на фильтрацию воды.

Эффективная фильтрация воды является важным средством для предотвращения засорения трубок солями тяжелых металлов и остатками органических веществ.

Эффективность прикорневого капельного орошения подтверждается рядом фактов:

- существенная экономия водных ресурсов (40 - 90% в сравнении с традиционным орошением);

- возможность точного регулирования глубины увлажнения, объема, качества и частоты полива;
- сокращение трудозатрат;
- уменьшение риска заболевания растений за счет интеграции фертигации и других агротехнических мероприятий: введение средств защиты растений, подкормка удобрениями, регулирование уровня рН в почве и т.д.;
- избежание попадания водных капель на листья растений, что существенно снижает риск заболевания растений;
- отсутствие образования корки на поверхности почвы, поскольку количество подаваемой воды меньше, что позволяет использовать более минерализованную воду, чем при дождевании;
- уменьшение числа сорняков из-за отсутствия увлажнения междурядий;
- равномерное распределение влаги и удобрений, обеспечивающее высокие показатели урожайности (на 30–55% превышающие традиционные системы орошения) и качества плодов, сохранение их характеристик и транспортабельности;
- формирование плодов с технологически правильной формой и равномерное созревание, что имеет важное значение для перерабатывающих предприятий;
- снижение зависимости от состояния почвы и погодных условий для выращивания сельскохозяйственной продукции с высокой урожайностью;
- инвестиционная привлекательность с учетом окупаемости затрат уже в первый сезон.

Однако применение систем капельного орошения сопряжено с рядом технических аспектов, требующих значительных затрат на обслуживание и ремонт. Регулярная проверка подключения капельниц и состояния трубок является неотъемлемой частью ежедневного технического обслуживания. Существует риск чрезмерного орошения, что может вызвать заболевания корневой системы и, соответственно, снижение урожая. Внедрение инструментов для мониторинга влажности почвы может быть эффективным способом оптимизации программы орошения.

Системы капельного орошения эффективно совмещаются с использованием мульчи, часто представленной полиэтиленовой пленкой.

Использование мульчи, особенно полиэтиленовой пленки, предоставляет несколько преимуществ:

- повышение температуры почвы на глубине 5 см на 7 - 9 градусов;
- уменьшение уплотнения почвы;
- улучшение роста корней и кислородного обмена (аэрации почвы);
- значительное снижение количества сорняков и вероятности их появления;
- уменьшение расхода удобрений и сокращение выпаривания влаги;

- в жаркую погоду мульчирование предотвращает прожигание листьев растений за счет уменьшения испарения влаги в виде пара;

- черная полимерная пленка способствует получению урожая на 2 - 14 дней раньше, а прозрачная пленка дает возможность собирать урожай на 21 день раньше массовой уборки.

Помимо заметных преимуществ, использование мульчи предполагает постоянный контроль. Начальные и операционные затраты могут увеличиваться, особенно при сборе урожая. Важно учесть, что как мульчу, так и капельные системы необходимо удалять с полей после каждого сезона.

При использовании капельного орошения в процессе выращивания растений обеспечивается точное и своевременное введение необходимых питательных веществ. Это позволяет достичь высокой рентабельности, примерно не менее 20%, даже при некотором увеличении начальных затрат.

Применение капельного орошения в выращивании огурцов и томатов может значительно увеличить урожайность по сравнению с традиционным дождеванием, достигая при этом до уровня в 4 - 5 раз.

Фермеры, внедрившие системы капельного орошения, отмечают значительный рост урожайности овощных культур. Например, урожаи томатов вырастают до 80 - 120 тонн на гектар, лука – 60 - 120 тонн на гектар, перца – 50 - 60 тонн на гектар, а урожайность картофеля достигает до 40 тонн на гектар (таблица 1.9) [44].

Таблица 1.9 – Увеличение урожайности сельскохозяйственных культур при использовании капельного орошения по сравнению с альтернативными методами полива

Культура	Урожайность, т/га			Увеличение урожайности при капельном орошении по сравнению с:			
	капельное орошение	поверхностный полив	дождевание	поверхностным поливом		дождеванием	
				т/га	%	т/га	%
Хлопок	1,8	1,4	1,5	0,4	29	0,3	20
Картофель	43,1	30,0	32,5	13,1	44	10,6	33
Томат	121,0	47,4	51,1	73,6	155	69,9	137
Табак	3,0	2,3	2,5	0,7	30	0,5	20
Огурцы	53,2	25,3	24,6	27,9	110	28,6	116
Капуста	28,9	17,0	17,2	11,9	70	11,7	68

Внедрение системы капельного орошения и мульчирования почвы также предоставляет возможность для двукратного сбора урожая с одного поля в течение года. Этот подход существенно сокращает затраты на технологическое переоборудование и обеспечивает более низкую

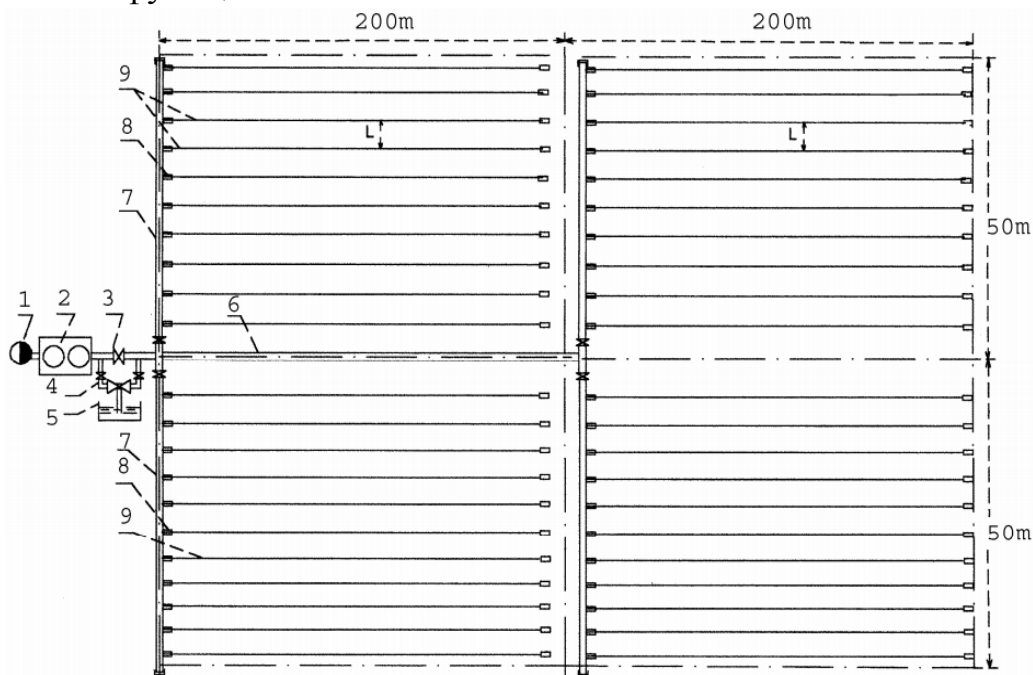
себестоимость продукции, что итоге способствует дополнительному увеличению прибыли.

Таким образом, интеграция систем капельного орошения в сельское хозяйство становится ключевым элементом интенсивной технологии, позволяя сельскохозяйственным предприятиям успешно вступать в новое тысячелетие как опытные хозяева, ориентированные на применение передовых и современных агротехнологий.

От первого опыта по капельному орошению (30-е годы прошлого столетия) до начала производственных испытаний системы (в Англии в 50-х годах, в США и Израиле в 70-х годах) прошло время от идеи локального и постоянного увлажнения до налаживания массового выпуска дешевых труб из полимерных материалов и разработки устройств механизированной укладки увлажнителей, чем значительно сократились размеры капитальных затрат [45].

В связи с необходимостью экономного использования ограниченного ресурса оросительной воды и значительной экономией затрат труда при новой системе орошения сельхозтоваропроизводителями внедрение ее имело даже большее значение, чем повышение урожаев и изобилие трубопроводов самого широкого ассортимента.

Основная комплектация системы капельного орошения, в соответствии с рисунком 1.2, включающие в себя перечисленные элементы выполняют определенные функции.



- 1 – насос; 2 – блок фильтрации воды; 3 – кран; 4 – блок внесения удобрений;  
5 – емкость для жидких удобрений; 6 – магистральный трубопровод;  
7 – распределительный трубопровод; 8 – коннектор для подключения  
капельной трубки (ленты); 9 – капельная трубка (лента); L – расстояние между  
капельными линиями (зависит от схемы посадки растений)

Рисунок 1.2 – Схема системы капельного орошения

Источник водоснабжения, обычно представленный насосной станцией, отвечает за подачу воды в систему.

Фильтр станции необходим для очистки воды от механических примесей и предотвращения засорения элементов системы.

Узел подготовки и внесения удобрений обеспечивает дозированное внесение удобрений в систему орошения.

Магистральный трубопровод, служит основным переносчиком воды по системе.

Регуляторы давления контролируют и поддерживают необходимое давление в системе.

Разводной трубопровод является ответственным за распределение воды по различным секциям полива.

Клапан высвобождения воздуха, предотвращает образование воздушных пробок в системе.

Соединительная и запорная фурнитура обеспечивает соединения и регулировку потока воды.

Капельные линии являются основными элементами системы, через которые вода подается к растениям.

Контрольно-измерительные приборы предназначены для мониторинга и регулировки параметров системы.

Ключевым и конечным компонентом в структуре системы капельного полива – это капельная трубка, снабженная капельницами (эмиттерами), или капельная лента. В связи с этим, особое внимание следует уделить процессу выбора подходящего вида капельной трубки, поскольку каждый из перечисленных видов орошения обладает своими характерными особенностями.

Рекомендация использовать капельные трубки в системах капельного орошения в основном адресована многолетним насаждениям. Однако в овощеводстве применение таких трубок считается нецелесообразным по ряду объективных причин [42]:

- минимальное расстояние между водовыпусками всего 50 см, что не обеспечивает равномерного распределения воды при строчном посеве;

- процесс укладки трубок является нетехнологичным, что может усложнить внедрение системы в практике овощеводства;

- рабочее давление в системе составляет от 1 до 3 атмосферы, что может потребовать дополнительных технических решений и увеличить сложность обслуживания.

- высокая стоимость данного типа оборудования также является значимым фактором, который нужно учесть при принятии решения о его применении.

Инновационная система капельного орошения с твердым эмиттером предоставляет уникальные возможности для применения в овощеводстве, выделяясь следующими характеристиками:

- перфектное расстояние между эмиттерами: оптимальное расстояние между точками водовыпуска составляет 30 см, что идеально подходит для

большинства овощных культур. Однако, для мелкосеменных растений, таких как лук, морковь, свекла и др., это расстояние может быть недостаточным, что требует дополнительных решений для обеспечения однородности орошения.

- оптимальное рабочее давление: минимальное рабочее давление в этих инновационных капельницах ограничивается в пределах от 0,8 до 1 атмосферы, обеспечивая эффективность и точность в процессе орошения.

- экономичный выбор капельниц: система предлагает ограниченный, но тщательно подобранный выбор капельниц с учетом экономии ресурсов. Можно выбирать из 1-2 видов капельниц, обеспечивая оптимальное соотношение затрат и качества орошения.

- эргономичная конструкция: конструкция капельницы учитывает особенности овощеводства, хотя не позволяет использовать ленту под грунтом. Это дает простоту в установке и обслуживании, сохраняя при этом высокую эффективность.

- технологическая прочность: стенки капельниц выполнены с минимальной толщиной в 150 микрон, что обеспечивает надежность и долговечность в различных климатических условиях.

Лента капельного полива от QueenGil (Израиль) представляет собой инновационное решение, в соответствии с рисунком 1.3. Эта лента изготовлена из высококачественной полимерной компонент, обогащенной светостабилизатором, повышающим устойчивость трубки к воздействию ультрафиолетовых лучей. Это обеспечивает уникальную возможность использования ленты на поверхности почвы в течение 8 лет. Внутри ленты размещены эмиттеры, которые обеспечивают равномерное распределение поливной воды в соответствии с предварительно установленным расходом. Ширина зоны увлажнения составляет от 35 до 70 см и остается постоянной на всей длине трубки, обеспечивая однородное покрытие в обе стороны от нее. Эта лента удобно укладывается вдоль одного ряда растений или между двумя рядами, что зависит от конкретной схемы посадки. Это предоставляет гибкость в применении и обеспечивает эффективное орошение, соответствующее потребностям различных культур.



Рисунок 1.3 – Конструкция ленты капельного орошения QueenGil

Капельная система QueenGil представляет собой ленту с различной толщиной стенки, а именно 150 мк (6 mil), 200 мк (8 mil), 250 мк (10 mil), 300 мк



(12 mil), 400 мк (16 mil), обеспечивая разнообразные варианты выбора в зависимости от требуемого расхода воды, который может составлять 2, 4, 5 и 8 литров в час на погонный метр.

Одной из характерных особенностей капельной ленты AquaTraXX от компании ToroAgIrrigation (США) является конструкция ее эмиттера, представленного в виде гибкой и тонкой полоски, которая приклеена к внутренней поверхности полиэтиленовой трубки в соответствии с рисунком 1.4. Толщина этой полоски варьируется в пределах от 100 до 360 микрон [45], что обеспечивает уникальные характеристики и высокую эффективность системы орошения.

Капельная лента представлена на рынке с разнообразными вариантами конфигурации, включая расстояния между капельницами в размерах 10, 15, 20, 30 и 40 миллиметров. Вариации сочетающие с различными расходами воды – 1,14, 0,86, 0,64 и 0,57 литра в час на один водовывод – обеспечивают широкий спектр возможностей для оптимального использования системы орошения в зависимости от конкретных требований и условий возделывания.

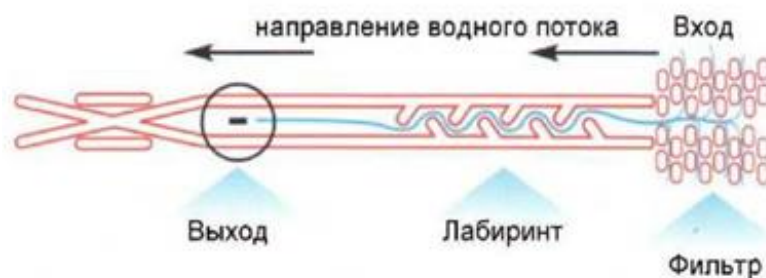


Рисунок 1.4 – Конструкция капельной ленты AquaTraXX

Эмиттер, встроенный в структуру данной ленты, обладает уникальной особенностью – он эффективно регулирует расход воды при колебаниях давления в диапазоне от 0,5 до 1,8 атмосфер. Эта характеристика позволяет быть системе гибкой и адаптивной к различным условиям работы, обеспечивая стабильное и оптимальное использование водных ресурсов в процессе орошения.

Преимущества включают в себя следующие особенности: материал ленты обладает высокой прочностью и долговечностью, обеспечивая эффективное и долгосрочное использование; отсутствие острых кромок предотвращает возможные повреждения растений, обеспечивая безопасность для растительности; уникальная эластичность и универсальность ленты упрощают процесс монтажа, снижая риск повреждения самой ленты во время установки.

Aqua-TraXX, изображенный на рисунке 1.5, устанавливается на поверхности почвы с двумя выступающими голубыми линиями вверх. Широкая выходная часть эмиттера произведена с использованием лазерной технологии. Когда отсутствует давление воды, выходная часть эмиттера закрывается, предотвращая проникновение почвенных частиц внутрь.

Каждый эмиттер оборудован более чем 200 входными отверстиями, обеспечивая высокую устойчивость к засорению. Aqua-TraXXPC может

успешно использоваться на участках со значительным перепадом высот, при этом поддерживая равномерное распределение воды по всей длине ленты.

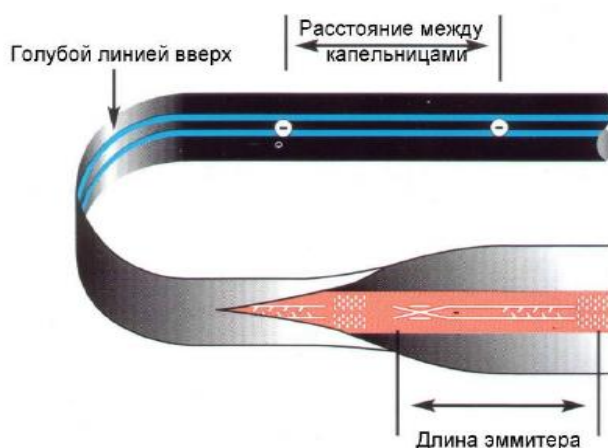


Рисунок 1.5 – Установка капельной ленты AquaTraXX на поверхность почвы

Недостатки: при использовании расстояния между капельницами в 10 см, максимальная длина ряда ленты Aqua-TraXX ограничена 81 метром. Это может потребовать увеличения длины распределительных трубопроводов и их диаметра из-за увеличения расхода воды до 11,4 л/час на один погонный метр. Это ограничение может повлиять на общую эффективность и структуру поливочной системы [45].

Представленная на рисунке 1.6 капельная лента с встроенным эмиттером от T-Tape (T-Systems International, США) представляет собой передовое решение, разработанное специально для полива овощных культур и многолетних насаждений.



Рисунок 1.6 – Конструкция капельной ленты T-Tape

Инновационные технологии, внедренные в эту ленту, обеспечивают эффективную систему орошения. Эмиттеры, встроенные в структуру ленты, позволяют равномерно распределять воду в соответствии с требуемыми нормами полива. Такой подход гарантирует оптимальные условия для роста и развития как овощных культур, так и долгожданных многолетних растений.

Специально разработанная конструкция ленты T-Tape обеспечивает не только эффективность полива, но также долговечность и устойчивость к

различным климатическим условиям. Это решение является идеальным выбором для сельскохозяйственных и ландшафтных проектов, где требуется точное и экономичное внесение влаги для поддержания оптимального роста растений.

Преимущества данной капельной ленты Т-Таре представляют собой набор характеристик, уникальный в системе орошения:

- расстояния между водовыпусками: расстояние между точками капельницами ленты может варьироваться в диапазоне от 10 до 50 см. Эта гибкость позволяет оптимизировать орошение для различных культур и условий почвы;

- экономия вне зависимости от расстояния: цена капельной ленты не зависима от расстояния между водовыводами, в отличие от схожих лент с твердыми капельницами;

- низкое начальное давление: эмиттеры данного типа при давлении 0,3 атмосферы начинают работать;

- подпочвенное использование ленты: благодаря щелевидной конструкции капельниц, эта лента идеально подходит для подпочвенного использования;

- разнообразие капельниц: система предлагает широкий спектр капельниц с различной интенсивностью затрат, начиная от 0,5 л/час и заканчивая 2 л/час, что позволяет выбирать оптимальные параметры для разнообразных сельскохозяйственных нужд;

- разнообразие по толщине стенки: лента с встроенной капельницей предлагает широкий ассортимент моделей по толщине стенки – от рекордно тонкой ленты в мире с толщиной 100 микрон (модель 504) до 500 микрон (модель 520). Цена зависит исключительно от выбора толщины стенки [42].

Недостатки:

- повреждается проволочком, медведкой и другими насекомыми;

- сравнительно высокая цена по сравнению с лентами других производителей.

Для оценки затрат на внедрение системы капельного орошения на конкретном участке требуется разработать проект, учитывающий множество факторов, включая тип почвы, особенности рельефа, источники водоснабжения и другие переменные. Затраты на внедрение капельного орошения могут значительно варьироваться в зависимости от ряда факторов, и следующие параметры представляют собой общий диапазон затрат [42]:

- овощеводство: Диапазон затрат составляет от 1400 до 4200 долларов США на гектар. Оценка учитывает выбор типа трубки, используемого источника воды, геометрию поля, комплектацию системы, виды овощей, их сорта, а также расстояние до источника воды и другие факторы.

- садоводство и виноградарство: Затраты в этом сегменте колеблются от 1800 до 3200 долларов США на гектар. Аналогично овощеводству, оценка учитывает различные параметры, такие как тип трубки, источник водоснабжения, геометрия и планировка поля, комплектация системы, а также виды и сорта культур.

В соответствии с рисунком 1.7 представлена схема системы капельного орошения.

Для создания проекта системы капельного орошения необходимо учесть ряд важных параметров, которые определяют основу для оптимального функционирования системы. Среди ключевых данных для разработки проекта выделяются следующие:

- топография поля или участка: Особенности рельефа играют важную роль в определении распределения воды в системе капельного орошения. Учет наклона, высотного профиля и особенностей дренирования помогает оптимизировать размещение эмиттеров и обеспечивает равномерное покрытие полевой поверхности;

- тип выращиваемой культуры: различные культуры требуют разного объема влаги, а также различные интервалы полива. Понимание потребностей конкретной культуры позволяет настроить систему капельного орошения на оптимальный режим и обеспечить ей необходимую эффективность.

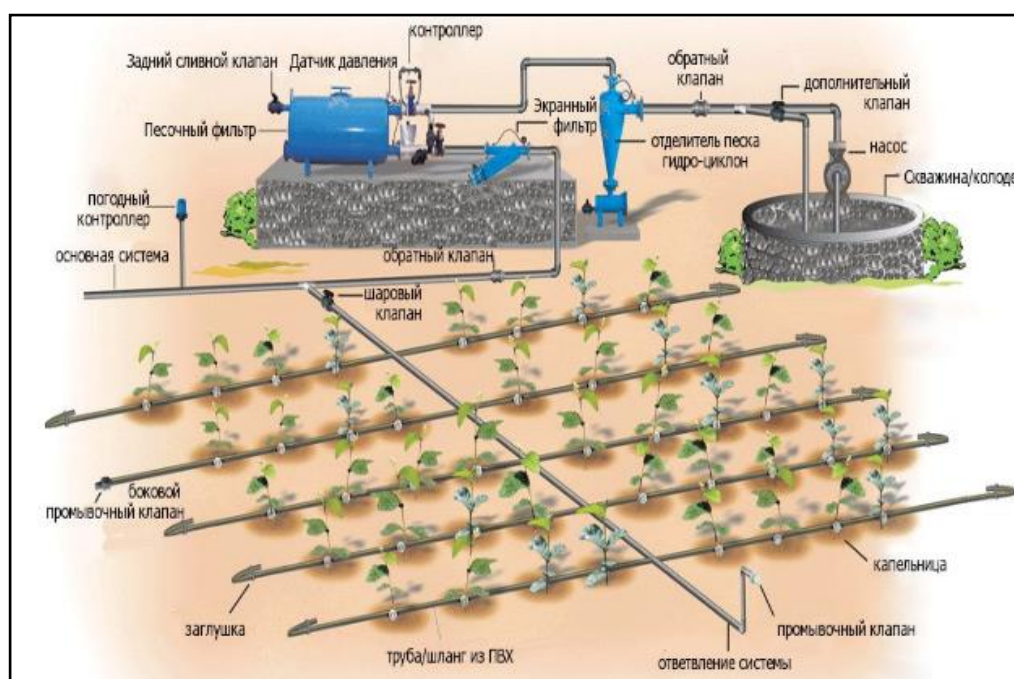


Рисунок 1.7 – Схема системы капельного орошения

- источник воды и ее качество: выбор источника воды, а также анализ ее качества, влияют на выбор материалов системы, предотвращение засорения эмиттеров и обеспечение долговечности оборудования. Это также важный аспект для поддержания здоровья и развития растений.

Капельная система орошения, несмотря на свою эффективность, требует внимательного и правильного обращения, что подчеркивает важность своевременного и качественного ухода за почвой и растениями.

Культивирование овощей с использованием системы капельного орошения требует применения передовых технологий, что является ключевым фактором для достижения высоких урожаев. Эффективность этого

метода зависит от тщательного соблюдения агротехнических мероприятий, включая защиту растений, подкормку удобрениями и систематический уход.

Капельное орошение – не просто высокотехнологичная «лейка» – при такой технологии повышение урожайности вызвано не столько поливом, сколько внесением под каждое растение дробных доз удобрений, причем в количестве, строго необходимом для данной фазы развития культуры. Такая фертигация позволяет исключить возникновение у растения солевого стресса. К тому же с переходом на капельный полив не только повышается урожайность, но и на две-три недели ускоряется созревание первого урожая. Да и качество самой продукции улучшается, так как овощи растут при благоприятной влажности (равномерность распределения влаги – 99%) и получают сбалансированное питание. Дополнительно, стоимость установки систем капельного орошения является довольно значительной, подчеркивая важность тщательного и правильного планирования всех аспектов обслуживания такой системы. Неверное планирование может привести к неправильной эксплуатации, и, следовательно, высоким затратам, которые могут не окупиться из-за низкой прибыльности.

## 1.5

Основные виды технических средств для укладки мульчирующей пленки и гибких лент включают в себя навесные, полунавесные и прицепные устройства. Представленная на рисунке 1.8 машина для укладки мульчирующей пленки обладает разнообразным функционалом, предназначенным для оптимальной обработки почвы. На раме установлен прикатывающий барабан 3, на торцах которого расположены бороздообразователи в виде гофрированных дисков 4. Этот механизм при движении по поверхности поля формирует две борозды и создает равномерную поверхность. Пленкоукладчик 5, работая с рулоном 6, укладывает мульчирующую пленку на почву. Прижимные ролики 7 внедряют края пленки в борозду, обеспечивая ее надежное закрепление. Катки 8 выполняют функцию обрушивания борозды и фиксации пленки, улучшая ее прилегание к поверхности [47].

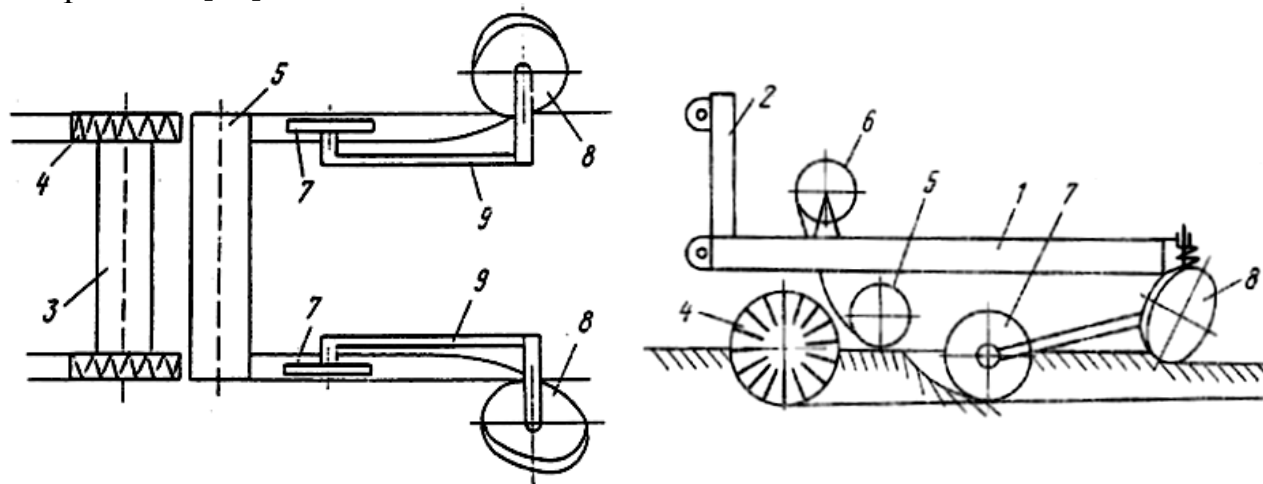


Рисунок 1.8 – Устройство для укладывания пленки для мульчирования

Предложенное устройство, разработанное учеными Петрозаводского государственного университета для укладки пленки для мульчирования на гряде (рисунок 1.9). Составляющими этого устройства являются центральная рама 1, две полурамы 2, грядообразователь 3, откапывающие 4 и заделывающие диски 6, а также трамбуемые ролики 5, соединенные с рамой с использованием шарниров.

Устройство оборудовано осями на полурамах для крепления дополнительного рулона пленки. Основные рабочие органы машины представлены в виде вращающихся дисков, создающих борозды для укладки краев мульчирующей пленки и их последующего заделывания [48].

Применение данного устройства осуществляется путем его навешивания при помощи центральной рамы на заднюю навеску трактора, который движется по полю, тянущий устройство за собой. После погружения устройства в почву до нужной глубины грядообразователь формирует грядку. Далее откапывающие диски образуют бороздки вдоль краев грядки, а трамбуемые ролики размещают края пленки для мульчирования в эти бороздки. Заделывающий ролик закрепляет края пленки в почве. Пленка поступает с рулона, подвешенного на оси 7. Когда основной рулон будет закончен, дополнительный рулон, подвешенный на оси 8, переключается на ось 7, устраняя необходимость в доставке сменных рулонов мульчирующей пленки в полевых условиях. Этот процесс повышает автономность работы устройства и оптимизирует его эффективность.

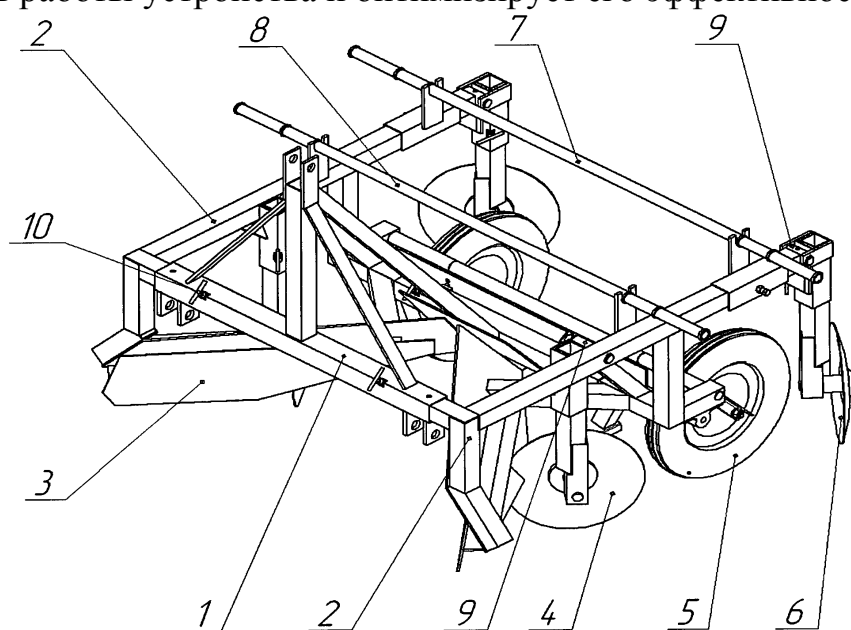


Рисунок 1.9 – Устройство для укладки пленки для мульчирования на гряде

Предложенное устройство для укладки мульчирующей пленки на почву, разработанное научными сотрудниками Научно-исследовательского института садоводства Нечерноземной полосы, представляет собой машину, как показано на рисунке 1.10. Она включает в себя раму с плужными корпусами и грядкообразующим катком, рулон мульчирующей пленки, механизм для укладки мульчирующей пленки поверх почвы и загортачи.



Механизм укладки на почву представлен поперечной штангой 11, состоящей из соединенных шарнирами 12 звеньев. Каждое звено фиксируется в определенном положении и оснащено насадкой 13, направленной к пленке. Гибкие воздухопроводы 14 соединяют насадки с источником сжатого воздуха. Между штангой и насадком располагается экран 15 из эластичного материала [49]. Это позволяет эффективно укладывать мульчирующую пленку на почву, обеспечивая оптимальные условия для роста растений. Система управления и гибкость воздушных насадок позволяют точно регулировать процесс укладки, что позволяет повысить эффективность сельскохозяйственных работ.

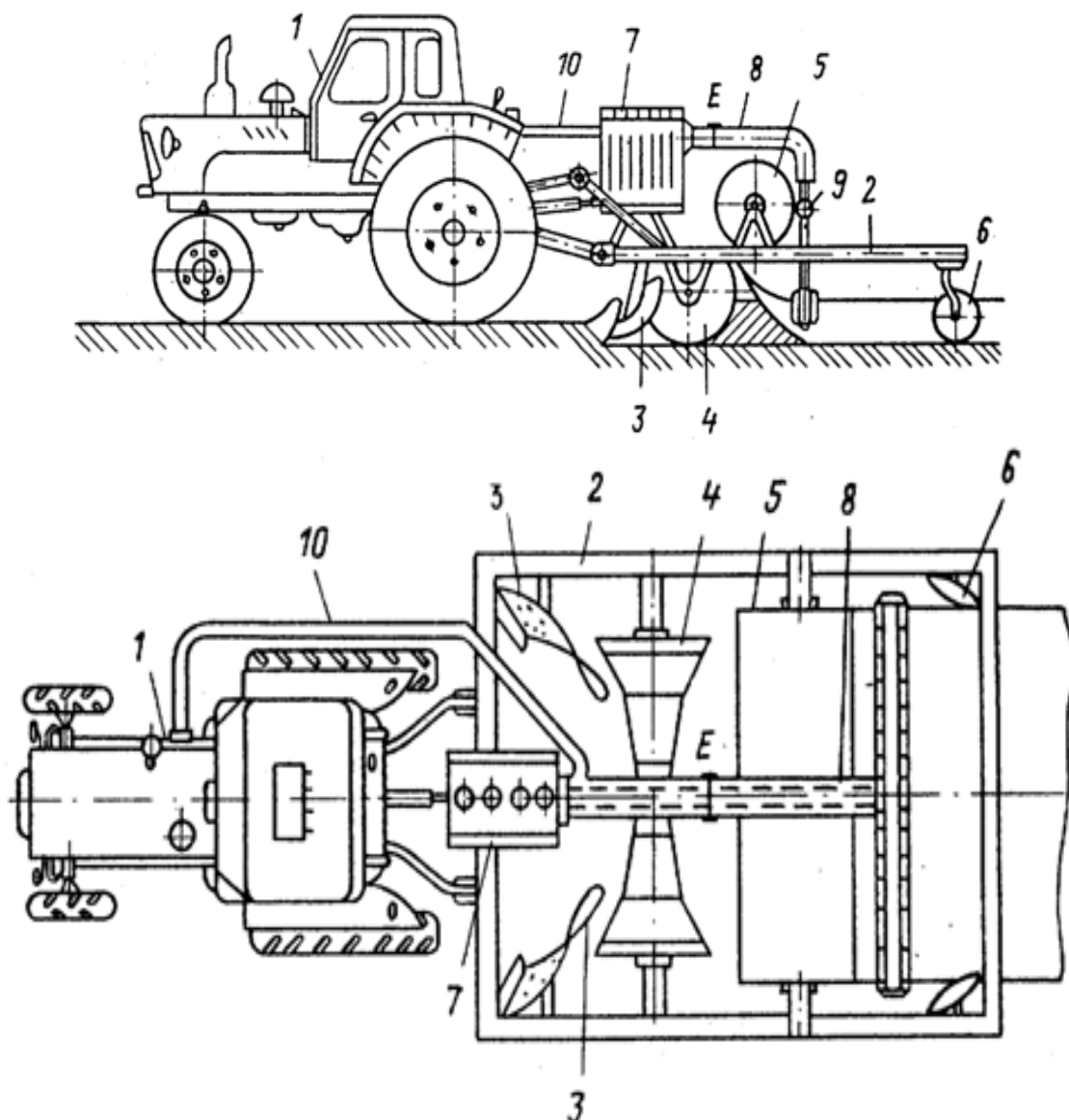


Рисунок 1.10 – Машина для укладки пленки на почву

Разработка Государственного научного учреждения Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства Россельхозакадемии (ГНУ ВСТИСП), представляет собой устройство способное подготовить почву, укладки поливного трубопровода и пленки для мульчирования на гряде заданного профиля [50].

Агрегат, согласно рисунку 1.11, включает последовательно размещенные на раме почвонагребатели, образователь гряды с устройством для прокладки поливного трубопровода на барабане, кронштейны для фиксации рулона пленки, прикатывающего колеса и загорточи для заделки краев пленки почвой.

Рыхлители почвы оснащены универсальными стрелчатыми лапами и долотообразными лапами. Образователь гряды оснащен подвижным выравнивателем в виде доски в центральной части, направляющей гибкий поливной трубопровод, поступающего с барабана. Кронштейны для рулона пленки установлены после ролика на раме, под которой размещен перфоратор, сформированный цилиндрическими барабанами с возможностью фиксированного смещения на горизонтальной оси. На барабанах установлены шипы и сменные перфорирующие ножи с шагом, соответствующим посадке черенков.

Этот агрегат, применяемый для подготовки почвы в черенковой школке, способствует повышению укореняемости черенков и качества получаемых саженцев. Создание воздушной полости между пленкой и почвой, в сочетании с орошением, обеспечивает благоприятные условия для роста саженцев. Также эффективно используется поливная вода, сокращается трудоемкость ручных работ и интенсивно обрабатывается почва.

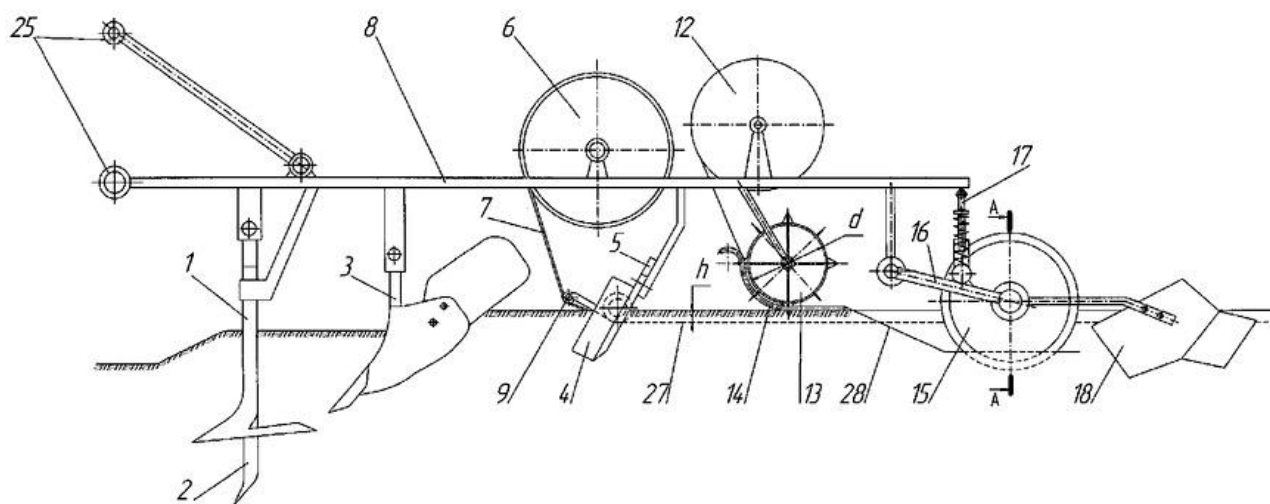


Рисунок 1.11 – Агрегат для укладки перфорированной пленки на гряды заданного профиля

Зарубежные компании представляют достаточный ассортимент современных пленкоукладчиков различных моделей. На рисунке 1.12 представлен пленкоукладчик модели Р, предназначенный для эффективного мульчирования почвы с использованием пленки или укрывного материала, с максимальной шириной 140 и 190 см соответственно. Машина для укладки пленки для мульчирования оборудована передним прикатывающим валом, а также предусматривает возможность установки специального колеса для перфорации отверстий в пленке, предназначенных для посадки рассады. Пленкоукладчик данной модели также может быть дополнен устройством для



укладки ленты капельного полива, устройством для внесения удобрений и маркерами, что расширяет его функциональные возможности.



Рисунок 1.12 – Пленкоукладчик модели Р

Машина в виде комбинированного пленкоукладчика-грядообразователя модели АР, представленного на рисунке 1.13, обладает функциональностью комбинированного. Этот агрегат способен в один проход осуществлять формирование гряды шириной от 45 до 90 см по верхней части с использованием боковых лемехов и прикатывающего вала. При этом он также выполняет мульчирование почвы с применением пленки или укрывного материала, максимальная ширина которых составляет 140 и 190 см соответственно.



Рисунок 1.13 – Комбинированный пленкоукладчик-грядообразователь модели АР

На основе анализа известных конструкции технических средств для укладки мульчирующей пленки и гибких лент можно отметить следующие недостатки, которые необходимо учесть при разработке конструктивной схемы предлагаемой машины:

- недостатком известных машин является укладка пленки только на

плоскую поверхность, а не на поверхность грядки;

- наличие у этих устройств двух катков прижимающих пленку к почве не обеспечивает плотного прилегания пленки к поверхности почвы и влечет за собой частый обрыв ее;

- недостаточное плотное прилегание пленки к профильной поверхности грядки, а при усилении натяжения пленки – частые обрывы ее;

- нерешенность проблемы полива растений, неустойчивый ход, забивание почвой опорного колеса и рабочих органов;

- неудовлетворительное качество формирования грядки при наличии в почве глыбистых включений;

- в известных устройствах отсутствуют рабочие органы для рыхления почвы, поэтому с их помощью формировать грядку приемлемого качества можно только на предварительно обработанном поле;

- повышенная металлоемкость из-за привода систем укладки шланга и пленки;

- посадка по замульчированной пленкой грядкам усложнена необходимостью проведения дополнительно разметки посадочных мест по расстеленной пленке.

## 1.6

В послеуборочный период сбора урожая использованная в качестве мульчи полиэтиленовая пленка остается под листвой и ботвой растений, что в свою очередь затрудняет удаление полиэтиленовой пленки с поверхности поля. По данным, проведенных работ в Казахском национальном аграрном университете трудоемкость при ручной уборке составляет до 64 чел.·час/га [41].

Состояние поля в весенне-летний период когда поля не подготовлены выглядят в следующем виде с остатками полимерных остатков (рисунок 1.14). Эти остатки, при отсутствии уборки, попадая в состав почвы могут лежать внутри почвы несколькими десятилетиями и нарушают водно-воздушный баланс в почве. Поэтому предлагаются различные способы удаления в послеуборочный период полимерных остатков.



Рисунок 1.14 – Состояние поля в весенне-летний период с полимерными остатками

Сотрудники Харьковского сельскохозяйственного института имени В.В.Докучаева представили устройство для снятия пленки для защиты с временных укрытий [51]. Это устройство разработано с учетом увеличения функциональных возможностей и оптимизации процесса снятия. Предложенное устройство, изображенное на рисунке 1.15, оснащено рамой 1 с колесами 2. На раме размещены механизм намотки 3, пленкоочистительный механизм 4 и направляющий приемный элемент 5. Для уменьшения усилий при снятии укрытия и предварительной очистки пленки устройство оборудовано вибрационным механизмом в виде храпового колеса, установленного на валу пленкоочистительного механизма, и регулируемым рычагом, установленным на пружинном кронштейне.

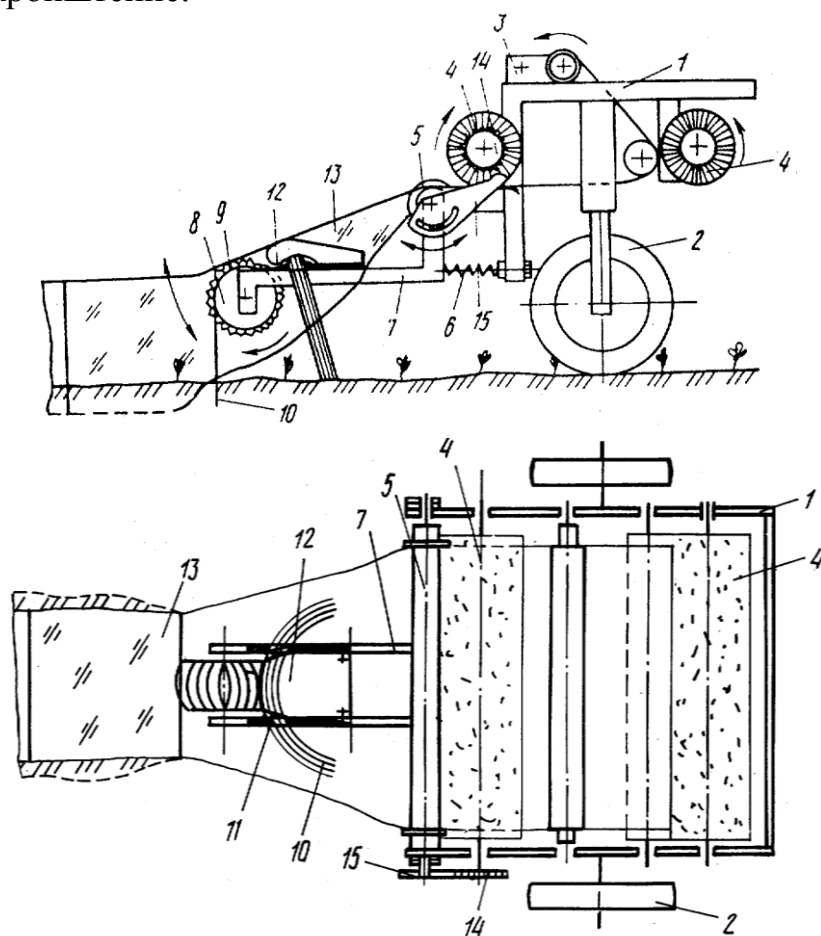


Рисунок 1.15 – Устройство для снятия пленки для защиты с временных укрытий

При движении устройства вдоль укрытия все механизмы берут привод от ВОМ трактора. Начало защитной пленки 13 очищенный от почвы подается в устройство вручную согласно технологической схеме. Ролик 8, вращаясь, приподнимает пленку 13, вытягивая ее кромки из почвы. Дуговидные каркасы 10 захватываются рифлениями 9 ролика 8, чья скорость вращения соответствует скорости движения устройства, обеспечивая нулевую скорость снятия укрытия. После пленка очищается пленкоочистителем и наматывается на вал механизма намотки 3, а элементы каркасов складываются на кронштейне с помощью прижимающего механизма 12.

Это устройство предназначено для снятия укрытий как на каркасном расположении, так и бескаркасном, что существенно повышает его эффективность. Применение данного устройства позволяет сократить трудозатраты в 2-3 раза и уменьшить расходы на изготовление специальных машин для снятия временных укрытий. Однако, следует отметить, что имеется определенная сложность для снятия намотанного рулона пленки с механизма намотки.

Существует разнообразие устройств для нарезания и сбора полос дернины, и в некоторых из них используют гладкие барабаны, оборудованные различными направляющими устройствами и прижимными роликами для сбора нарезанных дерновых полос. Например, известны устройства, где для сбора и перемещения нарезанного торфа используется накалывающий барабан с иглами, закрепленными на внутреннем кольце эксцентрически установленного барабана, для втягивания иглы во внутрь барабана. В рамках исследований Всесоюзного научно-исследовательского института торфяной промышленности (рисунок 1.16), было разработано устройство для свертывания дерновых лент в рулоны [52].

Это устройство предназначено для усовершенствования процесса снятия дерновой ленты с игл после ее намотки на барабан в виде рулона. В его конструкции присутствуют нарезающий каток 1, подрезающий диск 4 и накалывающий барабан 5 с убирающимися во внутрь иглами, закрепленный на качающейся рамке 6, шарнирно установленный на раме 7. Механизм съема рулонов представляет собой толкатель 8 с дискообразной втулкой 9 на конце. Установленные на продольных планках иглы для накалывания убираются внутрь барабана через наклонные пазы направляющих, закрепленных на оси барабана. Барабан может перемещаться вдоль своей оси.

В процессе движения трактора накалывающий барабан 5, качаясь, поднимает нарезанный дерн и наматывает его на себя, создавая рулон. После того как рулон сформировался шток 19 вместе с радиально расположенными направляющими 17 перемещают гидроцилиндром 8 в крайнее левое положение. Это приводит к перемещению игольчатых гребенок 18 в полость корпуса 14 барабана через фиксирующие выступы 20, расположенные в наклонных пазах радиальных направляющих 17. После высвобождения рулона от закрепляющих его иглолок толкатель 8 с дискообразной втулкой 9 передвигает рулон вдоль оси барабана и скидывает его в кузов транспортного средства, следующего рядом с машиной.

Однако у устройства есть определенные недостатки, такие как затрудненность полноценного перемещения игольчатых гребенок в полость корпуса барабана из-за радиальных направляющих с наклонным пазом.

Предложенное устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур, разработанное сотрудниками Белорусского государственного аграрного технического университета, обеспечивает незатруднительный процесс съема рулона намотанной пленки. Это устройство включает раму с последовательно закрепленным направляющим элементом, пленкоочищающего механизма в виде

вала с опорной площадкой, вал со встречной навивкой и пленконаматывающего механизма [53].

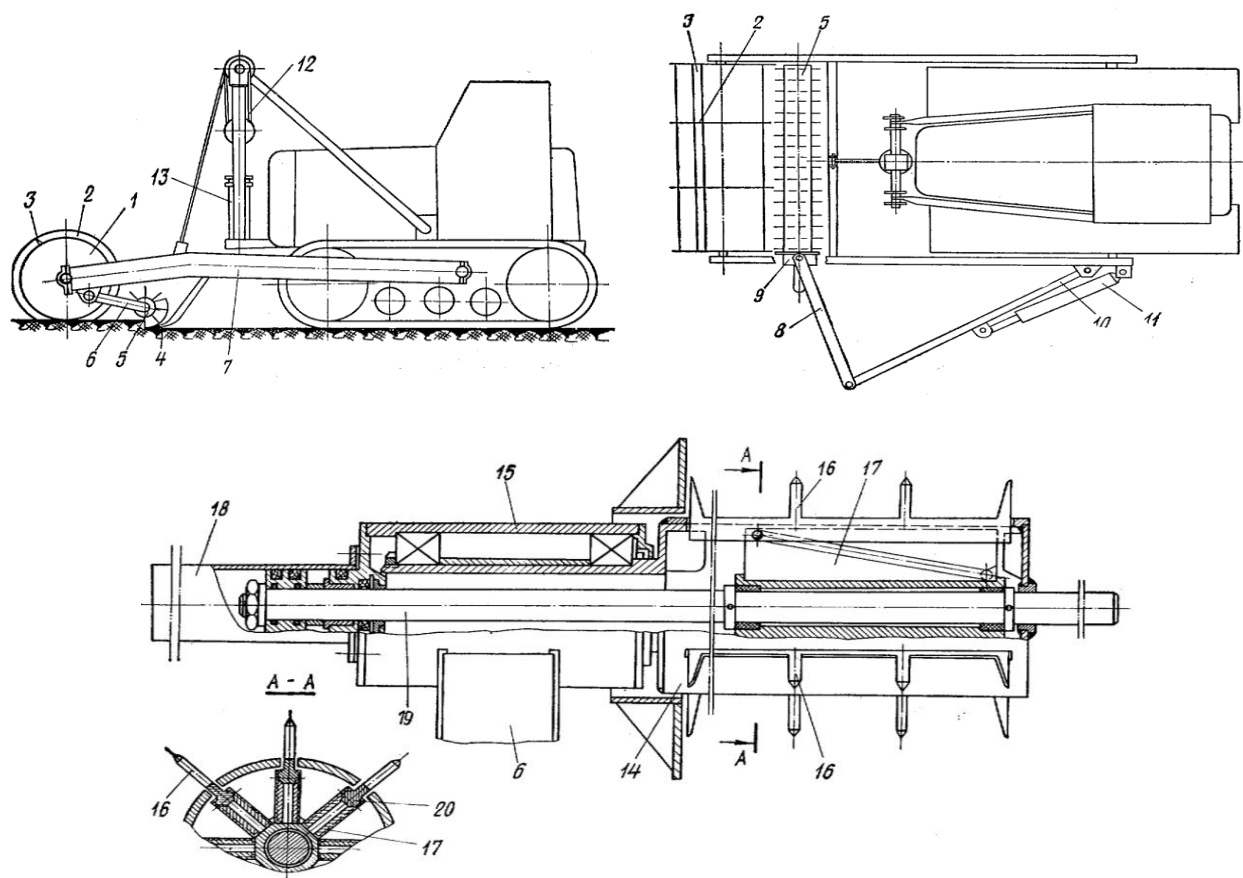


Рисунок 1.16 – Устройство для свертывания дерновых лент в рулоны

В ходе движения агрегата пленка, согласно рисунку 1.17, проходит через направляющий элемент 2, затем на опорную площадку 4, где происходит очистка с использованием пленкоочищающего механизма, сделанный в виде вала 3. Очищенная пленка равномерно распределяется на валу 5 со встречной навивкой и затем наматывается на шарнирно связанные продольные планки 12, имеющие зацепы 14, механизма пленконамотчика 6. Торцевые ограничители 8 и 9 предотвращают сползание пленки.

По завершении намотки всего рулона пленки трактор останавливается. Для снятия рулона пленки штифт 11 извлекается, втулка 10 с ограничителем 9 снимается. Небольшое усилие применяется для снятия рулона с механизма пленконамотчика. После снятия пленки втулка 10 с ограничителем 9 возвращается в исходное положение вместе с продольными планками 12, и штифт 11 стопорит втулку 10 с ограничителем 9 относительно вала 7.

Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур, Белорусского государственного аграрного технического университета, имеет повышенную равномерность распределения пленки по длине наматывающего механизма [54]. Агрегируемое с трактором, устройство включает в себя раму 1, направляющий элемент 2, пленкоочищающего механизма выполненный в виде

ротора 3, опорную площадку 4, вал со встречной винтовой навивкой 5 и наматывающего механизма пленки 6 в виде барабана образованный планками, который консольно закреплен на боковой стойке, имеющей шарнир с вертикальной осью, что обеспечивает подвижную верхнюю 8 и неподвижную нижнюю 7 части.

Привод механизма наматывания пленки представлен гидромотором 9 и цепной передачей 10, причем механизм наматывания пленки закреплен консольно со стороны привода на раме.

При движении устройства с трактором перед загоном защитная пленка 17 равномерно зацепляется на планчатый барабан наматывающего механизма 6 по его длине при помощи зацепов. В процессе работы устройства защитная пленка 17 подается на направляющий элемент 2 и опорную площадку 4, где очищается благодаря лопастями ротора 3 выполненный из эластичного прорезиненного пластика. Очищенная от почвы защитная пленка 17 расправляясь сглаживается на вале со встречной винтовой навивкой 5 и затем наматывается на планчатобразный барабан пленконаматывающего механизма 6. Вращение барабану пленконаматывающего механизма 6 осуществляется через гидромотор 9 и цепную передачу 10, а к эластичному пленкоочищающему ротору 3 и валу со встречной винтовой навивкой 5 при помощи через цепные передачи 13 и 14 гидромотором 12.

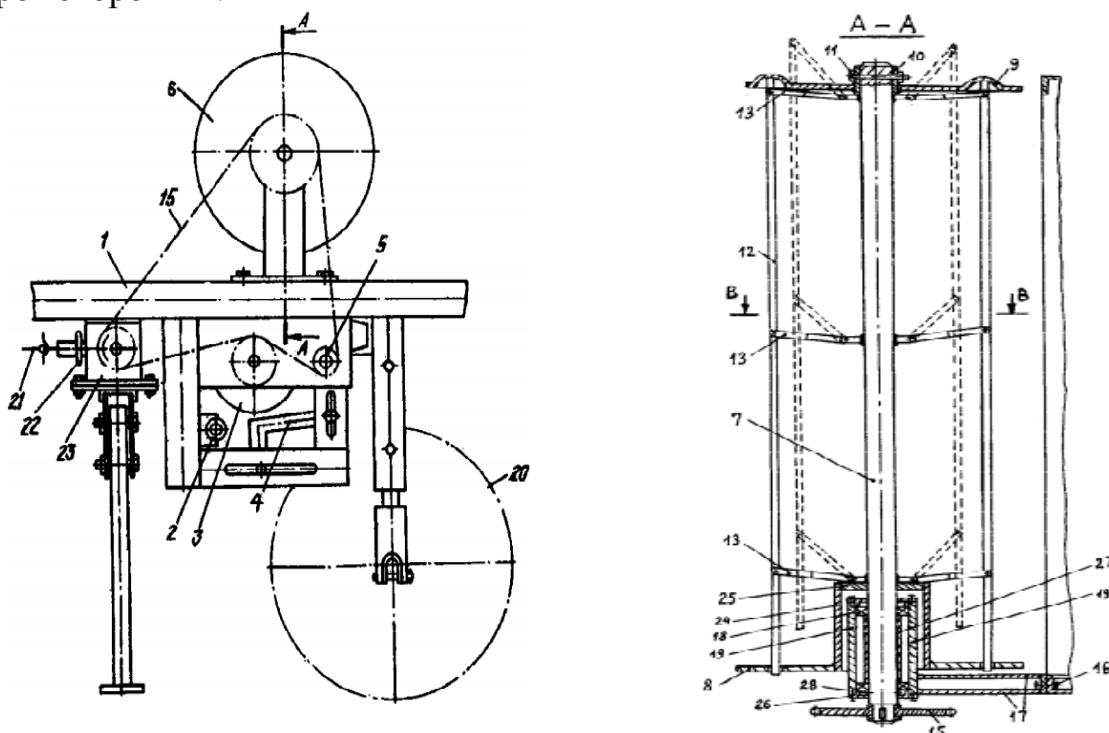


Рисунок 1.17 – Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур

При нормальном распределении краев защитной пленки 17 на барабане пьезоэлектрические датчики 15 и 16 находятся в контакте с пленкой, что поддерживает золотник гидрораспределителя в нейтральном положении. В

случае смещения пленки влево (вправо) датчики подают сигналы, в результате чего механизм намотки корректирует положение, обеспечивая равномерное распределение пленки по длине механизма намотки при изменяющихся условиях работы [55].

После завершения намотки рулона пленки агрегат останавливается, штифт 24 вынимается, и втулка 23 с подвижным торцевым ограничителем 22 убирается. Для снятия пленки с пленконаматывающего механизма 6, необходимо легким усилием к рулону снять ее, при этом концы продольных планок наматывающего барабана 25 освобождаются из отверстий неподвижного торцевого ограничителя 21, поперечные планки 26 проворачиваются вокруг своих шарнирных креплений к валу 20, и продольные планки 25 совершают параллельное движение к валу 20. Таким образом, намотанный рулон пленки снимается с пленконаматывающего механизма 6, а зацепы, не представляют преград для этого процесса.

Недостатками данной конструкции является сложность конструкции, повреждение растений при удалении защитной пленки, сложность настройки.

В Научно-исследовательском институте овощного хозяйства (Республика Беларусь) предложено устройство, представленное на рисунке 1.18. Она состоит из рамы 1, опорных колес 2, и пленконаматывающего механизма 3 [56]. На раме 1 установлен редуктор 4 соединенный через карданный вал 5 с ВОМ трактора.

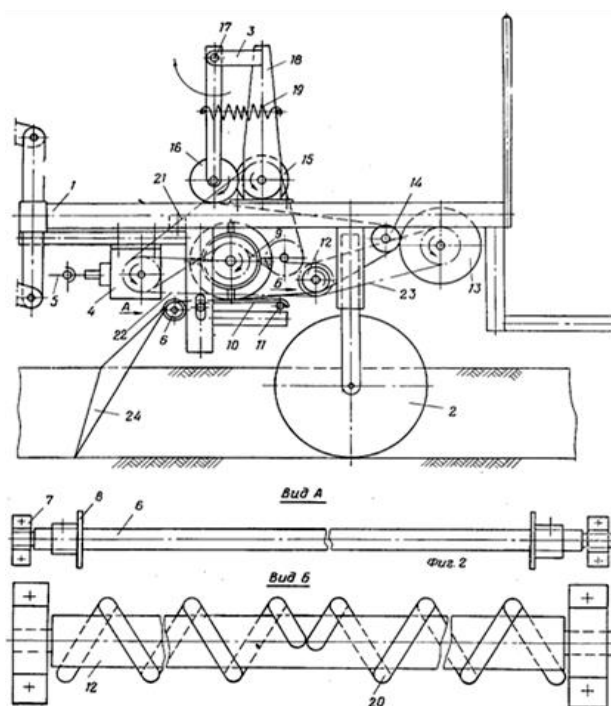


Рисунок 1.18 – Устройство для удаления защитной пленки

Пленкоочищающий механизм включает в себя многозаходный шнек 9, вал 12 и щеточный барабан 13, с закрепленным на нее опорным роликом 14. Опорная площадка 10, подвижная через шарнир 11, облегчает процесс установки пленки в пленконаматывающий механизм перед запуском устройства. Пленконаматывающий механизм состоит из ведущего вала 15 и ведомого вала 16,



который прикреплен к кронштейну 17 и закреплен с кронштейном 18 ведущего вала при помощи пружины 19.

Процесс работы устройства начинается вручную с заведенного конца защитной пленки 24 в соответствии с технологической схемой. При движении агрегата с включенным ВОМ трактора многозаходный шнек 9 и ведущий вал 15 пленконаматывающего механизма 3 вращаются, обеспечивая очистку пленки и ее намотку. Пленка расправляется на направляющем элементе и подвергается очистке от почвы шнеком 9 на опорной площадке 10. Затем пленка разглаживается по барабану с использованием вала 12, наматываясь на ведомый вал 16, который вращается силами трения.

Эффективность устройства заключается за счет снятия защитной пленки различной ширины благодаря установленным на валу дискам ограничителям, которые могут переставляться.

Однако, следует отметить, что некоторой сложностью является процесс снятия намотанного рулона защитной пленки с наматывающего механизма.

Разработка, представленная Молдавским научно-исследовательским институтом овощеводства, как показано на рисунке 1.19, оснащена рамой 2, опорные колеса 1, на которой размещены механизм очистки 3 пленки 4 и наматывающего механизма 6 [57].

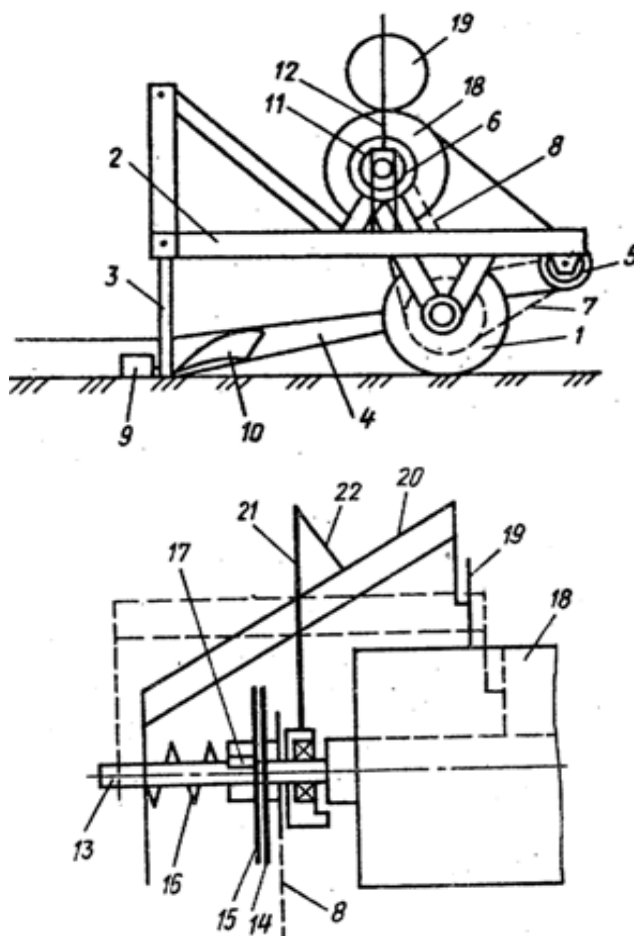


Рисунок 1.19 – Устройство для удаления защитной пленки с посевов, используемых в бескаркасных укрытиях



В процессе движения машинно-тракторного агрегата края пленки 4 подвергаются очистке элементами 9, поднимаются и направляются пластинами 10. После этого мульчирующая пленка 4 разравнивается валом 5, приводимым в движение цепной передачей 7 от приводного колеса 1. Затем мульчирующая пленка 4 наматывается на бобину 18, используя механизм 6 наматывания.

Особенности работы механизма 6 наматывания пленки 4 в этом устройстве следующие: в начале движения агрегата, колесо 1 через цепную передачу 8 приводит во вращение фрикционную муфту с ведущим диском 14. Это обеспечивает ему необходимую высокую скорость вращения, чтобы натягивать и синхронизировать скорость поступательного движения пленки 4 и ее скорость намотки на бобину 18 при минимальном диаметре последней. Сила, вращающая бобину 18, зависит от упругости установленной пружины фрикционной муфты. Образующееся напряжение поддерживает мульчирующую пленку 4 в натянутом положении, обеспечивая тем самым плотное наматывание на бобину 18.

Когда бобина 18 достигает установленного максимального диаметра, следящий элемент 12 благодаря стойке 21 и связи 22 фиксируется. После того как заменят бобину 18, следящий элемент 12 освобождается от связи 22 и вручную, под воздействием пружины 16, возвращается в свое исходное положение.

Это устройство не только повышает надежность работы и производительность труда, но и, к сожалению, имеет недостаток в виде сложности замены бобины.

Следующий тип пленкоуборочной машины представленный на рисунке 1.20 относится к машинам для удаления полимерных остатков с поля. Машина предназначена для резки и дальнейшего удаления пленки путем ее подъема и намотки.

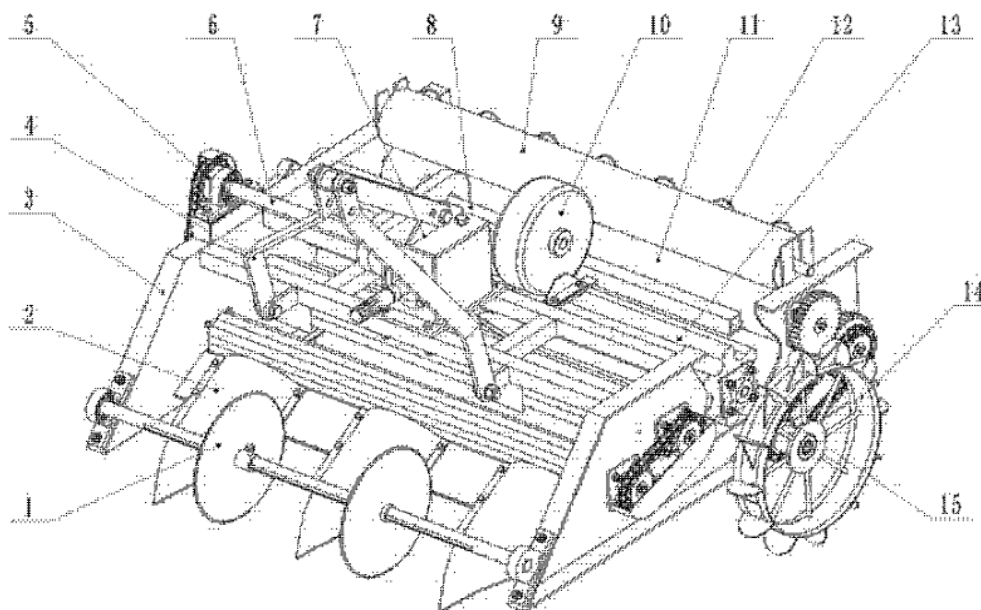


Рисунок 1.20 – Пленкоуборочная машина

Машина для уборки мульчирующей пленки состоит из стойки, подвески, установленные на двух сторонах стойки и механизм привода от приводных колес [58]. Механизм резки пленки установлен в нижней передней части стойки. Механизм подъема пленки расположен в задней части механизма резки пленки. Встряхивающий механизм транспортировки почвы и ее удаления расположен в задней части подъемного механизма пленки и установлены в средней части стойки. Наматывающий механизм расположен над задней стойкой в задней части встряхивающего механизма.

Недостатками машины для уборки мульчирующей пленки является удаление мульчирующей пленки после скашивания растительных остатков вторым проходом, а также невозможность удаления гибкой поливной ленты, что увеличивает количество операции. Кроме этого, привод механизмов устройства осуществляется с помощью приводных колес, что может быть не эффективным из-за скольжения.

Следующий тип машины в соответствии рисунка 1.21 относится к барабанному типу для удаления мульчирующей пленки [59], которая включает в себя стойку 1, сбор лопату 12, коробку сбора 13 и механизм передачи 5.

Вращающийся барабан 10 расположен между средней и задней поперечной балкой стойки. Коробка для сбора расположено на стойке за вращающимся барабаном. Для передаточного механизма, ведущие колеса расположены по обеим сторонам стеллажа, в котором внутренняя сторона рабочего колеса на одной стороне стойки соосно соединена с ведущей звездочкой, которая соединена со шкивом. Эксцентриковый вал расположен внутри вращающегося барабана, и ротор расположен на оболочке эксцентрикового вала, на котором зафиксированы подвижные зубья. Машина для удаления полиэтиленовой пленки барабанного типа имеет следующие недостатки: сложность конструкции, малый рабочий ход агрегата из-за быстрого забивания подвижных зубьев барабана пленкой, растительными остатками и почвой.

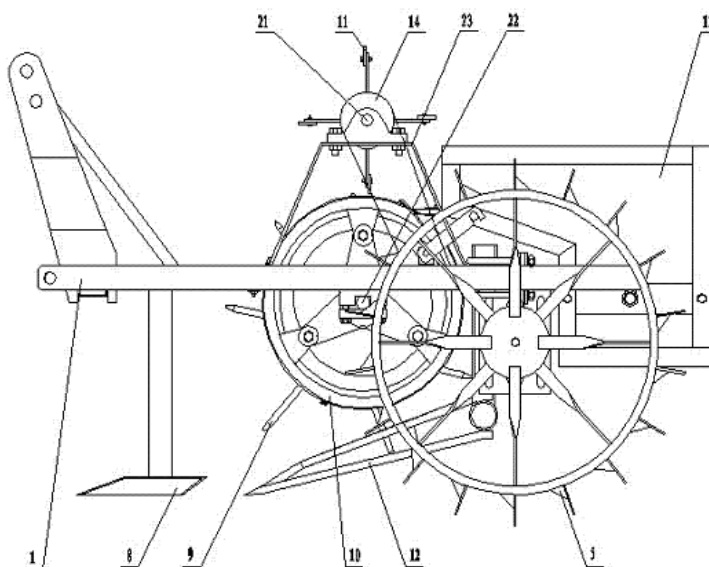
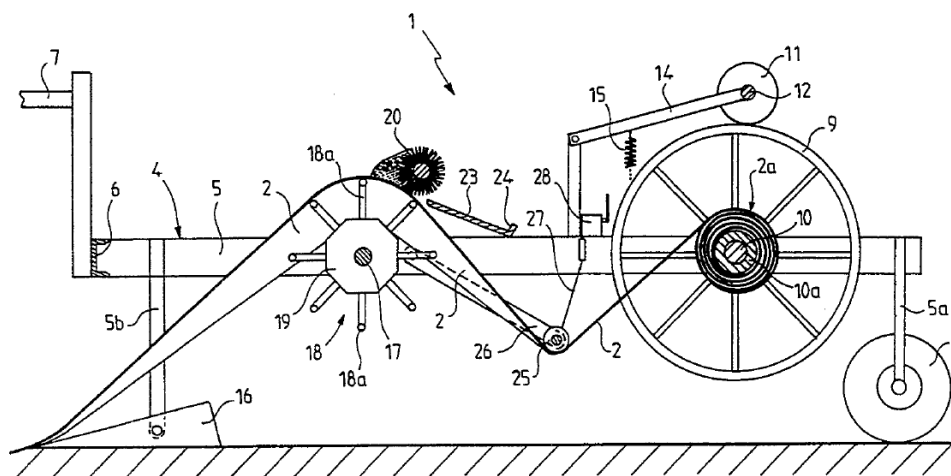


Рисунок 1.21 – Барабанная машина для удаления пленки

Известно устройство для удаления мульчирующей пленки с поверхности поля изображенная на рисунке 1.22 [60].



1 - машина для удаления мульчирующей пленки; 2 - мульчирующая пленка; 2а - намотанная мульчирующая пленка; 4 - рама; 5 - поперечная балка; 5а, 5b - опорные сойки; 6 - передняя балка; 7 - навеска трактора; 8 - опорное колесо; 9 - колесо; 10 - подвижной вал; 10а - барабан; 11 - ходовое колесо; 12 - вал; 14 - рычаг; 15 - натяжители; 16 – подъемный рабочий орган; 17 - вал; 18 - поперечный барабан; 18а - стержни барабана; 19 - пластина; 20 - щетки для очистки мусора; 23 - дефлекторы; 24 - отвал дефлектора; 25 – поперечный натяжной ролик; 26 - рычаг ролика; 27 - стяжной стержень; 28 - подвижный элемент для регулировки гидравлического распределителя

Рисунок 1.22 - Машина для удаления мульчирующей пленки с поля

Поперечный барабан с помощью подъемного рабочего органа поднимает мульчирующую пленку с поверхности поля. Стержни подъемного барабана натягивают мульчирующую пленку и прижимают ее к щеткам для отчистки ее от почвы и растительных остатков, которые скатываются по наклонным дефлекторам и скатываются вниз на поверхность поля. Мульчирующая пленка наматывается на намоточный барабан. Натяжение при намотке осуществляется поперечным натяжным роликом. Привод осуществляется от гидромотора.

Недостатком данного устройства является то, что отсутствует устройство для среза растительных отходов над мульчирующей пленки. Также конструкция отчистки с помощью барабана 20 не способствует полноценной очистки поверхности пленки в результате чего остатки почвы и растений оказываются возле механизма 25, что в свою очередь влияет на работоспособность машины.

Также известно устройство [61] для извлечения и намотки мульчирующей пленки PMR 1 Американской фирмы ROCCO (рисунок 1.23).



Рисунок 1.23 – Машина для удаления мульчирующей пленки PMR 01

Схема данной машины приведена на рисунке 1.24. Данное устройство для удаления мульчирующей пленки содержит поперечину 1 рамы, изготовленной из стали или аналогичного материала.

На поперечине 1, закреплены дисковые ножи 3 для резки почвы закрепляющих края мульчирующей пленки. Стебли остаточных растений подрезаются снизу мульчирующей пленки плоскими ножами 4. После резки краев пленки мульчирующей пленки и обреза остатков мульчирующая пленка поднимается по наклонному транспортеру 5 приводимый в свою очередь с помощью цепной передачи 6 от гидромотора 7. Наклонный транспортер 5 содержит поперечные тяги, 8 на которых установлены специальные шипы 9. Шипы 9 обеспечивают протягивание пленки к намоточному механизму. Намоточный механизм состоит из правого конического элемента 10 и аналогичного левого элемента 11. Привод вращения правого и левого намоточного элемента происходит от гидромотора 12. Скорость вращения и угол наклона транспортера производится с помощью оператора, размещающегося на площадке 13.

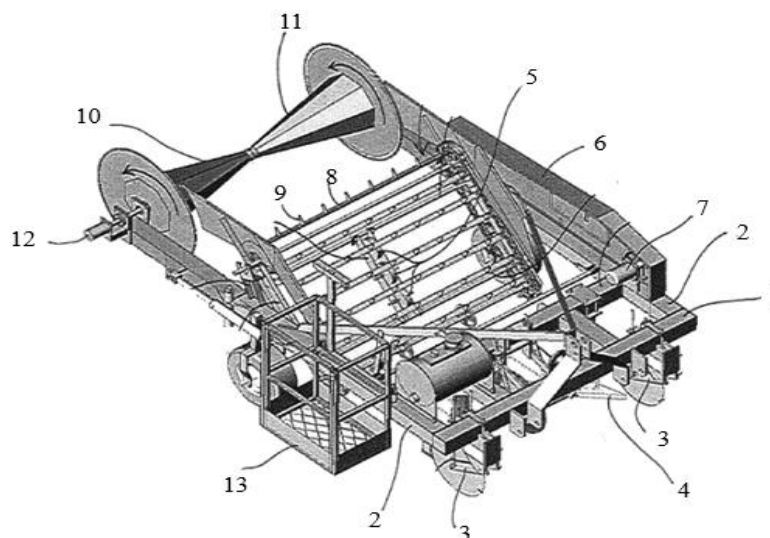


Рисунок 1.24 – Схема машины для удаления мульчирующей пленки

Недостатком данного устройства является присутствие оператора непосредственно на машине в момент уборки мульчирующей пленки, а также большое тяговое сопротивление машины.

В мировой практике также используется огневой культиватор для уничтожения пластиковой мульчи. Разработки фирмы Kennco может сжигать пластиковую мульчу в полевых условиях (рисунок 1.25) или использовать для сжигания ярусов и мертвых виноградных лоз [62]. Сжигатель мусора мульчи фирмы Kennco – это портативная мобильная пропановая печь сжигания отходов, которой можно использовать для быстрой и недорогой утилизации мульчи (рисунок 1.26).



Рисунок 1.25 - Огневые методы уничтожения полимерных материалов

Изучение существующих конструкций технических средств для удаления мульчирующей пленки выявило ряд недостатков, которые требуется учесть при разработке конструктивной схемы предлагаемого устройства для снятия пленки:



Рисунок 1.26 - Общий вид сжигателя мусора мульчи фирмы Kennco

- трудоемкость процесса удаления намотанной бухты из агрегата;
- сложность конструкции и дороговизна оборудования;

- выполнение операции повторными проходами с разными типами машин, что повышает себестоимость технологии;
- сложность погрузки и перевозки убираемого материала, из-за некачественного сбора;
- обслуживание агрегата дополнительным оператором, что не отвечает требованиям безопасности и нормам эргономики;
- разработки не предусматривают удаление пленки, когда через мульчу прорастают стебли растений;
- отдельные устройства не приспособлены для уборки разной ширины защитной пленки.

В результате литературного обзора и патентного поиска по способам и техническим средствам для удаления мульчирующей пленки и капельных лент были установлены следующие виды технологии удаления мульчирующей пленки в соответствии с рисунком 1.27. Обнаруженные группы конструкций машин для удаления (снятия) защитной пленки и капельной ленты с почвы [51-62] послужили основой для проведения анализа.

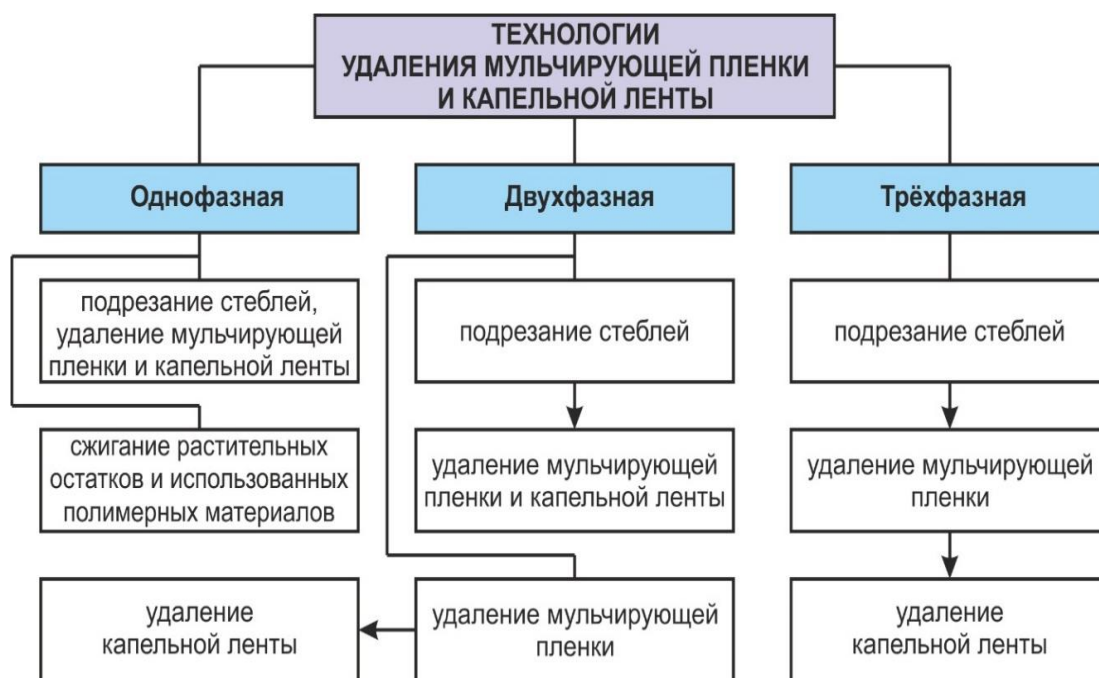


Рисунок 1.27 – Классификация способов удаления полимерных остатков с поверхности почвы

В зависимости от условий укладки мульчирующие пленки и гибкие поливные ленты могут эксплуатироваться совместно или раздельно. Условие укладки зависит от технологии использования орошения. Поэтому удаление можно проводить тремя способами уборки.

Однофазная уборка, где все операции выполняются одновременно, которая является самой сложной и соответственно дорогостоящей, потому что используется multifunctional техника. Однофазная уборка может выполняться двумя способами: путем одновременного выполнения всех



механизированных операции; сжигания растительных остатков и полимерных материалов на местах.

Двухфазная уборка может выполняться двумя способами: удаление мульчирующей пленки в первой фазе, а во второй фазе удаляется капельная лента, в этом способе стебли подрезаются уборочным комбайном при уборке урожая; второй способ включает фазы срезания стеблей и фазы одновременного удаления мульчи и капельных лент.

Трехфазная уборка выполняется по отдельности, сперва подрезание стеблей, затем удаляется отдельно мульчирующая пленка и в конце убирается лента капельного орошения.

Обзор и анализ способов удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент орошения показывают, что при выполнении работы используются различные виды технических средств. Эти средства, выполняя установленные операции имеют определенные преимущества и недостатки. Эти показатели систематизированы в таблицах 1.10, 1.11, 1.12.

Способы уборки лент капельного орошения предусматривают ручную и механизированную. Механизированные способы могут быть при движении агрегата или при стационарном состоянии.

Способы удаления мульчи предусматривают: ручную; частично механизированную; механизированную (специализированной техникой или неспециализированной техникой); с помощью огневого устройства для сжигания остатков растительности и полимерных материалов.

Таблица 1.10 – Способы удаления капельной ленты

Способы удаления капельной ленты		Преимущества	Недостатки
Не механизированный (ручной)		- не требует механизированных и других средств	- низкая производительность - высокая трудоемкость - большие затраты времени - не удобство погрузки - высокие затраты на перевозку
Механизированный		- снижение трудоемкости - экономия времени - удобство погрузки - не полное использование грузоподъемности транспортного средства - сложность съема намотанной ленты	- требует специальное оборудование - одновременно не удаляет мульчирующую пленку - требует оператора для управления

Таблица 1.11 – Способы удаления мульчирующей пленки

Способы удаления мульчирующей пленки		Преимущества	Недостатки
Не механизированный (ручной)		- не требует механизированных и других средств	- низкая производительность - высокая трудоемкость процесса - большие затраты времени - не удобство погрузки на транспортное средство - не полное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за неплотной укладки
Огневой		- высокая производительность - не требует погрузки и транспортировки	- требует специальное оборудование - загрязнение окружающей среды - неполное сжигание мульчирующей пленки
Частично механизированный		- улучшает условия труда рабочему персоналу, что позволяет повысить производительность	- требует специальное оборудование - высокая трудоемкость процесса - большие затраты времени - не удобство погрузки на транспортное средство - не полное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за неплотной укладки
Механизированный	Орудия не по назначению 	- улучшает условия труда рабочему персоналу, что позволяет повысить производительность - не требует специального оборудования	- неполное удаление мульчирующей пленки - не удобство погрузки на транспортное средство - неполное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за неплотной укладки - загрязнение окружающей среды
	Специальными машинами 	- высокая производительность - экономия времени - удобство погрузки - полное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за плотной укладки - снижение трудоемкости	- требует специальное оборудование - одновременно не удаляет капельную ленту - требует дополнительного оператора - эргономика оператора не соблюдается - высокая стоимость оборудования



Таблица 1.12 – Способы уборки мульчирующей пленки и капельной ленты

Способы удаления мульчирующей пленки и капельной ленты		Преимущества	Недостатки	
Не механизированный (ручной)		- не требует механизированных и других средств	- низкая производительность - высокая трудоемкость процесса - большие затраты времени - не удобство погрузки на транспортное средство - не полное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за неплотной усадки	
		- улучшает условия труда рабочему персоналу, что позволяет повысить производительность	- требует специальное оборудование - высокая трудоемкость процесса - большие затраты времени - не удобство погрузки на транспортное средство - не полное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за неплотной усадки	
Механизированный	Орудия не по назначению		- улучшает условия труда рабочему персоналу, что позволяет повысить производительность - не требует специального оборудования	- не полное удаление мульчирующей пленки и капельной ленты - не удобство погрузки на транспортное средство - неполное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за неплотной усадки - загрязнение окружающей среды
	Специальными машинами		- высокая производительность - экономия времени - удобство погрузки - полное использование грузоподъемности транспортного средства, из-за плотной усадки - снижение трудоемкости	- требует специальное оборудование - наматывание мульчирующей пленки и капельной ленты на один барабан - требует дополнительного оператора - эргономика оператора не соблюдается - высокая стоимость оборудования

Удаление мульчирующей пленки и ленты капельного орошения при совместной уборке предусматривает следующие способы: не механизированный; полумеханизированный; механизированный. Ручные способы (немеханизированный) уборки при использовании большой площади является очень трудоемкими. При частично механизированном способе также приходится использовать ручной труд. Механизированный способ полностью не доведен до окончательного состояния. Здесь также использует дополнительного оператора для управления режимами работы намотки путем визуального осмотра при движущимся агрегата. Либо эти агрегаты имеют очень высокую стоимость (рисунок 1.28). Стоимость существующих агрегатов колеблется в большом диапазоне от 1046150 до 10226650 тенге при перерасчете на национальную валюту.



**\$2450**



**4 000 \$**  
**Zerma-Ukraine**



**\$23,950**  
**AUD Rocca**

Рисунок 1.28 – Сравнительные показатели по стоимости агрегатов

В Казахстане такие агрегаты приобрести не в состоянии даже состоятельные товаропроизводители. Поэтому предпочитают использование ручного труда, которое занимает огромные затраты физического труда и времени. Исходя из этого следует, что большинство хозяйств оставляют остатки полимеров из-за нехватки ресурса и времени.

## 1.7

Анализ результатов научных исследований, а также передового опыта по созданию различных устройств в данной области дает оценить эффективность производства овощных культур при выполнении соответствующих операций. Наиболее существенное влияние на эти показатели оказывает сохранение влаги в почве и уменьшение сорных растений в период выращивания растений. Эти показатели в свою очередь зависят от технологии выращивания. Одним из известных эффективных способов выращивания является использование мульчи для покрытия поверхность почвы различными материалами, в том числе полиэтиленовой пленкой и использование гибких лент для капельного орошения. Механизированные агрегаты, применяемые для мульчирования, также ограничены в своей эффективности из-за ограниченных функциональных

возможностей. В результате часто выполняют отдельные операции для расстилки мульчирующего материала и посадки рассады, что приводит к дополнительным затратам и уплотнению почвы. Исключительно перспективными в этом контексте являются комбинированные агрегаты, способные выполнять несколько операций за один проход, включая мульчирование почвы, посадку рассады и укладку гибкой ленты капельного орошения.

Однако, послеуборочный период использованная мульча из полиэтилена создает определенные неудобства для обработки почвы. Прозрачный полиэтилен разлагается при прямом попадании солнечных лучей т.к. он не имеет в составе сажи, которая может защитить от ультрафиолетовых лучей солнца. Стебли растения в период выращивания овощей создают достаточное условие полиэтилену находиться в тени. В результате полиэтилен остается и имеет достаточную прочность. Короткие дни в осенний период не в состоянии повлиять на полиэтиленовую пленку дойти до стадии разложения от солнечных лучей. Поэтому послеуборочный период также является необходимым механизированным способом удаления пленки и гибких поливных лент. В противном случае остатки полимерных материалов создадут неудобство обработки почвы оставаясь на долгий срок.

Учитывая современные требования для производства овощей и недостатков существующих технических средств, предлагается устройство для удаления использованной мульчи и гибких поливных лент с одновременным расстилом растительных отходов для создания естественной мульчи в осенний период вместо удаленной мульчирующей пленки.

Повышение эффективности и расширение функциональных возможностей устройства достигается за счет повышения производительности намотки пленки и гибких поливных лент путем автоматизации отдельных операций при исключении оператора для управления процессами намотки.

Исходя из вышеизложенного, целью исследований следует сформулировать: обеспечение сохранности плодородия почвы после использования мульчи путем удаления полимерных остатков механизированным способом.

Для реализации поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

- обзор и анализ состояния вопроса по удалению мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты в послеуборочный период с поля в зарубежной и отечественной практике;
- разработка механизированной технологии и технического средства для удаления, использованных полимерных отходов (пленки для мульчирования и гибких капельных лент для полива) в послеуборочный период с поверхности поля;
- теоретическое и экспериментальное обоснование режима работы удаления мульчирующей пленки, гибких поливных лент и конструктивных кинематических параметров устройства для его осуществления;

- исследование предлагаемого технологического процесса удаления мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты при совместном и раздельном удалении в лабораторных условиях;
- испытание экспериментального агрегата для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент после уборки урожая с поля в условиях хозяйства в полевых условиях;
- оценка технико-экономической эффективности использования предлагаемой технологии и технического средства для удаления мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты.

1. Мульчирование почвы полиэтиленовой пленкой и полив капельной лентой – это два эффективных метода для улучшения условий выращивания растений. Использование обоих методов вместе может принести максимальные выгоды для почвы и растений. Мульчирование почвы полиэтиленовой пленкой поможет сохранить влагу и регулировать тепловой режим, а полив капельной лентой обеспечит эффективное и экономичное использование воды, что позволило повысить урожайность до 50% при экономии воды до 40%.

2. Наличие остатков мульчирующей полиэтиленовой пленки и капельной ленты в почве может причинять вред как для почвенной экосистемы, так и для окружающей среды. Сбор и удаление полимерных остатков послеуборочный период ручным способом является очень трудоемким, требующее определенных энергетических ресурсов и времени.

3. Для защиты посевных площадей от загрязнения полимерными остатками, где использованы механизированная технология укладки мульчи и гибких поливных лент орошения, целесообразны использования механизированной технологии.

4. Наличие недостатков существующих технологий и технических средств в технологическом, конструктивном плане и высокая себестоимость не является рентабельным для приобретения и эксплуатации их в условиях республики, это требует с учетом недостатков, создание отечественной техники для этой цели.

## 2.1

Для производства овощей в хозяйствах используется широкий комплекс машин и агрегатов. Внедрение в технологию производства овощных культур комплекса специализированных машин приведет к механизации всех операции технологического процесса. К ним следует отнести: образование гряд; укладка мульчирующей пленки и ленты капельного орошения; посев семян и высадка рассады; междурядная обработка посевов и насаждений [63-65].

Сбор корнеплодов и луковиц, загрузка выкопанной продукции в транспортные средства, сплошной сбор томатов (сортов и гибридов, которые выведены для машинных технологий) зависят от вида дальнейшей переработки, и они могут отличаться, а технологические процессы производства остаются более общими.

Задачи обработки почвы под овощные культуры такие же, как и при выращивании других сельскохозяйственных культур, однако требования к качеству обработки и технике выполнения отдельных приемов в овощеводстве имеют свои особенности. Для использования сеялок точного высева и рассадопосадочных машин необходима соответствующая подготовка почвы. Поверхность поля должна быть ровным, почва - должна иметь измельченную и равномерную структуру.

Комплекс работ по подготовке почвы под овощные культуры часто требует выполнения таких операций, как создание гряд и гребней, что улучшает условия произрастания растений и жизнедеятельности корневой системы. Для этого используются специальные машины, которые после обработки почвы готовят гребни или гряды под посев или посадку овощных культур – ими являются: культиваторы-грядообразователи и культиваторы-гребнеобразователи. При этом операция формирования гряды может проводиться одновременно с ее укрытием мульчирующей пленкой и укладкой-капельной ленты. Эти машины могут быть с активными и пассивными рабочими органами, формируют за один проход от одной до трех гряд и от двух до восьми гребней. Наиболее представленными на отечественном рынке производителями рассадопосадочных машин является Ferrari, Sfoggia, Checchi & Magli, Hortech [66, 67].

Уход за овощами в течение вегетационного периода является важной составляющей технологии выращивания овощных культур. Система ухода направляется на создание оптимальных условий для развития культур, рациональное использование ими питательных веществ, влаги и солнечной энергии для формирования максимальной урожайности. Уход за посевами и насаждениями овощных культур объединяет следующие технологические операции:

- прореживание всходов и формирования густоты;
- рыхление междурядий;

- борьба с вредителями и болезнями;
- поддержание водного режима;
- подкормка.

Одним из важных факторов получения высокой урожайности овощей является размещение оптимального количества растений на единице площади. В современных технологиях выращивания овощных культур норма высева рассчитывается, как правило, под конечную оптимальную густоту, поэтому при таких условиях прореживания не выполняется [68, 69].

Все возможные меры оптимального обеспечения растений водой в достаточном количестве направлены на орошение, без которого получить удовлетворительный урожай овощных культур невозможно.

Капельное орошение получает все большее распространение в производстве овощных культур.

Уборка овощных культур является одним из наиболее трудозатратным технологическим процессом. Это связано с необходимостью привлечения сезонных рабочих. Для решения этой проблемы необходима механизация технологических процессов сбора овощной продукции.

Наиболее комплексно сегодня решается вопрос механизированной уборки томата, лука, моркови. Для реализации технологических процессов существует целый комплекс машин, как правило, зарубежного производства. Для механизации уборки томата используются томат уборочные комбайны, которые производятся как в варианте самоходных машин, так и прицепных. Следует отметить, что для использования томатуборочных комбайнов подбирают сорта таким образом, чтобы одновременно созревали не менее 70% плодов.

Для обеспечения механизированной технологии также крайне важно использование выращивания рассады в специальных кассетах. В сфере овощеводства сложились различные методы выращивания рассады, включающие:

Горшочный метод. Метод с использованием горшков и пикировки является наилучшим вариантом для сохранения корневой системы рассады при пересадке, минимизируя потери. Этот метод практически исключает замедление роста растений, что приводит к получению урожая на 5-15 дней раньше. Однако стоит отметить, что этот метод выращивания рассады требует значительных трудозатрат. Несмотря на механизацию процесса подготовки материалов и посадки рассады, эти шаги все еще требуют существенных усилий и финансов. Именно поэтому выращивание рассады в кубиках или горшочках оправдано лишь для культур, приносящих значительный доход из раннего урожая. Сюда включаются ранняя цветная и кочанная капуста, ранний томат, кочанный салат, а также растения семейства тыквенных, которые не переносят посадку так легко. Для изготовления горшков или кубиков используют почвенные смеси, обладающие высокой влагоемкостью, хорошей воздухопроницаемостью и одновременно эффективной поглотительной способностью.

Для формирования почвенных смесей подбирают компоненты, учитывая их доступность, низкую стоимость и необходимые свойства. Чаще всего

используют конский навоз, перегной, торф, компосты, дерновую почву, коровяк. При этом, чтобы предотвратить склеивание массы кубика, количество коровяка ограничивается на уровне 5–10% от общего объема смеси. Это важное условие позволяет обеспечить оптимальные условия для роста корневой системы и обеспечивает эффективность выращивания рассады.

Способ выращивания в горшочках без пикировки является эффективным при культивации рассады для защищенного грунта. Для этого используют заводские горшочки из полиэтилена или торф целлюлозные, где торф составляет 65%, а бурая древесная масса – 35%. Горшочки заполняют рассадным грунтом и в них производится посев семян. Посеянные семена закрывают пропаренным торфом или песком, что обеспечивает оптимальные условия для прорастания и развития растений.

Безгоршочный метод. Метод выращивания рассады без горшков с последующей пикировкой в грунт предоставляет несколько преимуществ. Пикировка снижает необходимость в прореживании всходов, экономит семена и место в защищенном грунте, а также обеспечивает равномерное распределение рассадных растений по всей площади. В течение первых 15 - 35 дней жизни растений занимают в 7 - 20 раз меньшую площадь, чем готовая к высадке рассада. При пикировке сеянцы погружают глубже в грунт, формируя придаточные корни из подсемядольного колена. Этот метод особенно подходит для выращивания различных видов капусты, томатов, сельдерея и салата. Тыквенные культуры обычно не подвергаются пикировке из-за их плохой переносимости этой операции.

Выращивание рассады с посевом семян в грунт – это метод, при котором семена распределяются с нормированным расстоянием, и затем развивающиеся растения оставляются на своем месте до момента высадки в поле. Этот подход применяется для культивации разнообразных видов томатов, салата, капусты и перца.

Альтернативно, выращивание рассады в мини блоках (кассетах) представляет собой передовую технологию, широко используемую во всем мире. Термин «Миниблоки» обычно описывает прессованные или непрессованные цилиндрические или пирамидальные блоки с объемом от 7 до 35 см<sup>3</sup>.

## 2.2

По мере совершенствования технологий выращивания овощных культур меняются и приемы, технические средства (орудия) обработки почвы. Однако, независимо от исторического периода выполнения технологических операций по обработке почвы они, по-прежнему, подразделяются на основную, предпосадочную обработку почвы и обработки почвы в период вегетации – операции по уходу за культурой.



Основная обработка почвы зависит от выбранной системы земледелия. При традиционном земледелии основная обработка почвы, как правило, состоит из нескольких приемов глубоких и сплошных рыхлений почвы.

Степень предпосевного поверхностного рыхления и выравнивания почвы зависит от глубины предпосадочной обработки почвы, которая должна соответствовать оптимальной глубине заделки рассады конкретной культуры.

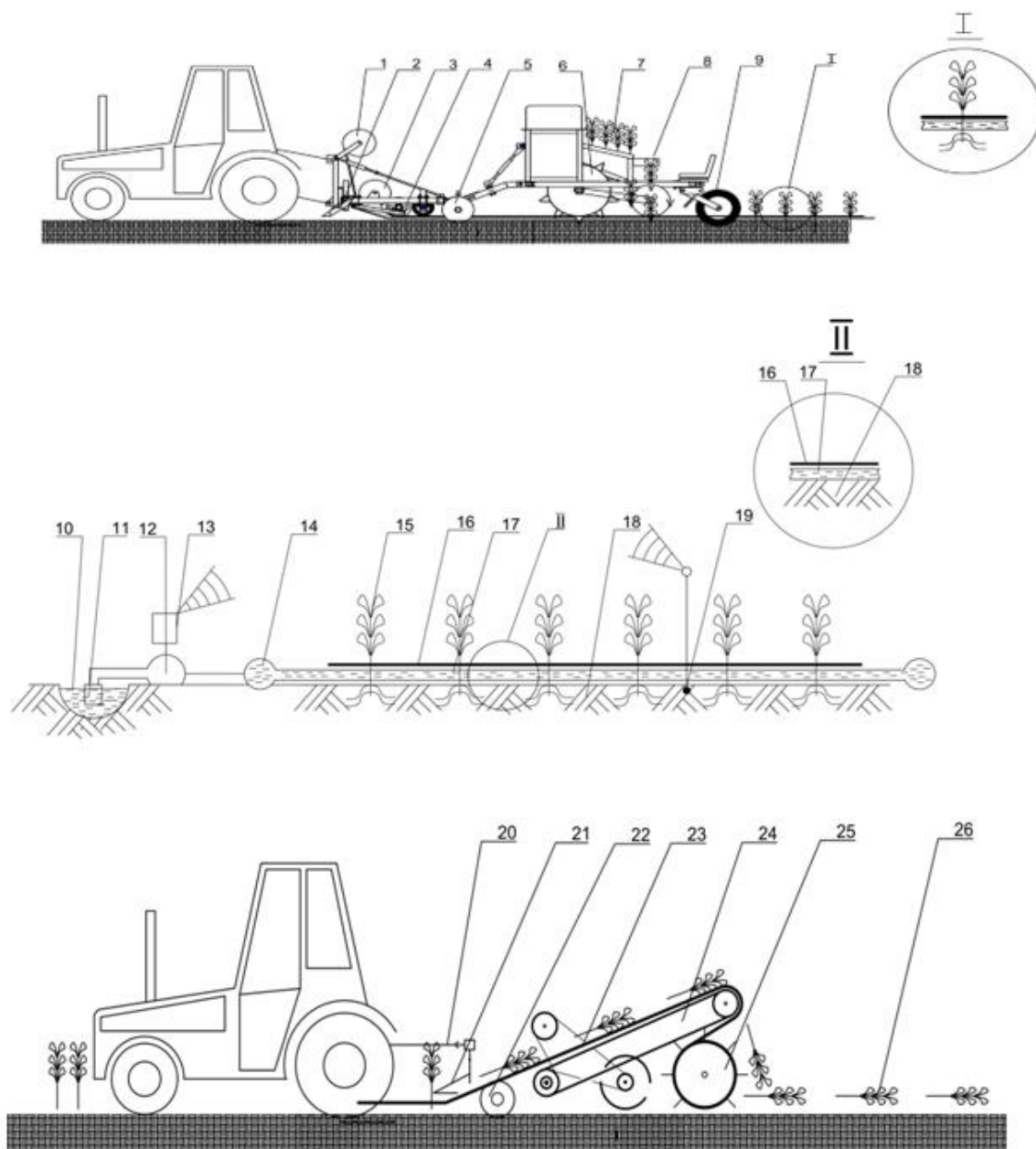
Предлагаемая технология интенсификации производства овощей предназначена для: механизированной посадки рассады с предварительным мульчированием почвы полиэтиленовой пленкой и укладкой поливных лент капельного орошения; использования капельного орошения с размещением гибких поливных лент под мульчирующей пленкой; уборки мульчирующей пленки с одновременным удалением растительных отходов (рисунок 2.1а). При этом растительные отходы вполне могут быть использованы в качестве естественной мульчи послеуборочной период для сохранения осенней влаги в почве. Следует отметить, что мульчирование почвы полиэтиленовой пленкой сократит количество операции по уничтожению сорных растений и уменьшит количество подачи поливной воды.

Для выполнения рассматриваемых операций предлагается использование устройств для посадки рассады, мульчирования почвы с одновременной укладкой поливных лент капельного орошения под мульчирующей пленки (рисунок 2.1а) [70, 71, 72, 73]. Технологический процесс начинается с образования продольных борозд на ширину мульчирующей пленки отвалами. По продольной оси агрегата укладывается гибкая поливная лента путем отматывания катушки. Гибкая поливная лента покрывается мульчирующей пленкой, размещенной на ширину агрегата, при укладке пленка прижимается с помощью специального барабана к почве, а края мульчирующей пленки опускаются в образованные борозды и прижимаются колесами, движущимися по борозде. Прижатые края пленки закрываются почвой с помощью дисковых отвалов. Две лункообразовательные колеса, установленные на одном валу, параллельно перемещаются вдоль мульчирующей пленки, образуя лунки через мульчу в почве с помощью лункообразователей, размещенные на ободке колеса равным шагом. Посадочный механизм обеспечивает посадку брикетированной рассады в образованные лунки через мульчу. В случае отсутствия брикетированной рассады агрегат может работать без посадочного механизма. При этом посадку рассады сажают сажальщики, сидящие на креслах. Предлагаемый агрегат по сравнению со своими аналогами в два раза производительнее, так как существующие машины эти операции проводят за два приема.

Капельное орошение предназначено для дозированной подачи воды в зависимости от состояния влажности почвы. Для экономного использования поливной воды предлагается использование влагомерных датчиков, размещенные на поливном участке, которые передают информацию текущего состояния влажности почвы в блок управления насоса (рисунок 2.1б). Согласно



настроенному дискретному значению влажности почвы датчики передают сигнал к блоку управления для включения или отключения насоса.



1- катушка гибкой поливной ленты; 2-отвал для образования канала; 3- пленка рулоне; 4-пленка укладчик; 5-дисковый отвал для закрытья края пленки; 6- лункообразователь; 7-рассады в ящиках; 8-рассады в механизме посадки; 9- опорное колесо; 10-водозаборник; 11-фильтр; 12-насос; 13-станция управления; 14-магистральная труба; 15-рассада; 16-мульча; 17-гибкая поливная лента; 18- почва; 19-влажомер с датчиком; 20-механизм привода; 21-резущий аппарат; 22- почвоудалитель; 23-мульчирующая пленка; 24-наклонный транспортер; 25- пленконаматовающий барабан; 26- скошенная масса

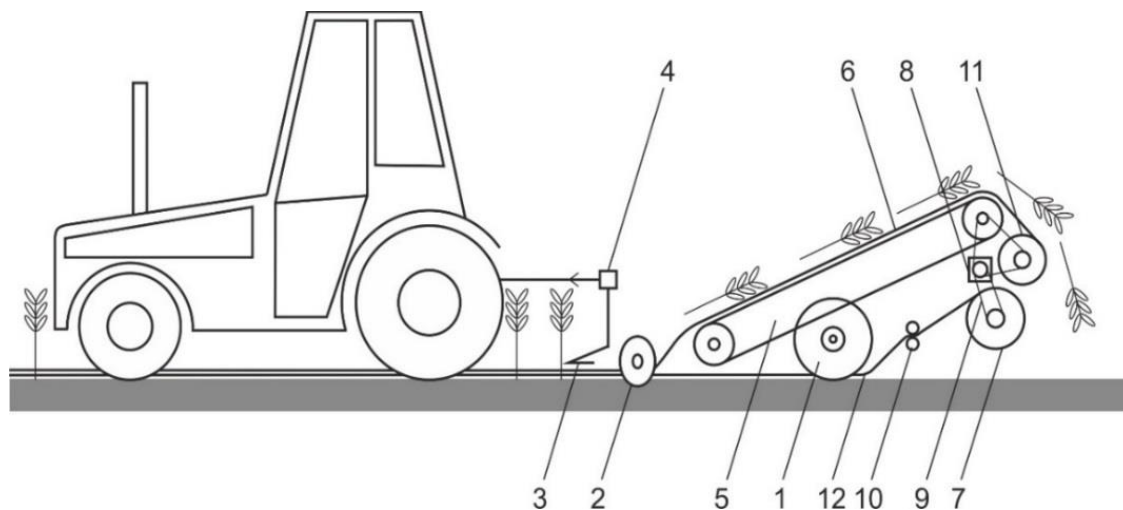
Рисунок 2.1- Схемы агрегатов для интенсификации производства овощей

Удаление мульчирующей пленки после уборки урожая является одним из трудоемких процессов, на стадий завершения полевых работ по подготовке участка к следующему сезону [74, 75]. Данное устройство выполняет кошение стебли растений овощей, выступающие через отверстия мульчирующей пленки на поверхности (рисунок 2.1в). Скошенная масса и другие посторонние предметы попадают на поверхность поля, где удалена мульчирующая пленка, выполняя сохранность осенней влагозарядки почвы.

### 2.3

Как было отмечено, полиэтиленовая пленка, используемая как мульчирующее средство, не может разлагаться от влияния солнечных лучей из-за создания теневого эффекта от стеблей растений. Учитывая, долгий процесс разложения полимерных остатков внутри почвы, создаются определенные неудобства для использования почвы (обработка, посадка, полив и др.) [76-78]. Кроме того, стебли растений при удалении пленки создают определенные сложности (сопротивление), находясь в отверстиях пленки. Учитывая возникающие сложности при удалении мульчирующей пленки и гибких поливных лент следует разрабатывать полуприцепное устройство, выполняющее следующие операции: кошение зеленой массы растений выступающие через отверстие пленки (создающий теневого эффект); очистка края пленки от почвы; подача мульчирующей пленки и гибких поливных лент к барабанам намотки; удаление скошенной массы растений.

Для обеспечения вышеперечисленных операций и облегчения маневра в конце загона участка предложено навесное устройство для механизированного удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент (рисунок 2.2) [74].

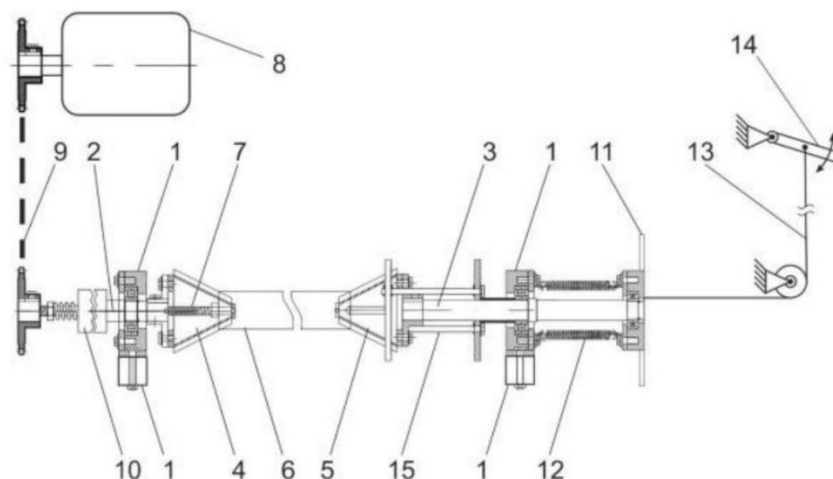


- 1 – рама с опорными колесами; 2 – отвал; 3 – сегментный механизм для резки растений; 4 – редуктор; 5 – наклонный транспортер; 6 – мульчирующая пленка; 7 – намотчик ленты капельного орошения; 8 – гидромотор; 9 – ременный привод; 10 – механизм раскладки; 11 – намотчик мульчирующей пленки; 12 – лента капельного орошения

Рисунок 2.2 – Полуприцепное устройство для механизированной уборки мульчирующей пленки и гибких поливных лент

Устройство в рабочем состоянии опирается на два опорных колеса 1 и прицепное устройство трактора. При транспортировке устройства прицепным механизмом трактора оно поднимается и все рабочие органы отрываются от поверхности земли. В рабочем положении опорные колеса устройства, как у буксирующего трактора перемещаются по краям мульчированной полосы, режущий аппарат за счет опускания навески трактора опирается башмаками о мульчирующую поверхность. При перемещении выступающие стебли растений над мульчей скашиваются с помощью механизма кошения 3, приводимое от ВОМ трактора соединенного с редуктором 4. Края мульчирующей пленки после скашивания растительной массы извлекаются из почвы дисковыми отвалами 2. Скошенная масса, вместе с мульчирующей пленкой 6 перемещаясь по наклонному транспортеру 5, сбрасывается на поверхность поля, при этом скорость скошенной массы и пленки имеют нулевое значение по горизонтальной плоскости относительно поверхности поля. Удаленная мульчирующая пленка после наклонного транспортера наматывается на барабан намотчика пленки 11, а лента, пройдя через механизм раскладки 10 наматывается на намотчике ленты 7, приводимые при помощи ремней 9 от гидропривода (гидромотор) 8. Наклонный транспортер так же берет привод от гидропривода, как барабан намотки.

Таким образом, предлагаемое устройство для намотки полиэтиленовой пленки позволяет расширять функциональные возможности за счет использования конусного приводного устройства барабана намотки пленки. При этом в качестве барабана намотки используется использованный намоточный вал пленки при расстиле мульчирующей пленки, который размещается между конусами (прижимами) устройства. После окончания намотки пленки на барабан тракторист может сбросить рулон в упакованном состоянии с валом в удобном месте, путем перемещения рычага 14 устройством для снятия и намотки мульчирующей пленки (рисунок 2.3) [75].



1 – рама; 2 – приводной вал; 3 – прижимной вал; 4, 5 – прижимные конусы с ребордами; 6 – съёмная наматывающая труба; 7 – подпружиненный толкатель; 8 – гидромотор; 9 – ременная передача; 10 – предохранительная муфта; 11 – ручка-ограничитель; 12 – натяжительная пружина; 13 – гибкая связь; 14 – рычаг управления; 15 – упор для трубы пленки

Рисунок 2.3 - Устройство для снятия и намотки мульчирующей пленки

При этом конусный зажимы 5 барабана раскрываются и сбрасывают автоматически заполненный рулон без участия дополнительного оператора (прицепщика). Для продолжения уборки пленки с рядка в устройство на машине устанавливают другую наматывающую трубу 6 и процесс ее снятия с рядка и сматывания в рулон продолжается. Барабан с лентой также удаляется с вала намотчика ленты при помощи зажимного механизма.

## 2.4

Теоретическое обоснование параметров конструкции технического устройства для удаления использованной пленки для мульчирования с поверхности поля, начинается с определения тягового сопротивления агрегата. Для этого необходимо учесть все действующие внешние силы. Технологическая схема устройства представлена на рисунке 2.4, и на нее действуют следующие силы:

- $G_m$  – вес устройства;
- $R_{dm}$  – сила сопротивления рабочих органов, откапывающих края пленки;
- $F_{mk}$  – сила сопротивления скашивающего механизма;
- $F_{ok}$  – силы сопротивления перекачивания колес.

Воздействующие силы на данное устройство представлено на рисунке 2.4.

К дисковым рабочим органам откапывающих края мульчирующей пленки от почвы действуют следующие сопротивления почвы:  $R_z$ ,  $R_x$ ,  $R_y$ . Вышеперечисленные составляющие сил зависят от скорости движения агрегата, угла атаки дисков и физико-механических свойств почвы (рисунок 2.5) [79-81].

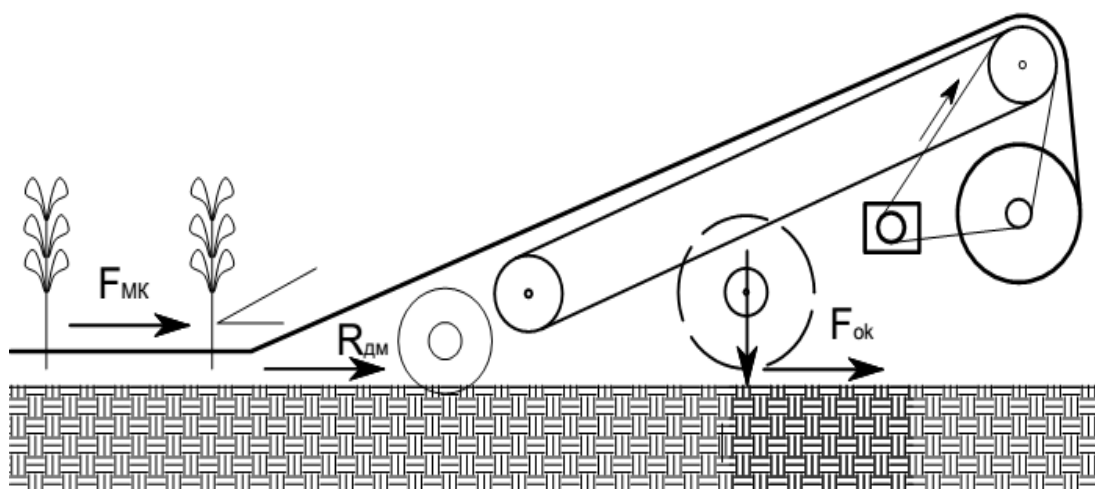


Рисунок 2.4 – Силы, действующие на устройство

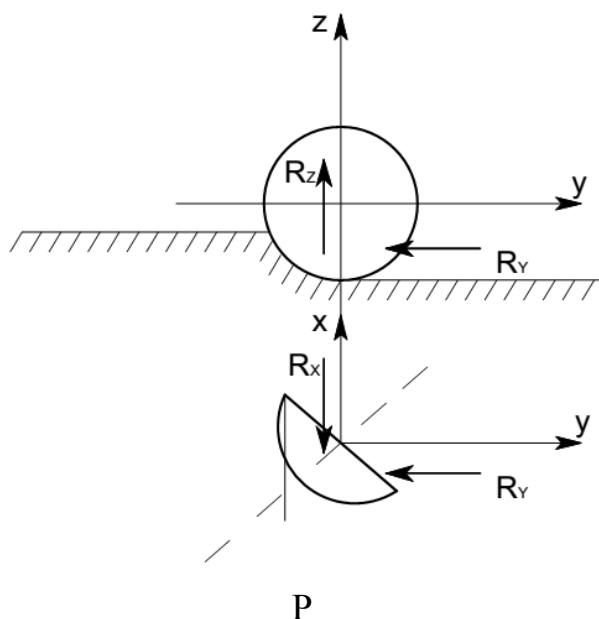


Рисунок 2.5 – Силы, действующие на диск устройства

Тяговое сопротивление сферического диска с глубиной погружения  $h_2$  на почвах с удельным сопротивлением  $k$  сила по направлению движения равняется

$$R_x = k \cdot S, \quad (2.1)$$

где  $S$  – площадь активной поверхности сферического диска [82].

Площадь активной поверхности сферического диска вычисляется как площадь сегмента

$$S = \frac{R^2}{2} \left( \pi \frac{2}{180} \sin \alpha \right), \quad (2.2)$$

где  $R$  – радиус диска;

$\alpha$  – угол, определяющий дугу сегмента.

Тяговое усилие, создаваемое при удалении почвы с краев мульчирующей пленки, зависит от количества дисков

$$R_{\text{дм}} = R_x \cdot n, \quad (2.3)$$

где:  $n$  – количество дисков.

Силовое сопротивление механизма скашивания в большей степени обусловлено трением, возникающим при взаимодействии опорных башмаков с почвой, размещенных на краях пальцевого бруса. Поскольку опорные башмаки пальцевого бруса симметрично расположены относительно продольной оси машинно-тракторного агрегата, сила сопротивления механизма скашивания зависит от коэффициента трения и массы пальцевого бруса

$$F_{\text{МК}} = P_{\text{МК}} \cdot f, \quad (2.4)$$

где:  $P_{\text{МК}}$ - сила тяжести пальцевого бруса (обычно  $P_{\text{МК}} = m_{\text{МК}}g$ );  
 $m_{\text{МК}}$ - масса пальцевого бруса;  
 $g$  – ускорение свободного падения;  
 $f$  – коэффициент трения металла по полиэтиленовой пленке.

Сопротивление, с которым сталкивается опорное колесо, непосредственно зависит от нагрузки, которая оказывается на него, и от величины коэффициента трения на качение, проявляющегося при его движении

$$F_{\text{ок}} = G_{\text{м}} \cdot \mu_{\text{кач}}, \quad (2.5)$$

где  $G_{\text{м}}$  – вес устройства;  
 $\mu_{\text{кач}}$  – коэффициент трения на качение.

Сопротивления, возникающие при работе устройства определяется как слагающиеся всех факторов сопротивления, воздействующих на него [82-86]

$$R_{\text{м}} = R_{\text{дм}} + F_{\text{МК}} + F_{\text{ок}}, \quad (2.6)$$

Для определения натяжения мульчирующей пленки при ее удалении с поверхности поля путем наматывания на барабан следует проводить вычисление исходя расчетной схемы механизма (рисунок 2.6).

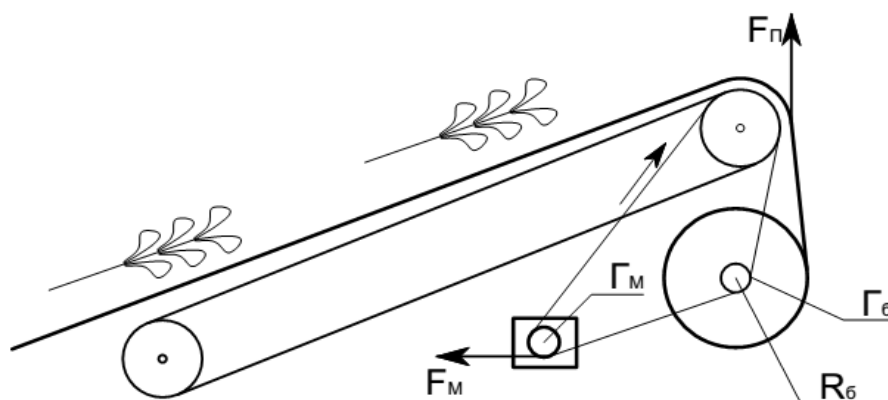


Рисунок 2.6 – Расчетная схема наматывающего механизма мульчирующей пленки и лент капельного орошения

Сила сопротивления  $F_n$ , создаваемая мульчирующей пленкой играет важную роль для выбора крутящего момента барабана для намотки мульчирующей пленки. При этом сила натяжения пленки имеет непостоянное значение из-за изменения диаметра намотки пленки. Поэтому при выполнении расчета следует выбрать максимальное значение силы для обеспечения запаса крутящего момента на валу гидромотора.

## 2.5

При рассмотрении процесса наматывания ленты на барабан под действием силы тяжести  $Q$  на наклонной поверхности и на транспортере совместно действует суммарная сила  $P$ , создаваемая за счет давления ленты, включающей растительные остатки и остатки почвы, а также появляется общая сила нормальной реакции  $R$  на горизонтальном участке (рисунок 2.7). После прохождения горизонтального участка, где происходит отделение растительных и почвенных остатков, на ленту действует практически только удельный вес самой ленты (из-за очень малой толщины можно пренебречь вес самой ленты), и на наклонной поверхности возникает сила трения скольжения  $F_{тс}$ .

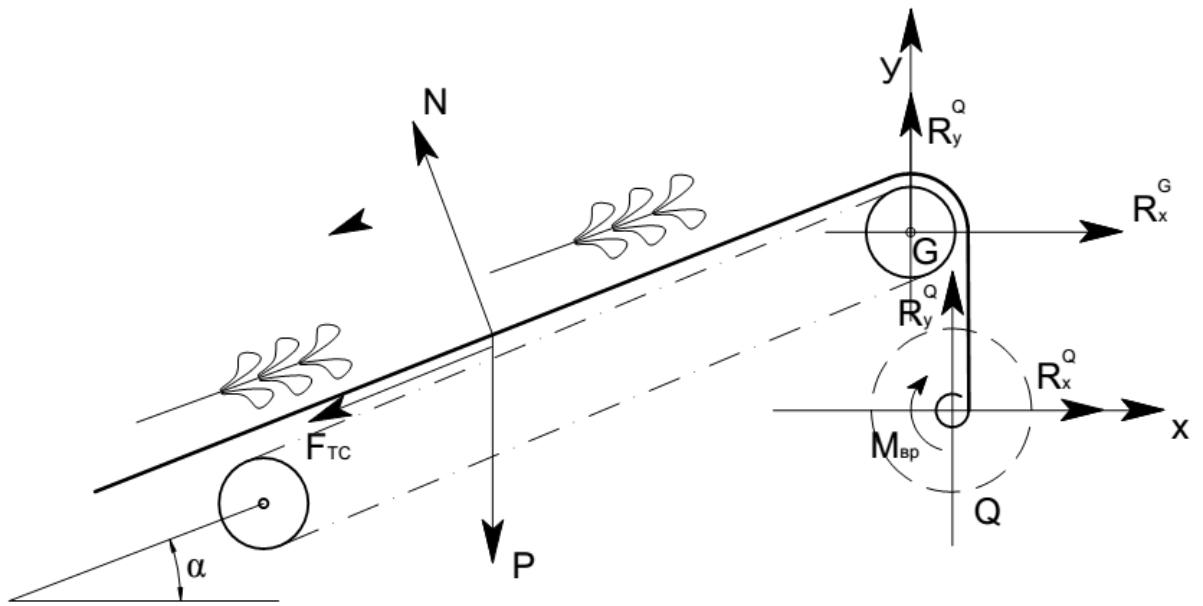


Рисунок 2.7 – Схема сил, действующая в процессе намотки

Для решения данной задачи предполагается, что барабан осуществляет вращательное движение. В начальный момент времени система находится в состоянии покоя. Требуется определение силы натяжения  $S_{нат}$ , которая действует на разрыв ленты. Когда система преодолевает расстояние  $l$ , скорость ленты становится постоянной, т. е.  $v=const$ , что также означает постоянную угловую скорость барабана ( $\omega_б=const$ ). Для этого составляется уравнение динамики, учитывающее изменение кинетической энергии системы.

$$\sum_{k=1}^n T - \sum_{k=1}^n T_0 = \sum_{k=1}^n A(F_k^e) + \sum_{k=1}^n A(F_k^i). \quad (2.7)$$

В связи с тем, что рассматривается материальная система, сумма работ внутренних сил равна нулю, что позволяет представить уравнение (2.7) в следующей форме

$$\sum_{k=1}^n T - \sum_{k=1}^n T_0 = \sum_{k=1}^n A(F_k^e). \quad (2.8)$$

Согласно условиям задачи, где  $\sum_{k=1}^n T_0=0$ , кинетическая энергия системы в определенный момент времени, при котором скорость ленты составляет  $v$ , и она перемещается вдоль плоскости на расстояние  $l$ , может быть описана следующим образом:

$$\sum_{k=1}^n T_k = T_Q + T_c + T_p. \quad (2.9)$$

Когда объект (груз) совершает поступательное движение, его кинетическая энергия определяется следующим образом:

$$T_p = \frac{Pv^2}{2g}. \quad (2.10)$$

Совершающее вращательное движение кинетическая энергия колеса выражается следующим образом

$$T_c = \frac{I_G \omega^2}{2} = \frac{Gv^2}{4g}. \quad (2.11)$$

Кинетическая энергия наматывающего барабана производящий вращательное движение выражается следующим образом

$$T_Q = \frac{I_Q \omega^2}{2} = \frac{Qv^2}{4g}. \quad (2.12)$$

Таким образом, результат кинетических энергий составит

$$\sum_{k=1}^3 T_k = \frac{Pv^2}{2} + \frac{Gv^2}{4g} + \frac{Qv^2}{4g} = \frac{v^2}{2g} \left( P + \frac{G}{2} + \frac{Q}{2} \right). \quad (2.13)$$

Сумма работ, совершенных всеми внешними силами, равна

$$\sum_{k=1}^n A_k = A_G + A_{M_{\text{вп}}} A_{R_y^G} + A_{R_x^G} + A_{R_y^Q} + A_{R_x^Q} + A_G + A_Q + A_N + A_{F_{\text{тр}}} + A_p \quad (2.14)$$

Силы  $G$ ,  $Q$ ,  $R_y^G$ ,  $R_x^G$ ,  $R_y^Q$ ,  $R_x^Q$  действуют на неподвижные точки, в то время как нормальная реакция  $N$  направлена перпендикулярна к скорости движения груза, отсюда

$$A_G = A_Q = A_{R_y^G} = A_{R_x^G} = A_{R_y^Q} = A_{R_x^Q} = A_N = 0. \quad (2.15)$$

Сила тяжести выполняет отрицательную работу, что означает

$$A_p = -Pl \sin \alpha \quad (2.16)$$

Сила трения также выполняет отрицательную работу, что означает, что

$$A_{F_{\text{тр}}} = -F_{\text{тр}} \cdot l = -fNl = -fPl \cdot \cos \alpha \quad (2.17)$$



Момент вращения, действующий на угловом перемещении  $\varphi$ , выполняет положительную работу [82-84]

$$A_{M_{\text{вр}}} = M_{\text{вр}} \cdot \varphi. \quad (2.18)$$

Поскольку  $\varphi = \frac{l}{r}$ , а  $A_{M_{\text{вр}}} = \frac{M_{\text{вр}} \cdot l}{r}$ . Исходя из этого, можно заключить, что общая работа всех сил и моментов, равняется

$$\sum_{k=1}^n A_k = l \left( \frac{M_{\text{вр}}}{r} - P \sin \alpha - fP \cos \alpha \right) \quad (2.19)$$

Подставив значение  $\sum T$ ,  $\sum T_0$  и  $\sum A$  в исходное уравнение, мы окончательно получаем следующее

$$\frac{v^2}{2g} \left( P + \frac{G}{2} + \frac{Q}{2} \right) = l \left( \frac{M_{\text{вр}}}{r} - P \sin \alpha - fP \cos \alpha \right). \quad (2.20)$$

Скорость груза в случае равномерного движения можно связать с угловой скоростью следующим образом  $v^2 = \omega^2 \cdot r^2$ , таким образом

$$\frac{\omega^2 \cdot r^2}{2g} \left( P + \frac{G}{2} + \frac{Q}{2} \right) = l \left( \frac{M_{\text{вр}}}{r} - P \sin \alpha - fP \cos \alpha \right). \quad (2.21)$$

Из этого следует определение крутящего момента наматывающего барабана

$$M_{\text{вр}} = \frac{\omega^2 \cdot r}{2gl} \left( P + \frac{G+Q}{2} \right) + P \cdot r (\sin \alpha + f \cos \alpha). \quad (2.22)$$

Уравнение (2.22) позволяет разложить крутящий момент наматывающего барабана в соответствии принципами механики на две составляющие: силу растяжения пленки, направленную по касательной и радиусу барабана

$$F_6 \times r = \frac{\omega^2 \cdot r}{2gl} \left( P + \frac{G+Q}{2} \right) + P \cdot r (\sin \alpha + f \cos \alpha). \quad (2.23)$$

После упрощения сокращением на  $r$ , уравнение приобретает следующий вид

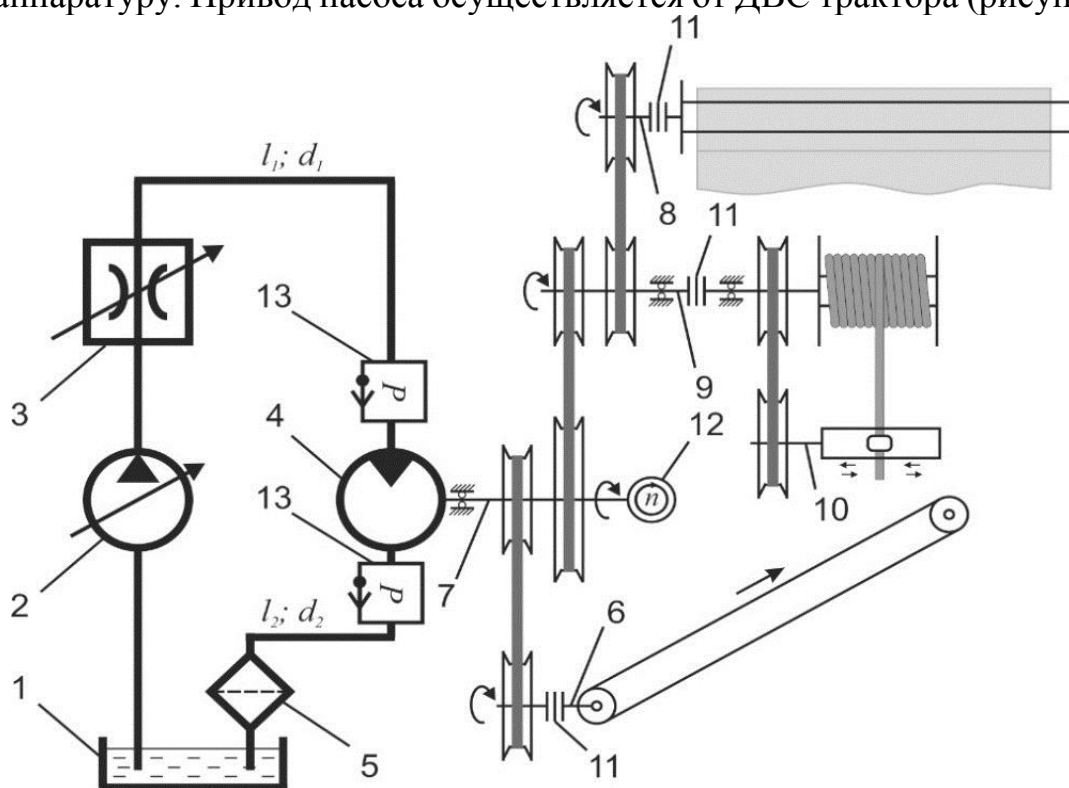
$$F = \frac{\omega^2}{2gl} \left( P + \frac{G+Q}{2} \right) + P \cdot (\sin \alpha + f \cos \alpha). \quad (2.24)$$

Таким образом, уравнение (2.24) описывает касательную силу, передаваемую намоточному барабану, которая эквивалентна силе натяжения пленки. Эта сила увеличивается квадратично от угловой скорости намоточного барабана. В дальнейших исследованиях требуется провести эксперименты силы разрыва пленки в зависимости и выявления необходимой скорости вращения намоточного барабана.

## 2.6

Привода механизмов намотки мульчирующей пленки и ленты капельного орошения были приняты от гидромотора, так как получение крутящего момента от опорных колес не обеспечивает необходимую частоту вращения. Это связано с появлением скольжения опорных колес при прохождении неровности и в момент поворота одно из опорных колес останавливается. В результате может происходить замедление частоты вращения барабана и натяжение наматываемого материала ослабляется. Поскольку оба барабана работают параллельно упрощенную схему гидропривода можно представить в следующем виде (рисунок 2.8).

Система гидропривода включает в себя реверсивный гидромотор (4), реверсивный насос (2), соединительные трубопроводы и регулировочную гидроаппаратуру. Привод насоса осуществляется от ДВС трактора (рисунок 2.8).



1 – гидробак; 2 – насос; 3 – дроссель; 4 – гидромотор; 5 – фильтр; 6 – вал наклонного транспортера; 7 – выходной вал гидромотора; 8 – вал намотчика мульчирующей пленки; 9 – вал намотчика гибких поливных лент; 10 – вал механизма раскладки гибких поливных лент; 11 – предохранительные муфты; 12 – тахометр; 13 – датчики давления

Рисунок 2.8 – Упрощенная схема гидропривода механизмов намотки мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения:

Насос (2) подает рабочую жидкость из гидробака (1) через дроссель (3) к гидромотору (4), а после гидромотора жидкость через фильтр (5) поступает в гидробак. Выходной вал (7) гидромотора через шкивы ременных передач

приводит в движение механизмы: намотки мульчирующей пленки (8), раскладки гибких поливных лент (10), намотки гибких поливных лент (9), наклонного транспортера (6). Все приводные механизмы соединены через фрикционные муфты (11), работающие при определенном крутящем моменте на приводных валах.

Для определения мощности, потребляемой гидроприводом, касательной скорости приводного ремня шкива (7), а также коэффициента полезного действия гидропривода используются отдельные параметры гидропривода согласно схеме. Из условия технической характеристики трактора и навесного агрегата используем следующие данные (таблица 2.1).

Таблица 2.1 – Данные для расчета

Плотность гидрожидкости - $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Рабочий объем насоса, $W_{н, max}$ , см <sup>3</sup>	Номинальная частота вращения вала насоса $n_n$ , об/с	Коэффициент объемных утечек - $K_{он}$ , МПа <sup>-1</sup>	Размеры гидролинии		Коэффициент сопротивления фильтра - $\xi_{\phi}$	Параметры гидродросселя - $S_{др}$ , мм <sup>2</sup>	Коэффициент расхода - $\mu_{др}$	Рабочий объем гидромотора $W_p$ , см <sup>3</sup>	Кинематическая вязкость- $\nu$ , см <sup>2</sup> /с	$P_{Hmin}$ , МПа
				длина, м $l_1=l_2$	диаметр трубы $d_1 d_2$ , мм						
900	32	25	0,03	5	8	5	0,14	0,7	30	0,14	5

Для расчета заменяем принципиальную схему гидропривода эквивалентной схемой [87, 88] (рисунок 2.9).

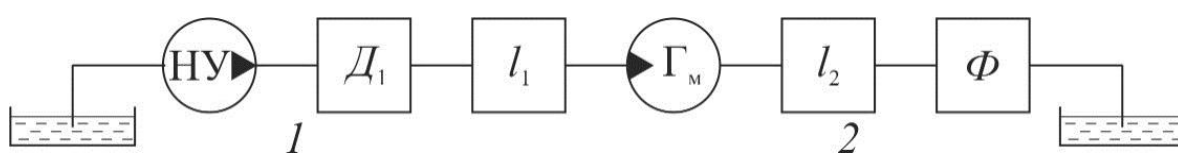


Рисунок 2.9 – Эквивалентная схема гидропривода устройства для механизированной уборки полимерных остатков

Решение задачи выполнялось по следующей последовательности:

- выбор масштаба и построение характеристики насосной установки;
- составление уравнений характеристик для каждого простого трубопровода, входящего в соединение, и определение их коэффициентов;
- построение характеристик простых трубопроводов и получение суммарной характеристики всего трубопровода;
- определение рабочей точки, выполнение дополнительных графических построений и аналитических операций.

Эквивалентная схема гидропривода представляет собой трубопровод состоящий из участков 1 и 2, каждый из которых представляет собой последовательно соединенные элементы. Выбрав масштаб, были построены характеристики насосной установки. Учитывая линейность характеристик насоса и насосной установки с регулятором рабочего объема, построение каждой из них достаточно по двум точкам (рисунок 2.9)  $AA'$  и  $BB'$ . В результате получена характеристика  $ABC$ . Общее уравнение характеристики трубопровода представляется в таком виде

$$P_{\Sigma} = \Delta P_{др} + \Delta P_{тр1} + \Delta P_{Г} + \Delta P_{тр2} + \Delta P_{\Phi}, \quad (2.25)$$

Далее определены для каждого участка коэффициенты:

- для 1-го участка –  $\Delta P_1 = \Delta P_{тр1} + \Delta P_{др}$  с учетом канонической формулы Дарси и Блазиуса

$$\Delta P_1 = \lambda \frac{8 \cdot l_1 \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d_1^5} \cdot Q^2 + \frac{\rho}{2\mu_{др}^2 \cdot S_{др}^2} \cdot Q^2 = K_1 \cdot Q^2, \quad (2.26)$$

- для 2-го участка –  $\Delta P_2 = \Delta P_{тр2} + \Delta P_{\Phi} + \Delta P_{Г}$  также определяется с учетом формулы Вейсбаха

$$\Delta P_2 = \lambda \frac{8 \cdot l_2 \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d_1^5} \cdot Q^2 + \xi_{\Phi} \frac{8 \cdot \rho}{2\pi^2 \cdot d^4} \cdot Q^2 = K_2 \cdot Q^2, \quad (2.27)$$

- для гидромотора с учетом рабочего объема гидромотора ( $W_{Г}$ )

$$\Delta P_{Г} = \frac{2\pi \cdot M}{W_{Г} \cdot \eta_{Г}}, \quad (2.28)$$

Составим таблицу 2.2, где представлены коэффициенты и формулы для определения этих коэффициентов участка.

Таблица 2.2 – Участки и их коэффициенты

Участки	Коэффициенты		Формулы для определения коэффициентов
$\Delta P_1$	$K_1$	$4,503 \cdot 10^{12}$	$\lambda \frac{8 \cdot l_1 \cdot \rho}{\pi^2 \cdot \alpha_1^5} \cdot Q^2 + \frac{\rho}{2\mu_{др}^2 \cdot S_{др}^2}$
$\Delta P_2$	$K_2$	$4,503 \cdot 10^{12}$	$\lambda \frac{8 \cdot l_2 \cdot \rho}{\pi^2 \cdot d_1^5} \cdot Q^2 + \xi_{\Phi} \frac{8 \cdot \rho}{2\pi^2 \cdot d^4}$

Уравнение характеристики насосной установки при  $P_{н} > P_{Pmin}$  определяется по формуле

$$Q_{ну} = Q'_{ну} - K_p \cdot (P_{н} - P_{н min}). \quad (2.29)$$

Откуда находим давление в точке  $C$  при расходе равном нулю

$$P_C = P_{Pmin} + \frac{Q'_{ну} - Q}{K_p} \quad (2.30)$$

Согласно уравнению (2.25) для 2-го участка составляем следующее уравнение

$$\Delta P_2 = K_2 \cdot Q^2 + \Delta P_r \quad (2.31)$$

По данным расчетов были построены графики характеристики  $\Delta P_1(Q)$ ,  $\Delta P_2(Q)$  и  $\Delta P_\Sigma(Q)$  (рисунок 2.10).

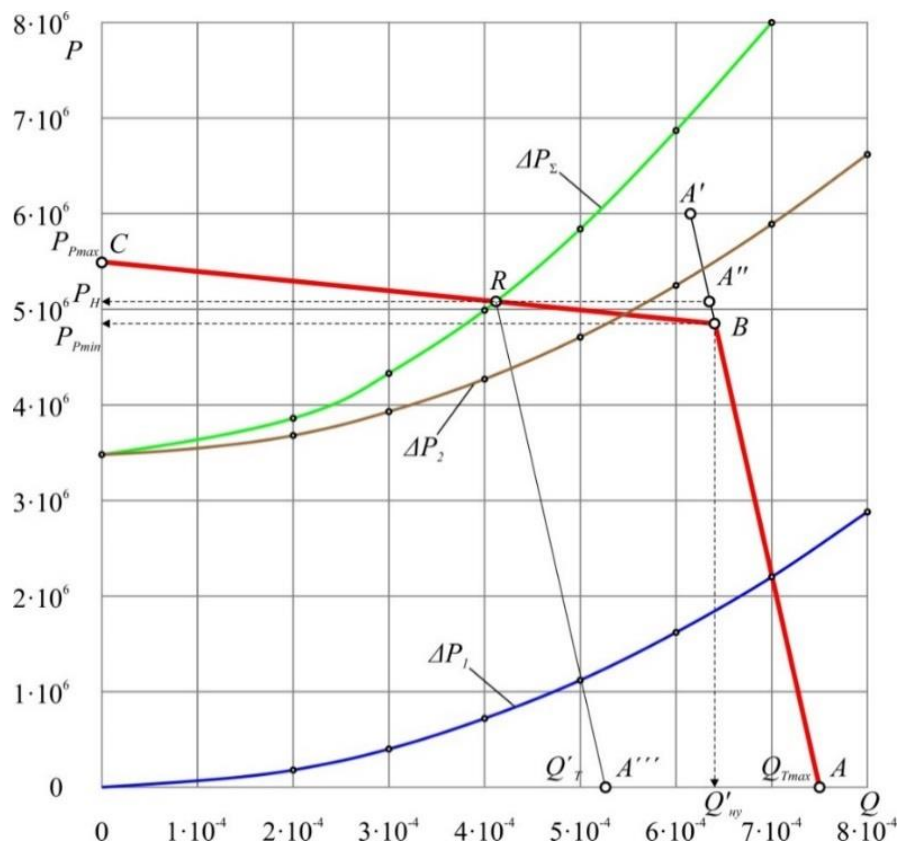


Рисунок 2.10 – Графики, полученные по результатам расчета

Пересечение полученной характеристики  $\Delta P_\Sigma(Q)$  с характеристикой насосной установки определяет рабочую точку гидросистемы (точка  $R$  на рисунке 2.10).

Потребляемую мощность определяем по следующей формуле

$$N_{вх} = \frac{P_H \cdot Q'_{ну}}{\eta_{MH}} \quad (2.32)$$

Полезная мощность, развиваемая гидроприводом, равняется

$$N_{\text{вых}} = F \cdot v. \quad (2.33)$$

КПД гидропривода представляет как отношение мощностей на выходе к входу

$$\eta = \frac{N_{\text{вых}}}{N_{\text{вх}}}. \quad (2.34)$$

В результате были определены касательная скорость к шкиву приводного вала наматывающих устройств (мульчирующей пленки, гибких поливных лент и наклонного транспортера), мощность, потребляемая гидроприводом ( $N$ ); коэффициент полезного действия гидропривода ( $\eta$ ) что составило 0,43.

Полученные данные позволили определить аналитическим путем основные параметры гидропривода для проведения экспериментальных исследований на разработанном устройстве. Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунках 4.12 и 4.13 в виде зависимостей потребляемой мощности от оборотов гидромотора при различных поступательных скоростях агрегата.

1. Представлена конструкция устройства для удаления полимерных остатков по однофазной схеме уборки, где все операции выполняются одновременно за один проход агрегата, обеспечивающая: скашивание выступающих стеблей растений над мульчирующей пленкой с помощью механизма кошения; извлечение краев мульчирующей пленки из почвы; наматывание извлеченной мульчирующей пленки после наклонного транспортера на намоточный барабан; раскладка и намотка капельной ленты на барабан намотчика ленты.

2. Составлена методика расчета тяговых усилий устройства для намотки мульчирующей пленки и представлены формулы для расчета составляющих компонентов, тягового расчета агрегата при движении.

4. Определение усилия натяжения мульчирующей пленки во время наматывания на барабан был путем использования уравнение динамики учитывающее изменение кинетической энергии системы.

5. Определены параметры гидропривода механизмов намотки мульчирующей пленки и ленты капельного орошения, где по данным расчетов были построены графики характеристики  $\Delta P_1(Q)$ ,  $\Delta P_2(Q)$  и  $\Delta P_{\Sigma}(Q)$ .

6. За счет определения потребляемой и полезной мощности развиваемые гидроприводом определен коэффициент полезного действия гидропривода что составило 0,43.

### 3.1

Совершенствование процессов уборки мульчирующей пленки невозможно без знания свойств материалов, подвергаемых намотки, а также свойств материалов участвующих в процессе уборки.

Программой работ было предусмотрено:

- определение физико-механических свойств материала растительного происхождения;
- определение изменения прочностных показателей полимерных пленок от различных факторов;
- экспериментальные исследования процесса намотки полимерных материалов.

### 3.2

Лабораторные исследования выполнялись согласно разработанному алгоритму исследований (рисунок 3.1).

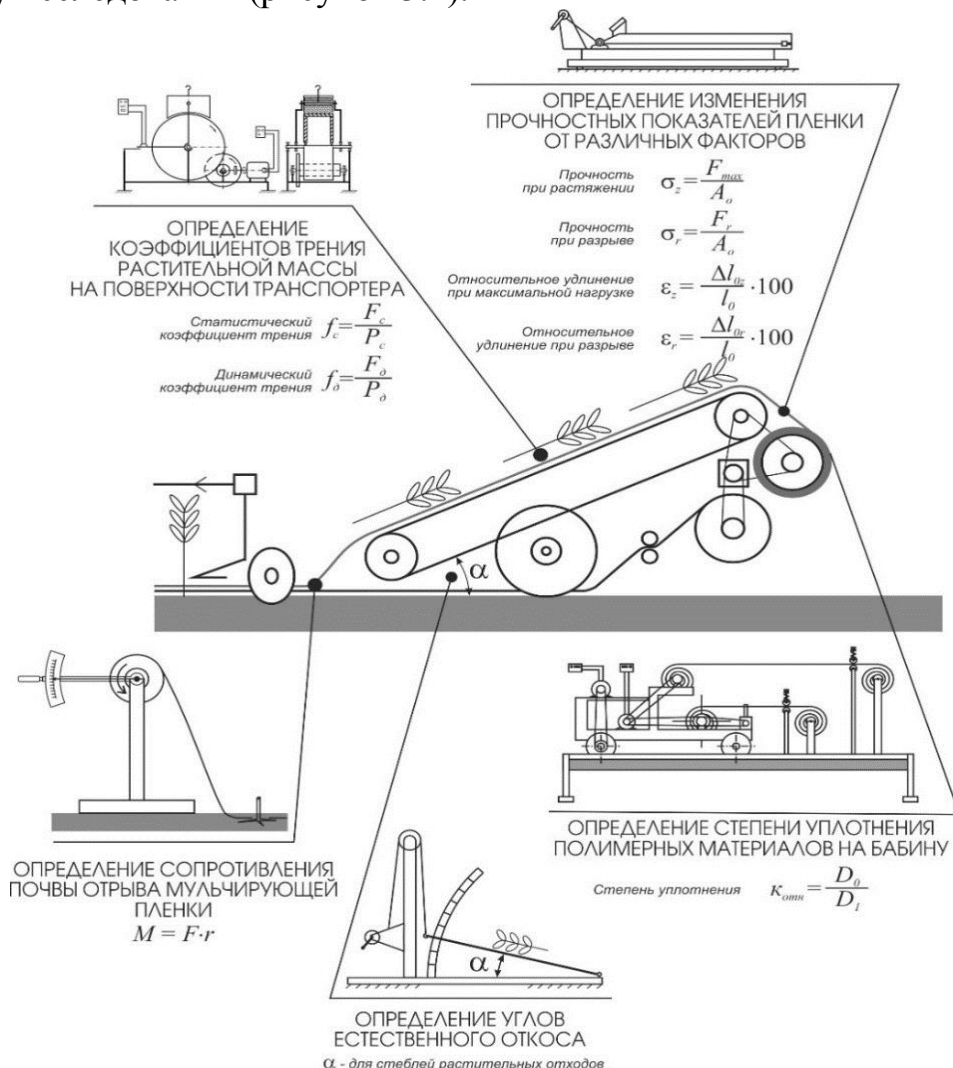
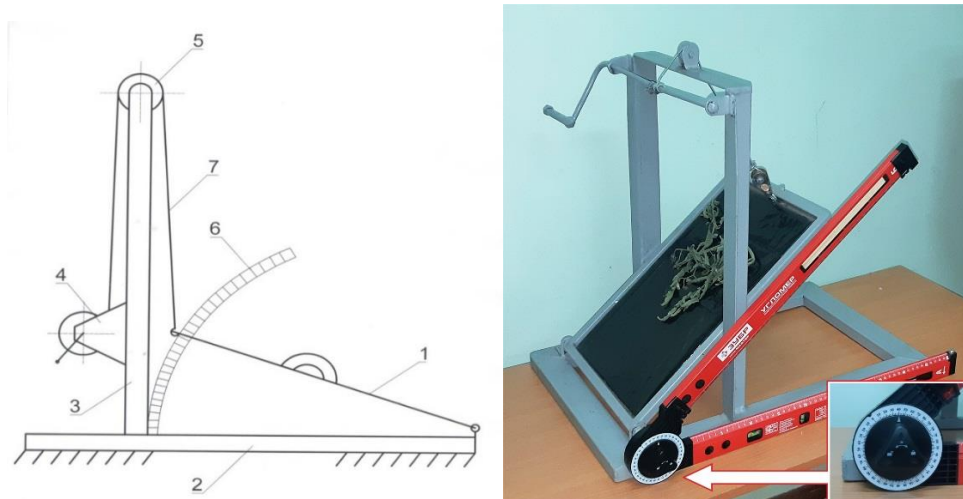


Рисунок 3.1 – Инфографика лабораторных исследований

### 3.2.1

Измерение углов трения на поверхности полиэтилена без приложения давления проводилось как в покое, так и в движении при использовании специального устройства, схема которого изображена на рисунке 3.2.



1 – стальной лист с полиэтиленовой поверхностью; 2 – горизонтальная станина; 3 – опора вертикальная; 4 – лебедка; 5 – подвижной ролик; 6 – сектор; 7 – приводная нить стального листа

Рисунок 3.2 – Общий вид и схема прибора для определения углов естественного откоса и трения по поверхности

На стальном листе с полиэтиленовой поверхностью 1, который был установлен в горизонтальном положении, исследуемый материал произвольной массы был свободно распределен. С использованием лебедки 4 лист вручную поднимался до положения, когда исследуемый материал начал двигаться. Затем положение листа фиксировалось, и угол его наклона измерялся при помощи угломера 6.

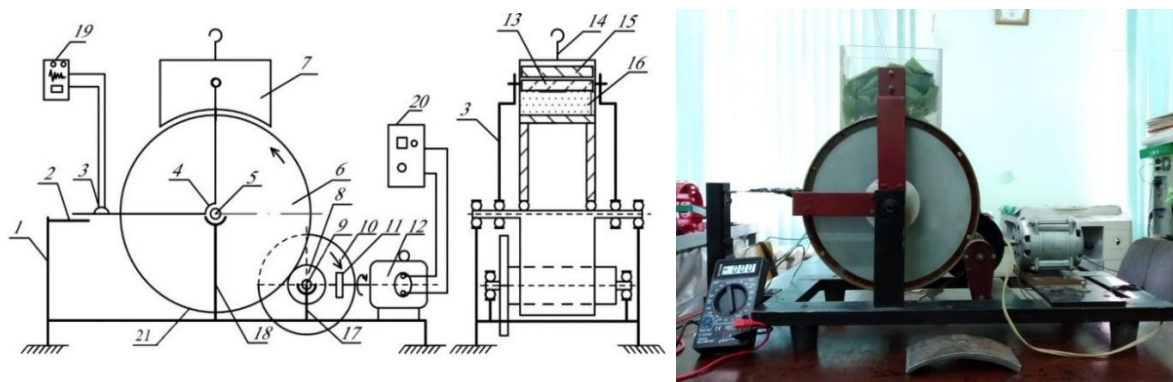
Для определения углов трения в движении на лист 1 укладывалась определенная порция исследуемого материала. По мере увеличения угла наклона листа 1 исследуемый материал начинал скользить по поверхности трения без задержек. Эксперименты проводились в пятикратной повторности для более достоверной оценки углов трения. Во всех экспериментах температура и влажность исследуемого материала поддерживались в пределах: температура  $298 \pm 1$  К, влажность  $10 \pm 2\%$  [89].

Коэффициент трения при низких давлениях (в пределах 500...1500 Па) определялся с использованием установки, схема и общий вид которой представлена на рисунке 3.3.

Для определения коэффициента трения зеленой массы от давления применялось специальное устройство, разработанное совместно с сотрудниками [90]. Схема установки для определения внешнего трения (коэффициента трения скольжения) представлена на рисунке 3.3.



Методика определения динамического коэффициента трения заключалась в следующем: исследуемый материал засыпался в короб 7 и выравнивался. На материал накладывалась пластина, создавая давление, равное давлению на кожухе распределителя трудно сыпучих материалов.



1 - рама; 2 – кронштейн с опорным наконечником; 3- датчик тензометрический; 4- кронштейн; 5 - вал цилиндрического барабана; 6 - цилиндрический барабан трения; 7 - короб; 8 - приводной вал; 9 - ось промежуточного колеса; 10 - колесо промежуточное; 11 - колесо на валу электродвигателя; 12 - электродвигатель; 13 - крышка короба; 14 - ручка крышки; 15 - грузик; 16 – материал для исследования; 17 - опора промежуточного колеса; 18 - опора цилиндрического барабана; 19 - осциллограф; 20 – преобразователь частотный; 21 – шкив сменный

Рисунок 3.3 – Общий вид и схема прибора для определения коэффициентов трения

Мотор-редуктор 12 приводит в движение барабан 6. В процессе работы устройства, шарнир, закрепленный на оси короба 7, стремится повернуться в направлении вращения барабана 6. Это осуществляется за счет сил сцепления между поверхностью «дорожки» и материалом для исследования. Он оказывает давление на кронштейн 4, сопротивление которого равно датчикам через опорные пластины 2.

Путем считывания значений милливольтметра согласно тарифовочному графику определялся точное значение усилия, применяемого к перемещению материалов растительного происхождения.

Значения коэффициентов трения были определены с помощью следующих формул:

-для статистических коэффициентов трения –

$$f_c = \frac{F_c}{P_c}, \quad (3.1)$$

-для динамических коэффициентов трения –

$$f_d = \frac{F_d}{P_d}, \quad (3.2)$$

где  $f_c$  и  $f_d$  – соответствующие значения статического и динамического коэффициентов трения;

$F_c$  и  $F_d$  – сила сопротивления соответственно для статического и динамического состояния растительного материала в момент начала сдвига коробки и при установившемся движении, Н;

$P_c$  и  $P_d$  – сила давления в направлении, перпендикулярном поверхности (нормального давления), соответственно статического и динамического состояния, Н.

В ходе всего ряда экспериментов проводились исследования на трех поверхностях, повторяя каждое измерение трижды, при изменяющихся параметрах нормального давления, скорости перемещения, температуры и влажности рассматриваемого материала.

Программа эксперимента включала проведение серии опытов в трехкратной повторности при изменении параметров, таких как нормальное давление, скорость перемещения, температура и влажность исследуемого материала.

### 3.2.2

Полимеры, как и многие другие материалы, способны разрушаться под воздействием факторов внешней среды. Однако в отличие от металлов и бетона термин «коррозия» к ним неприменим, а используется термин «деструкция». Устойчивость полимерных материалов к воздействию факторов внешней среды принято характеризовать атмосферостойкостью. Атмосферостойкость – это способность полимерных материалов выдерживать воздействие различных атмосферных факторов (солнечная радиация, тепло, кислород в воздухе, влага, промышленные выхлопные газы и др.) в течение продолжительного времени без значительного изменения внешнего вида, а также эксплуатационных свойств (физико-механических, диэлектрических и др.) [91]. Также на полимеры воздействуют живые организмы, вызывающие биоповреждения. Биоповреждение, также известное как биологическое повреждение, представляет собой изменение или нарушение структурных и функциональных характеристик объекта под воздействием биологического фактора. Этот процесс включает в себя воздействие всех существующих видов микроорганизмов на материалы, приводя к изменениям и повреждениям [92, 93].

Атмосферостойкость полимерных пленок определялись в естественных условиях. При испытаниях образцы закреплялись на поверхности почвы, расположенных на открытой площадке (рисунок 3.4). Периодически отмечались изменения внешнего вида, цвета, образование трещин и иные дефекты поверхности образцов, а также определялись их прочностные показатели [94-96].



Рисунок 3.4 – Заложенные образцы в полевых условиях

Испытание полимерных пленок проводилось согласно требованиям ГОСТ 14236-81 [97]. Для испытания полимерных пленок применялись образцы в форме прямоугольника длиной не менее 150 мм, шириной 25 мм (рисунок 3.5) [98].

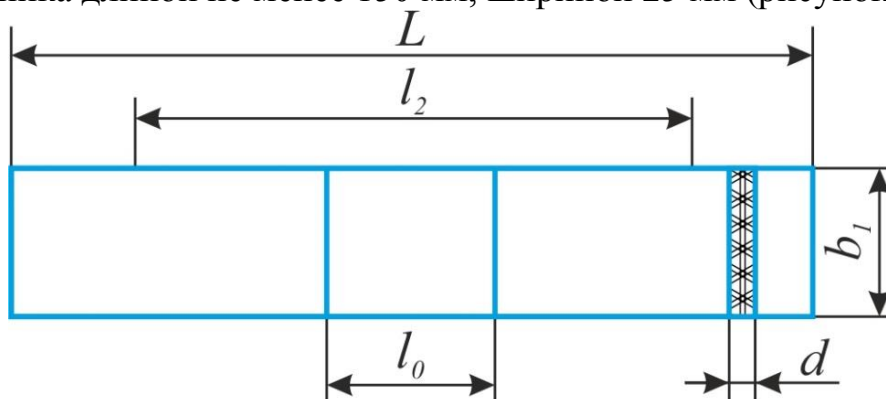


Рисунок 3.5 – Размеры образца для полиэтиленовой пленки

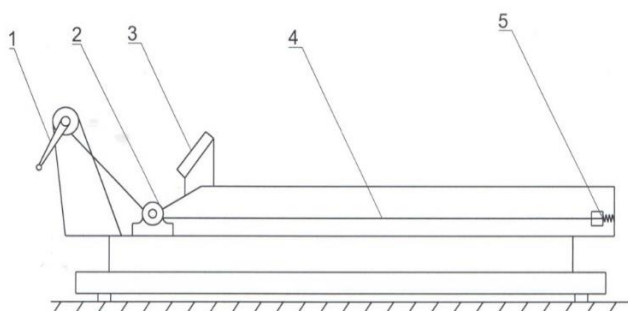
Численные значения параметров размеров пленки представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Численные значения параметров образцов полиэтиленовой пленки

Параметры	Размеры, мм
Общая длина $l_1$ , не менее	250
Расстояние между определенными метками, указывающими положение зажимов на образце $l_2$	$170 \pm 5$
Расчетная длина $l_0$	$50 \pm 1$
Ширина головки $b_1$	$25 \pm 0,5$
Толщина $d$	0,03 0,05 0,08 0,1 0,1 (черная) 0,12 (черная)

Перед началом испытания на центральной части образца были проставлены метки, определяющие расчетную длину  $l_0$ , которая составляла 50 мм (без повреждения образцов). Измерения толщины и ширины образцов производились в трех точках: в середине образца и на расстоянии 5 мм от краев меток. Для этого использовался прибор ЕТ – 11 Р, предварительно откалиброванный с использованием стандартной пленки. Полученные значения были усреднены, после чего рассчитывались начальное поперечное сечение  $A_0$ .

Образцы были зафиксированы в зажимах испытательной машины (рисунок 3.6) по меткам, которые точно определяли положение кромок зажимов. Это обеспечило совпадение продольных осей зажимов с осью образца и направлением движения подвижного зажима. Зажимы были тщательно затянуты для предотвращения проскальзывания образца во время испытания, но при этом избегалось разрушение образца в месте закрепления. После этого прибор был настроен для измерения деформаций, учитывая расчетную длину  $l_0$  в миллиметрах. Испытания проводились при температуре  $(23 \pm 2)$  °С и относительной влажности  $(50 \pm 5)$  %. Скорость раздвижения зажимов испытательной машины составляла 25 мм/мин. В течение испытания постоянно измерялись нагрузка и удлинение образца. Результаты были записаны в форме «нагрузка – удлинение», что позволило определить параметры растяжения. Образцы, разрушившиеся за пределами расчетной длины или с выявленными дефектами материала в процессе испытания, не включались в расчет.



1 – рукоятка; 2 – корпус, 3 – мерная шкала, 4 – образец растяжения;  
5 – тензодатчик

Рисунок 3.6 – Схема и общий вид испытательного прибор на растяжение

Анализ данных по прочности ( $\sigma$ ) в МПа ( $\text{Н/мм}^2$ ) выполнялся с применением следующих формул:

-прочность при растяжении ( $\sigma_z$ )

$$\sigma_z = \frac{F_{max}}{A_0}, \quad (3.3)$$

-прочность при разрыве ( $\sigma_r$ )

$$\sigma_r = \frac{F_r}{A_0}, \quad (3.4)$$



где  $F_{max}$  – максимальная сила растяжения, выявленная в процессе испытания на растяжение, Н;

$F_r$  – сила растяжения, достигнутая в момент разрушения, Н;

$A_0$  – начальная площадь поперечного сечения образца перед началом испытания, мм<sup>2</sup>.

Относительное удлинение ( $\varepsilon$ ), выраженное в процентах, определялось по следующим формулам:

-относительное удлинение при максимальной нагрузке ( $\varepsilon_z$ )

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta l_{0z}}{l_0} \cdot 100, \quad (3.5)$$

-относительное удлинение при разрыве ( $\varepsilon_r$ )

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta l_{0r}}{l_0} \cdot 100, \quad (3.6)$$

где  $l_0$  – начальная расчетная длина образца, мм;

$l_{0z}$  – изменение расчетной длины образца в момент достижения максимальной нагрузки, мм;

$l_{0r}$  – изменение расчетной длины образца в момент разрыва, мм.

В качестве результата испытания принимались средние арифметические значения, полученные на основе пяти определений, с вычислением до второй значащей цифры.

### 3.2.3

Для определения сопротивления почвы при удалении мульчирующей пленки, были высажены рассады томата, перца, баклажана и капусты с использованием мульчирующей пленки, имеющей ширину С пленки 500 мм и толщину 0,100 мм. На погонный метр длины пленки высаживались по 4 рассады (рисунок 3.7).

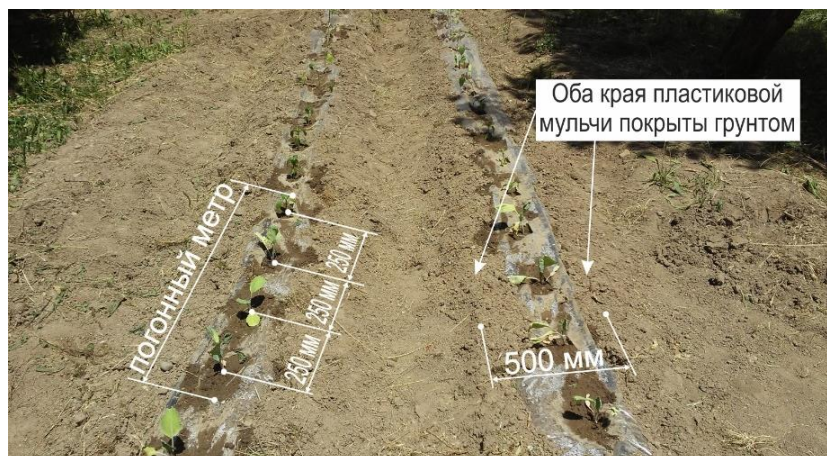
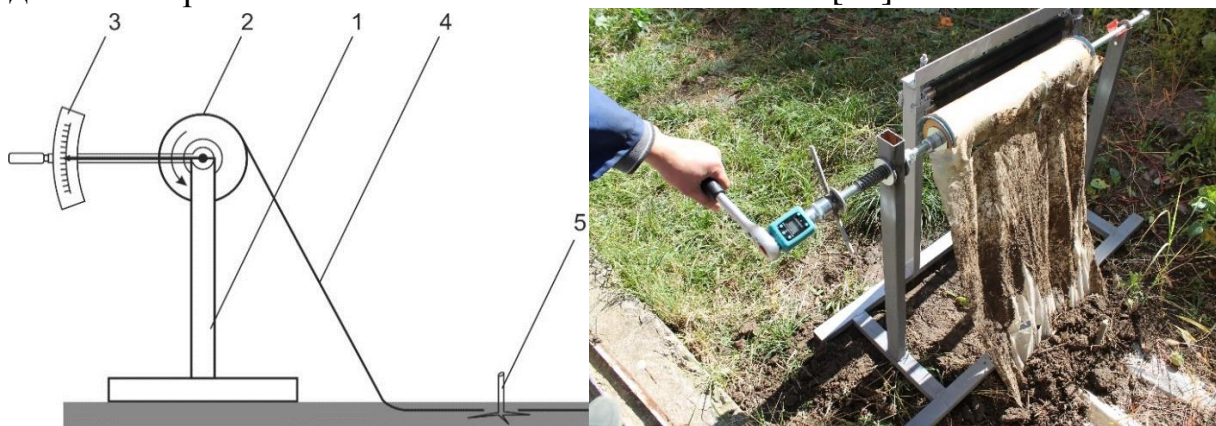


Рисунок 3.7 – Высаженные сельскохозяйственные культуры с использованием мульчирующей пленки

Разработано устройство для намотки мульчирующей пленки (рисунок 3.8), которое состоит из рамы-стойки 1, вала с трубой для намотки 2 и электронного динамометрического ключа 3 GROSS Model 14164 [99].



1 – рама-стойка; 2 – вал с намоточной гильзой, 3 – динамометрический ключ, 4 – мульчирующая пленка; 5 – корневые остатки со срезанными стеблями

Рисунок 3.8 – Схема и общий вид установки для определения сопротивления почвы при намотке мульчи

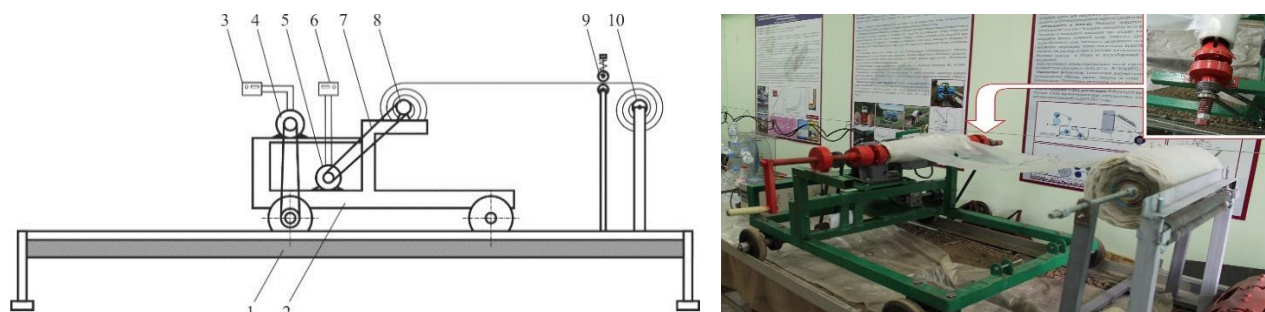
На вал устройства наматывалась мульчирующая пленка 4 шириной 500 мм и толщиной 100 мкм (с перфорированными отверстиями) с заделанными краями в почву на глубину 100 мм. Динамометрический ключ фиксировал максимальное значение крутящего момента вала при намотке мульчирующей пленки. Замеры проводились в пятикратной повторности с преодолением сопротивления корневых остатков, срезанных растений, а также без них. Измерение проводилось в местах посадки с использованием, мульчирующей пленки томата и перца. Высота среза стеблей 5 от поверхности поля составляла 80–100 мм. Сопротивление почвы ( $R$ ) при намотке определялось путем деления показания момента кручения ( $M$ ) динамометрического ключа на радиус ( $r$ ) наматываемой трубы:

$$R = \frac{M}{r}. \quad (3.7)$$

### 3.2.4

Уплотнение намотки пленки на барабан является одним из важных показателей процесса удаления пленки, влияющий на технико-экономические показатели. Качественно уплотненная пленка на барабане обеспечивает минимизацию транспортировки путем повышения коэффициента грузоподъемности транспорта для перевозки к местам переработки или хранения. Для моделирования процесса намотки изготовлен лабораторный стенд на платформе, имеющий возможность перемещения по рельсу. Схема и общий вид лабораторного стенда представлены на рисунке 3.9. Привод намоточного

устройства 8 осуществляется при помощи электродвигателя механизма намотки 5 через ременный привод 7. Частота вращения пленконамотчика управляется через частотный преобразователь 6. Усилие натяжения пленки при намотке осуществлялось при помощи регулятора прижима пленки 9, для обеспечения равномерного натяжения пленки.



1 - почвенный канал; 2 - мобильная платформа; 3 - частотный преобразователь электродвигателя; 4 - электродвигатель привода платформы; 5 - электродвигатель механизма намотки; 6 - частотный преобразователь привода намотки пленки; 7 - ременный привод пленконамотчика; 8 - намоточное устройство пленки; 9 - регулятор прижима пленки; 10 - размоточный барабан пленки  
Рисунок 3.9 – Схема и общий вид лабораторного стенда для определения степени уплотнения полиэтиленовой пленки

Требование намотки рулонов предусматривает обеспечение неизменного натяжения, как при установившейся скорости, так и переходном режиме [100]. Передвижная платформа имеет возможность перемещаться за счет приводного механизма с электродвигателем. Скорость электродвигателя можно изменить от пульта управления (рисунок 3.10) с помощью частотного преобразователя [101, 102].



Рисунок 3.10 – Общий вид пульта управления передвижной платформы

Для исключения разрыва пленки на приводном вале пленконамотчика установлена фрикционная предохранительная муфта, срабатывающая при повышении усилия натяжения пленки (как предусмотрено на устройстве для



полевого испытания). Фрикционная муфта путем прижима пружины на валу может регулироваться по требуемому показателю натяжения пружины. При намотке частота вращения вала наматывающего устройства принималась 90 об/мин, что соответствует минимальной поступательной скорости агрегата. А усилие натяжения пленки соответствовало значению в пределах от 3Н до 135Н.

Степень уплотнения намотки полиэтиленовой пленки от диаметра намотанного рулона определялось по следующей формуле [103]

$$k_{\text{отн}} = \frac{D_0}{D_1}, \quad (3.8)$$

где  $D_0$  – диаметр рулона намотанной пленки в условиях завода, мм;

$D_1$  – диаметр рулона намотанной пленки на установке во время эксперимента.

В исследованиях были использованы полиэтиленовые пленки, подвергшие к атмосферному влиянию в полевых условиях имеющие перфорацию и длиной 100 метров. Эксперимент проводился в пятикратной повторности.

### 3.2.5

Трубы из ПВХ были использованы в качестве сердечника рулона при намотке, так как освобожденные заводские сердечники полиэтиленных рулонов после мульчирования при попадании влаги или под воздействием механических усилия быстро деформируются. Поэтому для повторного использования в полевых условиях неприемлимы и считалось целесообразным применение трубы из ПВХ. Под воздействием наматываемой пленки в трубе возникают касательные напряжения, которые стремятся деформировать ее. Касательные напряжения возникают в результате натяжения наматываемой пленки за счет сопротивления почвы при вытаскивании пленки из почвы. Расчет прочности трубы ПВХ вычислялся с использованием программного обеспечения Inventor Professional 2018, которое определяет устойчивость трубы при соответствующих касательных напряжениях: при максимальном сопротивлений почвы; при разрыве пленки.

Выбранная модель трубы с фиксаторами на торцевой части представлена на рисунке 3.11.

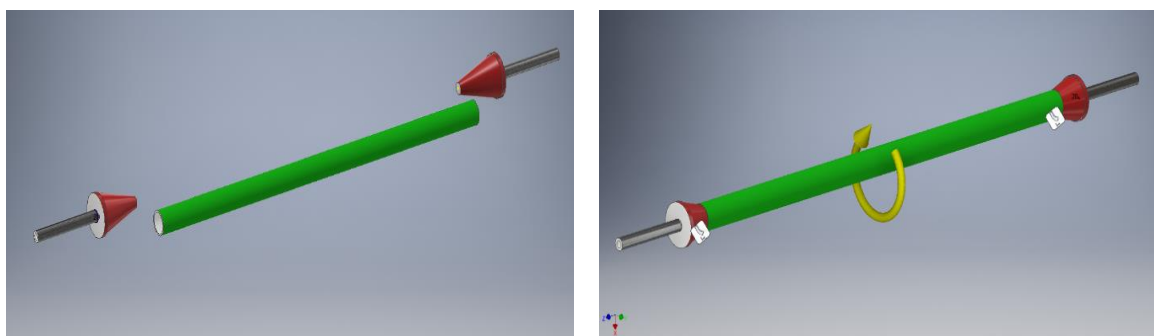


Рисунок 3.11 – Модель спаренного устройства



Для расчета напряжений возникающих в трубе исходные характеристики трубы из ПВХ представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Характеристики трубы из ПВХ для расчета напряжений

Массовая плотность	1,4 г/см <sup>3</sup>
Предел текучести	46,53 МПа
Окончательный предел прочности растяжения	52,36 МПа
Модуль Юнга	3,4 ГПа
Коэффициент Пуассона	0,4
Модуль упругости при сдвиге	1,21429 ГПа
Диаметр трубы	50 мм

### 3.3

#### 3.3.1

Значения углов естественного откоса и коэффициент трения образцов растительного происхождения, полученные с использованием специально разработанного прибора, предоставили следующие результаты.

Углы внутреннего трения на полиэтиленовой поверхности без воздействия давления для образцов стеблей томатов, перца болгарского и баклажанов составили соответственно  $\alpha=44^\circ$ ,  $\alpha=42^\circ$ ,  $\alpha=40^\circ$ .

Графическое представление результатов эксперимента по определению коэффициента трения растительного материала в зависимости от нормального давления представлено на рисунке 3.12.

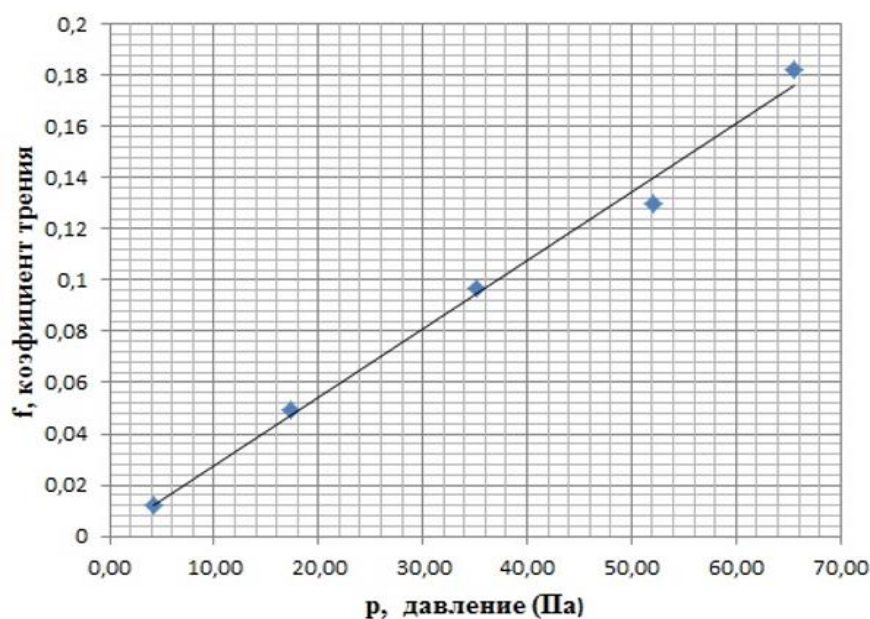


Рисунок 3.12 – Зависимость коэффициента трения от давления

Полученные данные позволяют сделать вывод о линейном возрастании коэффициента трения растительного материала с увеличением нормального

давления в пределах проведенного эксперимента. Это явление объясняется тем, что при увеличении нормального давления не происходит выдавливание свободной влаги на поверхности трения, что приводит к равномерному увеличению трения.

### 3.3.2

По мере повышения температуры окружающей среды на образцах из-за окислительных процессов, улетучивании пластификаторов, противоустарителей и др. компонентов, привело к изменению исходных свойств, в частности к росту жесткости и хрупкости. Также на образцах с истечением времени произошло изменение цвета, появились трещины (рисунок 3.13).

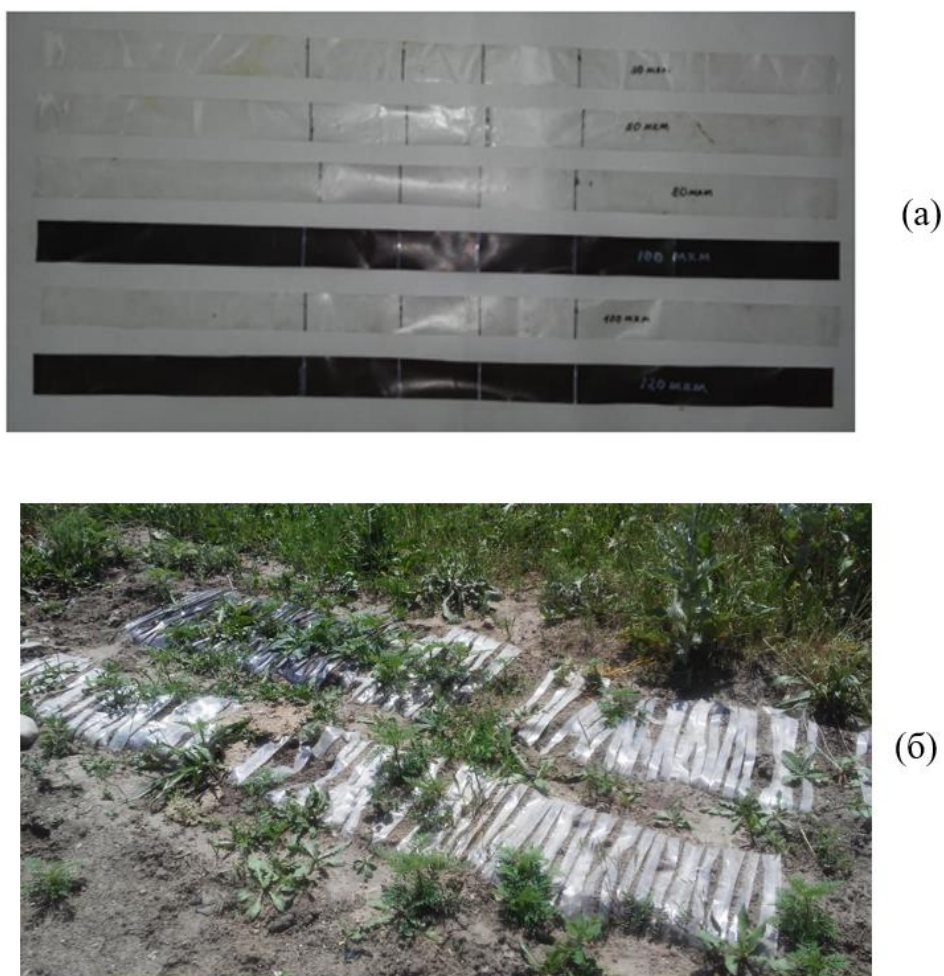


Рисунок 3.13 – Общий вид (а) и полевые экспозиции (б) образцов разных видов полиэтиленовой пленки

Результаты исследования на прочность при растяжении, разрыве, относительном удлинении представлены в виде зависимостей (в графическом интерпретации) на рисунках 3.14, 3.15, 3.16, 3.17 (Приложение Б).

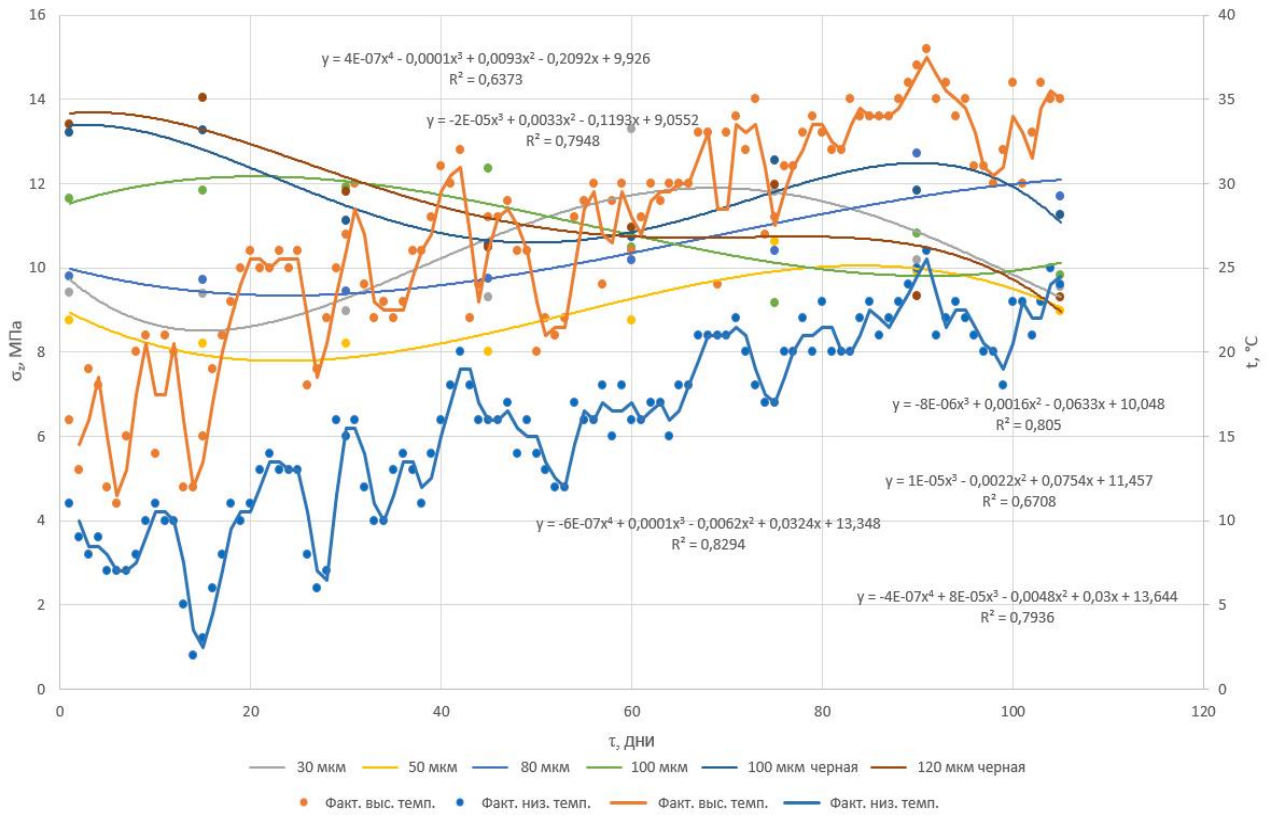


Рисунок 3.14 – Сравнительные показатели полиэтиленовых пленок на прочность при растяжении с различной толщиной

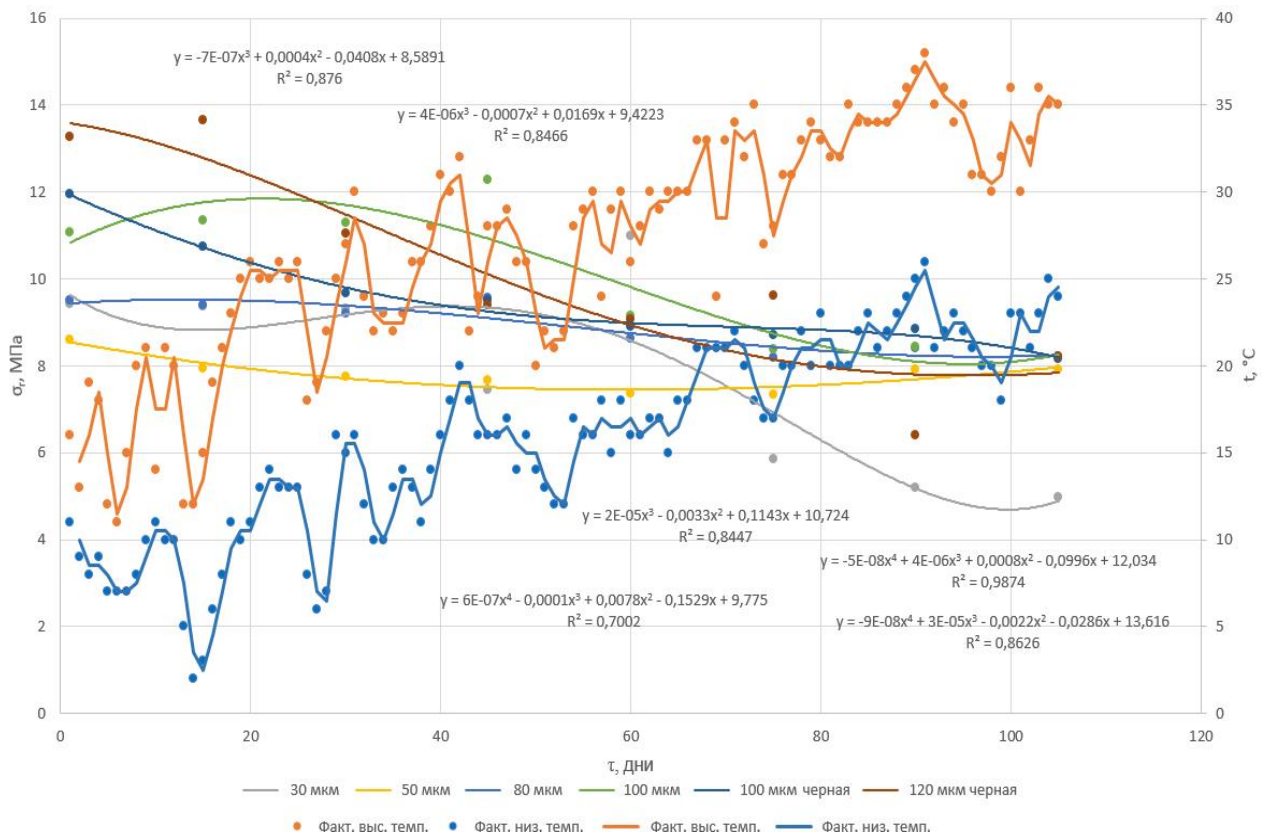


Рисунок 3.15 – Сравнительные показатели полиэтиленовых пленок на прочность при разрыве с различной толщиной



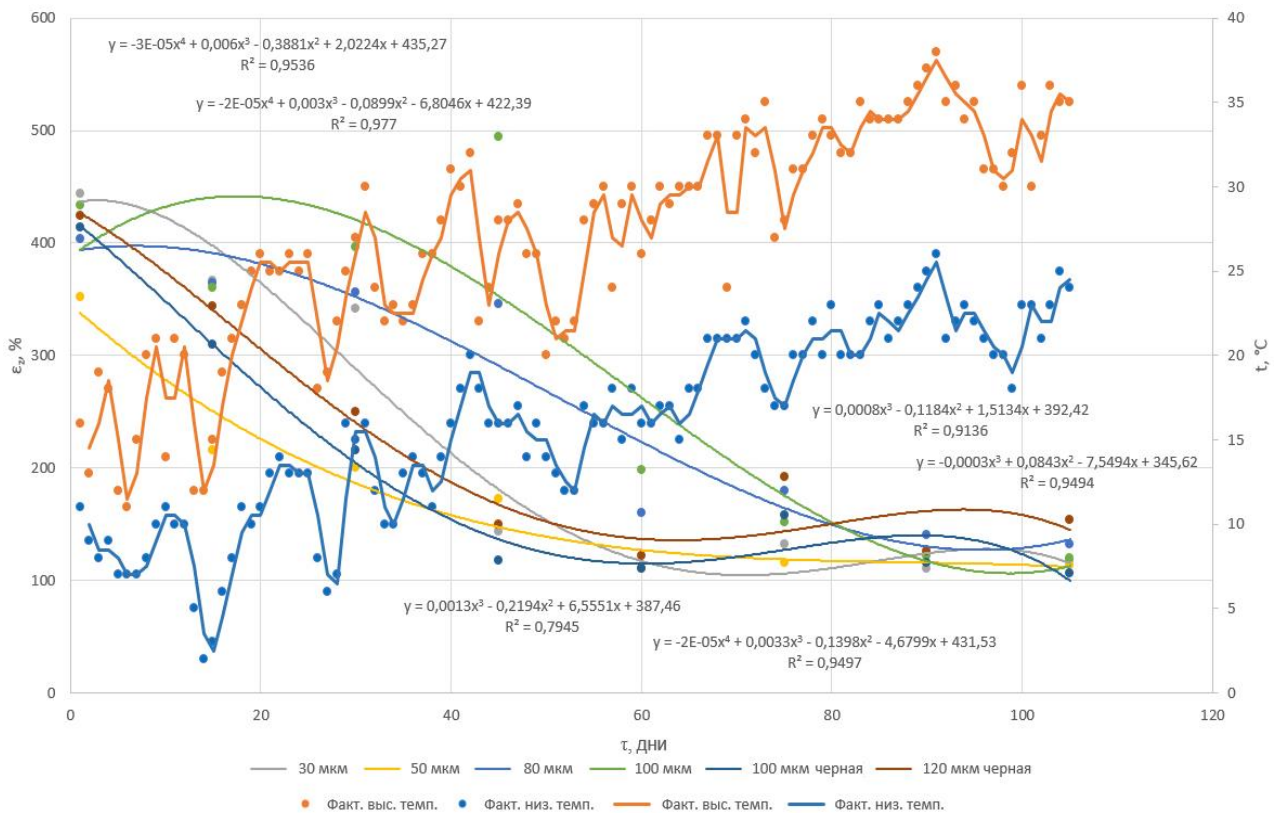


Рисунок 3.16 – Сравнительные показатели полиэтиленовых пленок на относительное удлинение при максимальной нагрузке с различной толщиной

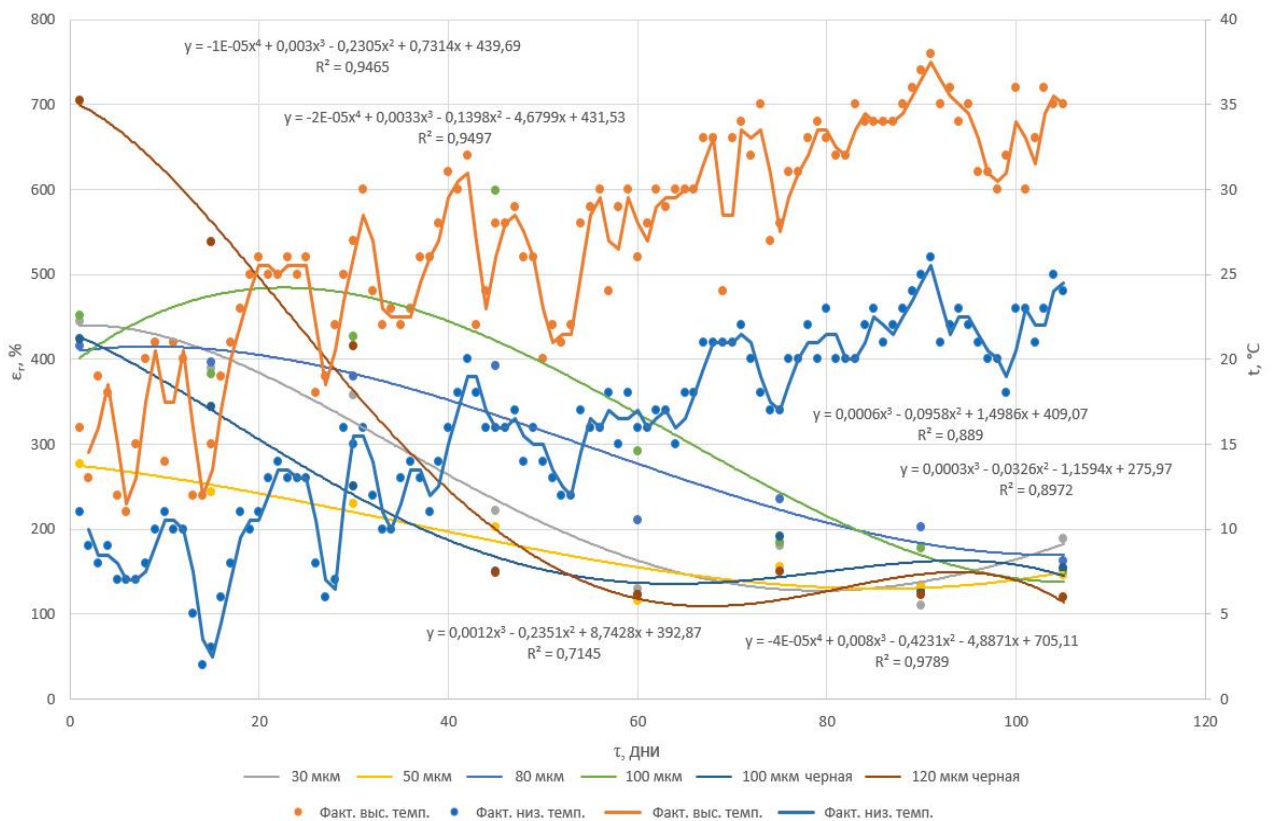


Рисунок 3.17 – Сравнительные показатели полиэтиленовых пленок на относительное удлинение при разрыве с различной толщиной

Стойкость полиэтиленовых пленок в естественных атмосферных условиях резко варьируется. Результаты изучения закономерностей изменений прочностных свойств на образцах, испытываемых после 105 дней свидетельствуют о том, что прочность при растяжении ( $\sigma_z$ ) существенно не изменилась у всех образцов. Также, почти у всех образцов прочность при разрыве ( $\sigma_r$ ) тоже существенно не изменилась, кроме образца толщиной 30 мкм, где уменьшилось на 47%. Относительное удлинение при максимальной нагрузке ( $\varepsilon_z$ ) уменьшилось максимально в пленках с толщиной 120 мкм (черная) на 82% и минимальная 80 мкм на 67%. Относительное удлинение при разрыве ( $\sigma_r$ ) уменьшилось максимально в пленках имеющих толщину 120 мкм (черная) на 82% и минимально у 50 мкм на 47%.

### 3.3.3

Определение значения сопротивления почвы при намотке пленки на вал устройства в местах с корневыми остатками со срезанными стеблями томата и перца, а также в местах без растительных остатков представлен на рисунке 3.18.

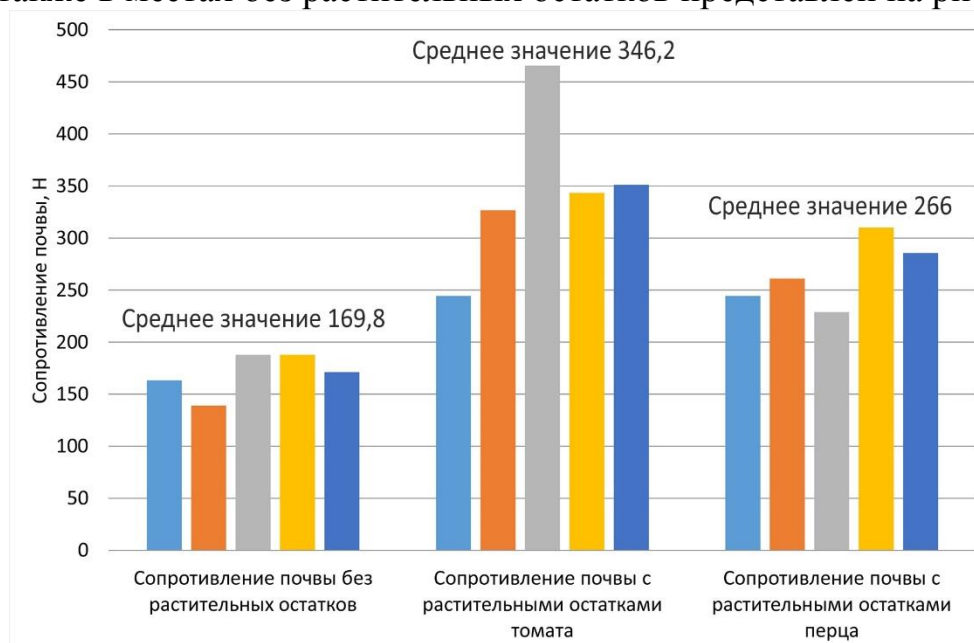


Рисунок 3.18 - Сопrotивление почвы при намотке пленки

При проведении измерения в пятикратной повторности среднее значение сопротивления почвы показал следующие результаты: без растительных остатков – 169,8 Н; с растительными остатками томата – 346,2; с растительными остатками перца – 266,0 Н. Анализ проведенного испытания показал, что срезанные растительные остатки и рыхлая почва влияют на сопротивление при намотке пленки, что вызвало варьирования показаний на динамометрическом приборе. Полученные значения исследования позволяют учитывать усилие при конструировании механизма устройства для намотки пленки, т. е. учитывалось значение крутящего момента исходя из сопротивления почвы.

### 3.3.4

В результате проведенных исследований были получены зависимости изменения диаметра рулона от значения силы натяжения полиэтиленовой пленки при намотке, а также зависимость коэффициента относительного уплотнения полиэтиленовой пленки от диаметра намотанного рулона, представленные на рисунке 3.19.

В результате анализа полученных зависимостей видно, что при малых усилиях натяжения начальное состояние зависимости проходит линейно. С приложением больших усилий зависимость резко изменяет направление. Это обусловлено из-за наличия повреждений на пленке, которая сминается образуя пустоты между слоями пленки.

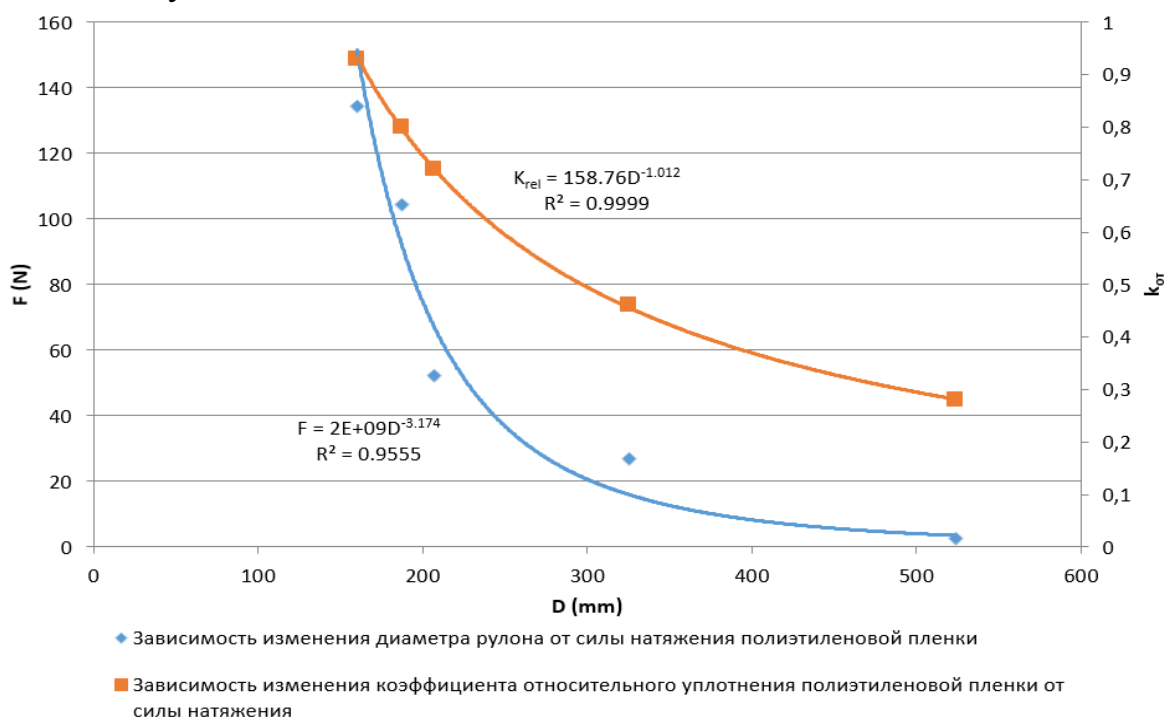


Рисунок 3.19 – График изменения диаметра наматываемого рулона и коэффициента относительного уплотнения поврежденной мульчирующей пленки с поля в зависимости от приложенной силы

Из зависимости видно что с уменьшением силы натяжения пленки и увеличением диаметра рулона коэффициент относительного уплотнения пленки падает. В связи с этим, для обеспечения увеличения коэффициента грузоподъемности транспорта при перевозке и увеличения рабочего хода агрегата пленка должна наматываться в натяг на трубу намоточного устройства (рисунок 3.20).

Уплотненное состояние намотанного рулона пленки облегчает процесс погрузки и разгрузки, за счет ограниченного объема, занимая ограниченное место в кузове транспортного средства.



Рисунок 3.20 – Общий вид заводского рулона (слева) и перемотанного в рулон использованной пленки с поля (справа)

Также в лабораторных условиях был испытан механизм раскладки и намотки гибкой капельной ленты на бобину, что показало ее хорошую работоспособность, рисунок 3.21.



Рисунок 3.21 – Общий вид гибкой капельной ленты при намотке на лабораторном стенде (слева) и намотанной бабины (справа)

### 3.3.5

В результате расчета напряжений трубы из ПВХ с учетом прочностных показателей полимерных пленок от различных факторов и сопротивления почвы при намотке получены результаты расчета представленные на рисунках 3.22 и 3.23.



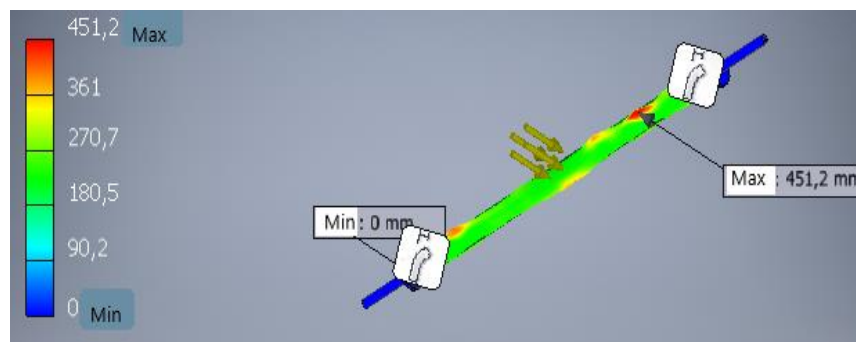


Рисунок 3.22 – Смещения трубы при максимальном натяжении пленки перед разрывом

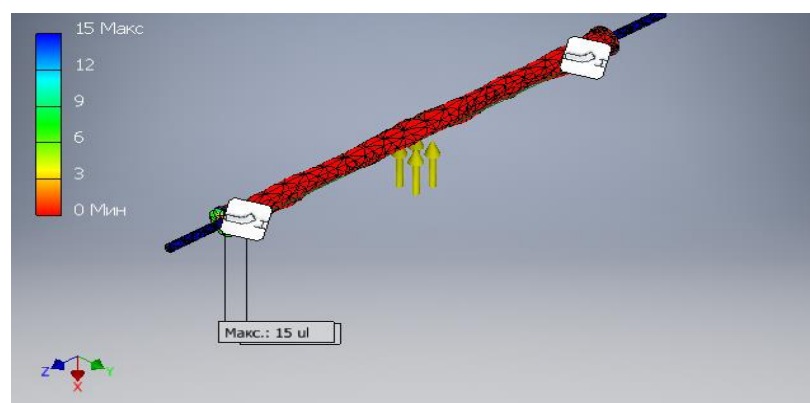


Рисунок 3.23 – Коэффициент запаса прочности устройства

Как видно из графика в результате воздействия сопротивления почвы при намотке мульчирующей пленки смещение трубы от центральной ее оси (в условиях без прогиба) составляет 451 мм. Данное смещение принято допустимым для сохранения устойчивого состояния трубы между прижимными конусами.

1. Лабораторные исследования по определению угла трения и коэффициента трения образцов растительного происхождения выполнены для обоснования угла атаки наклонного транспортера разработанного устройства для удаления полимерных остатков после мульчирования.

2. Значения углов естественного откоса для образцов стеблей томата, болгарского перца и баклажана составили соответственно  $\alpha=44$ ,  $\alpha=42$ ,  $\alpha=40$  градусов. Коэффициент трения растительных образцов от повышения нормального давления возрастал линейно, что показало о возрастании трения равномерно без выделения влаги.

3. При испытании полимерных пленок в естественных атмосферных условиях образцы толщиной 30 мкм и 50 мкм начали распадаться на отдельные куски из-за их хрупкости, где следует вывод что использование пленок толщиной ниже 80 мкм исключает её уборку машинным способом, из-за разрушения в следствии незначительного механического воздействия.



4. Сопротивление почвы и растительных остатков в почве при наматывании пленки на барабан показало следующие результаты: без растительных остатков – 169,8 Н; с растительными остатками томата – 346,2; с растительными остатками перца – 266,0 Н.

5. Исследование коэффициента относительного уплотнения пленки при ее намотке на барабан показало, что с увеличением диаметра рулона значение коэффициента уменьшается, поэтому для обеспечения плотности намотки пленка должна наматываться на барабан в натяг.

6. Расчеты по определению напряжения трубы из ПВХ при намотке на нее мульчирующей пленки показали, что при компьютерном моделировании смещение трубы от центральной ее оси составляет 451 мм, которое является допустимым.

#### 4.1

Для разработки конструкции устройства [104, 105] изучались патентно-техническая литература, научные журналы, труды институтов, описание патентов и авторских свидетельств с целью определения тенденции развития технических средств механизации для удаления пленки для мульчирования и гибких капельных лент в послеуборочный период. По результатам теоретических и лабораторных исследований, представленных выше, позволило разработать и изготовить экспериментальный образец устройства.

Экспериментальный образец машины для удаления пленки для мульчирования и гибких лент капельного орошения с поля в послеуборочный период разработан и изготовлен согласно техническому заданию и конструкторской документации на базе кафедры «Машиноиспользование» имени И. В. Сахарова Казахского национального аграрного исследовательского университета (рисунок 4.1).

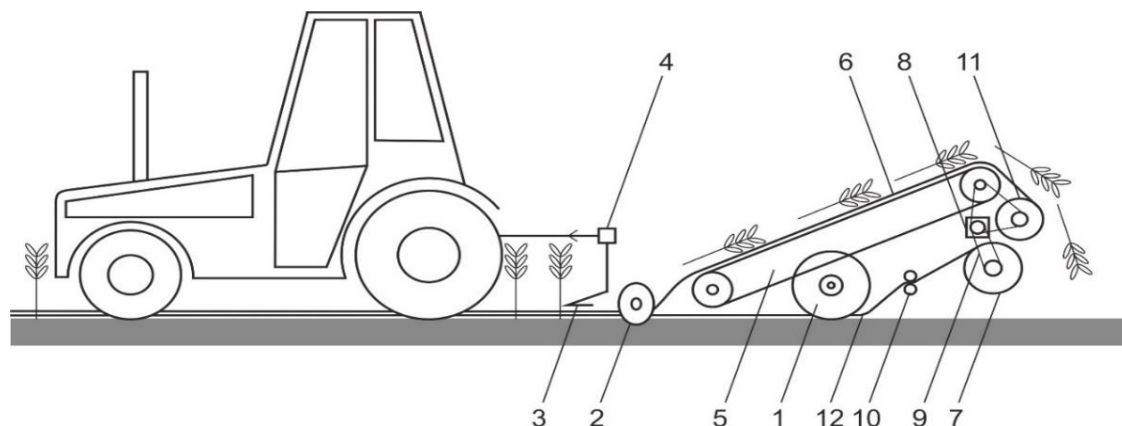
Производственно-полевые испытания агрегата проводились в условиях орошаемого земледелия Юго-востока Казахстана на производственном участке ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович (Алматинская область, Енбекшиказахский район), (Приложение В).



Рисунок 4.1. – Общий вид устройства для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения

Цель проведения производственно-полевого испытания экспериментального образца разработанной машины заключается в оценке параметров, характеризующих конструкцию машины и проверке его работоспособности в полевых условиях.

Для исследования предложена конструкция навесного устройства, обеспечивающая операции намотки гибких поливных лент и мульчирующей пленки для механизированной уборки полимерных остатков (рисунок 4.2, 4.3). Устройство в рабочем состоянии опирается на два опорных колеса 1 и прицепное устройство трактора. В транспортном положении устройство опирается через навеску на ходовой аппарат трактора. В рабочем положении опорные колеса устройства, как у буксирующего трактора размещаются по краям мульчированной полосы, режущий аппарат за счет опускания навески трактора опирается башмаками о мульчирующую поверхность.



1 – рама с опорными колесами; 2 – отвал; 3 – сегментный механизм для резки растений; 4 –редуктор; 5 – наклонный транспортер; 6 – мульчирующая пленка; 7 – намотчик ленты капельного орошения; 8 – гидромотор; 9 – ременный привод; 10 – механизм раскладки; 11 – намотчик мульчирующей пленки; 12 – лента капельного орошения

Рисунок 4.2 - Устройство для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения

При перемещении по мульчированной поверхности выступающие стебли растений над мульчей скашиваются с помощью механизма кошения 3, приводимое от ВОМ трактора соединенного через редуктор 4. Края мульчирующей пленки после скашивания растительной массы извлекаются из почвы отвалами 2. Скошенная масса, вместе с мульчирующей пленкой 6 перемещаясь по наклонному транспортеру 5, сбрасывается на поверхность поля. При этом скорость скошенной массы и пленки относительно земли имеют нулевое значение по горизонтальной плоскости наклонного транспортера. Удаленная мульчирующая пленка после наклонного транспортера наматывается на барабан намотчика пленки 11, а гибкая поливная лента, пройдя через механизм раскладки 10 наматывается на намотчике ленты 7, приводимые при помощи ремней 9 от гидропривода (гидромотор) 8. Наклонный транспортер так же берет привод от гидропривода, как барабаны намотки. Гидромотор устройства работает от гидросистемы трактора. Обороты барабанов подобраны для обеспечения перетяжки пленки чтобы намотка происходила более

уплотненно. Для защиты от обрыва пленки и лент предусмотрены предохранительные муфты на валу вращения [106].



Рисунок 4.3 – Рабочий процесс удаления устройством мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения в послеуборочный период

Перед проведением производственного испытания экспериментального образца устройства для удаления пленки и гибких поливных лент капельного орошения были выполнены следующие подготовительные работы:

- подготовка поля для укладки гибкой поливной ленты капельного орошения, мульчирование почвы, посадка рассады;
- укладки гибкой поливной ленты капельного орошения, мульчирование почвы полиэтиленовой пленкой, посадки рассады овощных культур в условиях хозяйства с помощью агрегата для полуавтоматического растила;
- исследование состояния поля, где производилась посадка рассады;
- уход за растением (контроль состояния поля, режим полива) после посадки до уборки урожая;
- подготовка экспериментального образца устройства для уборки пленки и гибких поливных лент капельного орошения к производственному испытанию.

Программой испытания предусматривалось:

- исследование состояния почвы рабочего участка;
- производственное испытание разработанного устройства для удаления пленки для мульчирования и гибких лент капельного орошения в условиях хозяйства.

## 4.2

### 4.2.1

Необходимым условием подготовки поля являлось вспашка, очистка поля от посторонних предметов и боронование. Эти операции выполняются для обеспечения качественного мульчирования при посадке рассады овощных культур. Подготовка почвы под посадку томата проводилась в глубокой (27–30

см) зяблевой вспашке, ранневесеннем бороновании и пред посадочным рыхлением безотвальными орудиями с последующим боронованием. При оценке характеристики участка определялись тип почвы, название почвы по механическому составу, рельеф, микрорельеф, влажность и твердость почвы по ГОСТ 34392-2018 [107].

Операции для укладки гибкой ленты капельного орошения, мульчирования почвы и посадка рассады проводились на орошаемом участке ИП «ZAGROUP» с использованием разработки исследовательской группы [108]. Длина гона каждого участка для испытания составила 200 м, общая площадь для контрольной работы составляла 2 гектара под томат. В конце участка проводились работы по заправке полиэтиленом для мульчирования почвы и водой для пред посадочного полива. В качестве тяговой силы использовался колесный трактор МТЗ-80 в исправном состоянии. Длина стандартного рулона для мульчирования составляла 250 метров с шириной 1,5 метра, запасной рулон пленки устанавливался в специальное место на агрегате. Толщина мульчирующей пленки соответствовала 100 микронам. Для посадки использовались рассады без брикетов, так как в агрегате предусмотрено пред посадочный полив в лунки. Вследствие чего рассады поступают в увлажненную лунку и сохраняют живучесть до подачи воды для полива. Операторы для посадки рассад размещались на специальных сиденьях, где на лотках перед ними располагался ящик с рассадой. По мере необходимости сажальщики брали растения из ящика для рассады и закладывали их поочередно в образованные в почве лунки с водой.

Удаление мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения проводились после уборки томатов. Исследование состояния рабочего участка включало: определение твердости почвы; определение влажности почвы.

За основу методики определения характеристик почвы взяты ГОСТ 20915-2011 «Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний» [109] и ГОСТ 28268-89 «Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений» [110].

Определение твердости почвы проводилось с использованием почвенного твердомера в точках, где осуществлялся контроль влажности. Для определения твердости почвы был использован пенетромтр ПСГ-МГ 4. Исследования проводились непосредственно в полевых условиях, где должен был пройти проверку разрабатываемая экспериментальная машина для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения (рисунок 4.4). Глубина определения твердости почвы и количество слоев устанавливались в зависимости от назначения машины и соответствовало 5 см, 10 см, 15 см.





Рисунок 4.4 – Грунтовый пенетромтр в состоянии проверки почвы

Влажность определялась общепринятым методом высушивания. Пробы почвы на влажность отбирались буром в местах, расположенных по диагонали участка в пятикратной повторности.

Для этого брались пробы на участке на различной глубине 0...5 см, 5...10, 10...15 см в специальные стаканчики (бюксы). Взятые пробы, с открытыми крышками, высушивались в сушильном шкафу при  $t=105^{\circ}\text{C}$  в течение 8 часов. После высушивания влажность определялась в процентах по формуле:

$$W = \frac{g - g_c}{g_c - g_6} \cdot 100, \% \quad (4.1)$$

где  $g, g_c$  - масса бюксы с почвой соответственно до и после высушивания, г,  $g_6$  - масса бюксы без почвы, г.

Затем определялась средняя влажность по глубине:

$$W_{\text{гл}} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{n}, \% \quad (4.2)$$

где  $n$  - число замеров по глубине,

$W_i$  - влажность в процентах на заданной глубине.

Для определения влажности почвы использовались бюксы, электронные весы «LP-06» и шкаф сушильный электрический круглый 2В-151 (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Сушильный электрический шкаф и электронные весы для определения влажности почвы

#### 4.2.2

Подготовка экспериментального образца устройства для уборки пленки и гибких поливных лент капельного орошения к производственному испытанию проводилась в условиях лаборатории. Для этого устройство полностью было укомплектовано всеми механизмами в том числе разработанным блок-регистратором параметров (скорость агрегата, затрачиваемая мощность приводных механизмов), предварительно проверенные на лабораторных стендах. К проверке подвергались гидромоторы, предназначенные для привода наклонного транспортера, барабанов для намотки мульчи и гибких поливных лент капельного орошения. Проверялись усилие пружин на фрикционных механизмах привода барабанов для намотки и срабатывание сбросного механизма рулона. Подвергались к проверке вращение роликов наклонного транспортера от усилия руки, крепежные соединения и давление в шинах. После выполнения проверочных работ устройство было разукомплектовано аккуратно для транспортировки до места испытания. Транспортировка проводилась на автомобиле, снабженной манипулятором для погрузки и разгрузки, с грузоподъемностью до 5 тонн. После доставки оборудования на место испытания проводилась ее разгрузка на ровной площадке. Были укомплектованы разобранные механизмы, подвергались к проверке все соединения. Для выполнения операции агрегат был соединен к колесному трактору МТЗ-80, подключались:

- вал отбора мощности трактора к приводу механизма кошения устройства;
- гидросистема трактора была подключена к гидросистеме гидропривода барабанов и наклонного транспортера агрегата;
- тросовый механизм для сброса рулона был соединен с кабиной оператора.

При испытании агрегата для удаления пленки и гибких поливных лент капельного орошения определялись показатели качества выполнения технологического процесса [111]. К технологическим процессам относятся четыре операции: кошение стеблей, откапывание продольных краев пленки от почвы, подача наклонным транспортером мульчи и скошенной массы растения, намотка мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты на барабаны. Агротехническая оценка проводилась при наработке машины не менее 10 ч основной работы.

Испытания проводились двумя методами: совместное удаление пленки для мульчирования и лент капельного орошения; намотка лент капельного орошения отдельно от мульчирующей пленки.

Перед отбором проб для машины устанавливались оптимальные регулировки применительно к условиям испытаний и техническим требованиям к удалению мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения.

Машина испытывалась на режимах, рекомендуемых инструкцией по эксплуатации. За оптимальный режим работы принимался тот, который обеспечивал уборку пленки без разрыва, в виде плотно намотанного материала в рулон на барабане.

Экспериментальное исследование по определению затрат энергии на удаление полимеров с поверхности поля проводилось согласно ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний» [112] и для определения затрат энергии ГОСТ Р 52777-2007 «Методы энергетической оценки» [113].

Полевые испытания разработанного устройства проводилось для удаления полимерных остатков с поверхности поля после уборки урожая (томата). Во время испытаний были получены хронометражные данные о работе агрегата и его механизмах. Данные были получены путем регистрации параметров агрегата подключенного самозаписывающего комплекса приборов на электронный носитель. Параметрами были: поступательная скорость движения агрегата; частота вращения приводного гидромотора; затраты энергии на привод ведущих валов; изменение давления в магистрали гидросистемы для привода рабочих органов. С помощью тягового динамометра были получены значения тяговой силы на перемещение агрегата и отдельно для устройства.

В процессе проведения экспериментальных исследований в полевых условиях были произведены замеры мощности, потребной на холостой ход и рабочие ходы для различных вариантов установки рабочих органов. Для этого регистрировались специальной аппаратурой давление рабочей жидкости на входе и выходе гидромотора.



Мощности, потребляемой на привод рабочих органов испытуемого агрегата с гидравлическим приводом рабочих органов  $N$ , определялся выражением [114]

$$N = \frac{Q_T \cdot \Delta P}{61,2} \cdot \eta_{ГМ}, \text{ кВт} \quad (4.3)$$

где,  $Q_T$  – теоретическая подача насоса, л/мин;

$\Delta P$  – перепад давления в гидромоторе, мПа;

$\eta_{ГМ}$  – гидромеханический КПД гидромотора.

Программируемое реле ПР200-24.4.2.0 применялась для решения задач автоматизированного подсчета перепада давления в гидромоторе. Для автоматического контроля перепада давления на входе гидромотора был установлен датчик давления ПД100-ДИ40.0-111-0.5 и на выходе датчик давления ПД100-ДИ25.0-111-0.5 с точностью измерения  $\pm 0,5\%$  ВПИ фирмы «Овен». При проведении полевых испытаний также измерялись частота оборотов гидромотора, счетчиком оборотов (тахометром) ТХ01-224.Щ2.Р.РС, скорость движения агрегата при помощи программируемого реле ПР200-24.4.2.0. для этого применялись индуктивные бесконтактные выключатели ISB А4А-31Р-5-LZ (рисунок 4.6).



- а) для регистрации перепада давления в гидромоторе; б) для регистрации оборотов вала гидромотора; в) для регистрации оборотов колеса машины  
 с) блок-регистратор

Рисунок 4.6 – Установка датчиков на экспериментальной машине

Программирование реле ПР200-24.4.2.0 производилось написанием алгоритма на языке FBD (МЭК 16131:3) с помощью среды программирования OWEN Logic (рисунок 4.7).

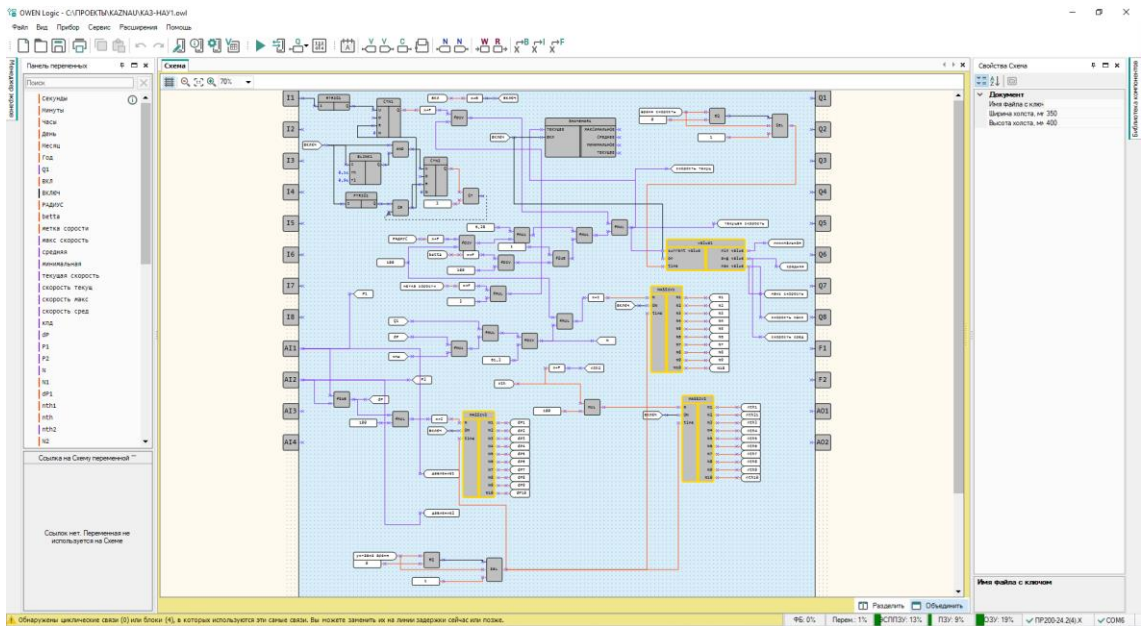


Рисунок 4.7 – Интерфейс среды программирования OWEN Logic для создания алгоритмов работы программируемого реле

Для визуализации и управления измерительными процессами программируемое реле PR200-24.4.2.0 было подключено к панели оператора ETG 7" серии ONI с оперативной и постоянной памятью для обработки и сохранения информационных данных. Программное обеспечение для создания пользовательского приложения на панели оператора производилось с помощью программы ONI Visual Studio (рисунок 4.8).

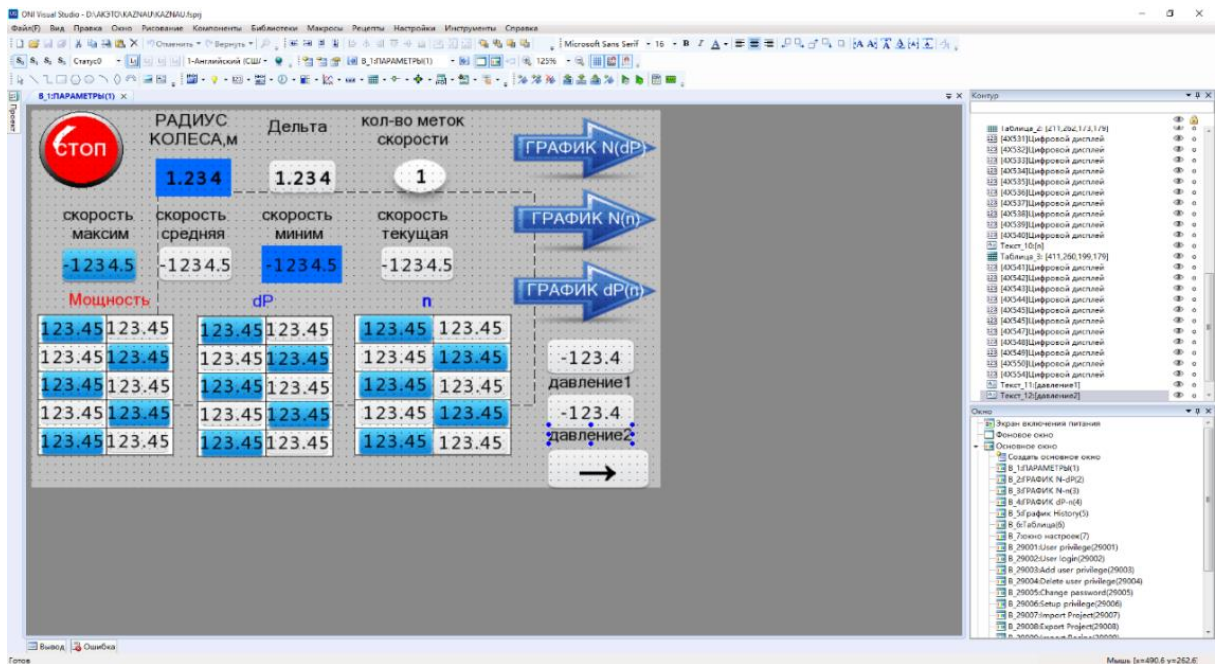


Рисунок 4.8 – Интерфейс программного обеспечения ONI Visual Studio при создании алгоритма работы и графической панели оператора



Параметры радиуса качения колеса машины, коэффициента учитывающего проскальзывание колеса машины, теоретическую подачу насоса и гидромеханический КПД гидромотора были заданы на панели оператора.

Перед выполнением технологических операций механизмы машины устанавливались на оптимальные режимы применительно к условиям испытаний и техническим требованиям к удалению мульчирующей пленки и гибких капельных лент. Испытания проводились на различных скоростях агрегата.

Измерение тягового сопротивления экспериментальной машины проводилось методом динамометрирования посредством буксировки агрегата для удаления полимерных остатков вторым трактором (рисунок 4.9).

Для определения тягового сопротивления экспериментального образца использовался динамометр для определения тягового усилия машин марки МЭЗИМ с предельной нагрузкой 3000 кг.



Рисунок 4.9 - Испытание тягового сопротивления агрегата

Тяговое сопротивление сельскохозяйственной машины  $R_M$ , вычислялось по формуле

$$R_M = R_{т.а.} - R_{т.с.}, \text{ Н} \quad (4.4)$$

где  $R_{т.а.}$  - тяговое сопротивление машинно-тракторного агрегата при выполнении технологической операции, Н;

$R_{т.с.}$  - тяговое сопротивление трактора при его движении без сельскохозяйственной машины, Н.

Перед выполнением технологических операций механизмы машины устанавливались на оптимальные режимы применительно к условиям испытаний и техническим требованиям к удалению мульчирующей пленки и гибких капельных лент. Испытания проводились на различных скоростях агрегата. Испытание устройства для сборки мульчирующей пленки и гибких поливных лент производились совместно и отдельно (рисунок 4.10).



Рисунок 4.10 - Фрагменты испытания устройства для сборки мульчирующей пленки и гибких поливных лент совместно и отдельно

### 4.3

#### 4.3.1

Почва на исследуемом участке относится к каштановому типу. По механическому составу классифицируется как среднесуглинистый. По величине комков (агрегатному составу) относится к мелкокомковатому виду.

После обработки данных полученных при замере твердости почвы penetрометром ПСГ-МГ 4 на глубине 5 см, 10 см и 15 см, были получены данные средних значения влажности почвы по образцам проб, взятых на глубинах 0 – 5 см, 5 – 10 см и 10 – 15 см. Анализ полученных кривых, представленных на рисунке 4.11, изменения влажности и твердости почвы в зависимости от глубины отбора пробы и глубины замера почвы, рассматривается по средним значениям измерения.

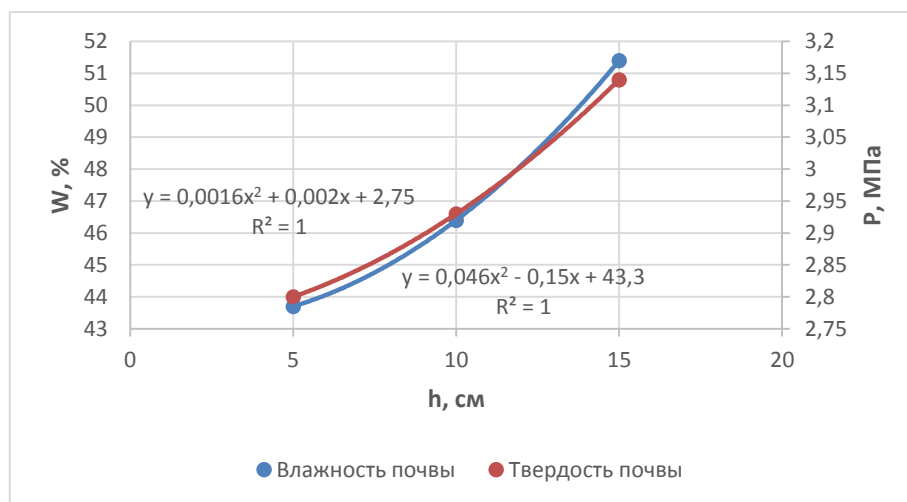


Рисунок 4.11 – Зависимость изменения влажности и твердости почвы на участке заделанного края пленки от глубины

По данным представленных зависимостей следует, что с изменением твердости почвы на соответствующей глубине взаимосвязаны с изменением влажности почвы. По данной кривой при средней влажности почвы 43,7% на глубине от 0 до 5 см, твердость почвы составляет 2,8 МПа, при глубине от 5 до 10 см влажность почвы возрастает до 46,4% где твердость увеличивается до 2,93 МПа, а при глубине от 10 до 15 см влажность почвы составляет 51,7%, где твердость почвы достигает до 3,14 МПа.

### 4.3.2

#### 4.3.2.1

Полевые испытания разработанного устройства проводилось для удаления полимерных остатков с поверхности поля после уборки урожая (томата) в ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович (на производственном участке) в поселке Алмалы Енбекшиказахского района Алматинской области. Во время испытаний были получены хронометражные данные о работе агрегата и его механизмах. Данные были получены путем регистрации параметров агрегата подключенного самозаписывающего комплекса приборов на электронный носитель. Параметрами были: поступательная скорость движения агрегата; частота вращения приводных валов намотчиков мульчирующей ленты и гибких поливных лент; затраты энергии на привод ведущих валов; изменение давления в магистрали гидросистемы для привода рабочих органов.

Основные параметры гидропривода были определены экспериментально. Как видно из графиков, мощность на привод приводного механизма агрегата растет с увеличением перепада давления и увеличением оборотов гидромотора (рисунок 4.12).

В результате выявлено, что изменение потребляемой мощности гидромотора зависит от оборотов гидромотора и поступательной скорости агрегата. На основе эксперимента получены экспериментальные данные со следующими факторами:  $Y$  – потребляемая мощность гидромотора, кВт;  $X_1$  – поступательная скорость агрегата, м/с;  $X_2$  – обороты гидромотора, об/мин. В полученных фрагментах машинной распечатки приведены результаты обработки (Приложение Г).

Как видно из фрагмента машинной распечатки основные показатели устройства имеют форму линейной модели с коэффициентом множественной детерминации  $R^2 = 0,974$  и соответственно множественной корреляции  $R = 0,987$  (достоверностью  $t_d = 235,1407$  при уровне значимости 0,05).

Надежность установления связи вариации  $Y$  с вариацией системы факторов ( $X_1, X_2$ ) проверялась также с помощью дисперсионного анализа, где представлены в сравнении вариации регрессии. Их соотношение – это критерий Фишера. Расчетное значение критерий Фишера для оценки степени

приближения множественной регрессии равно  $F = 8.339213$ , которое превышает табличного значения [115].

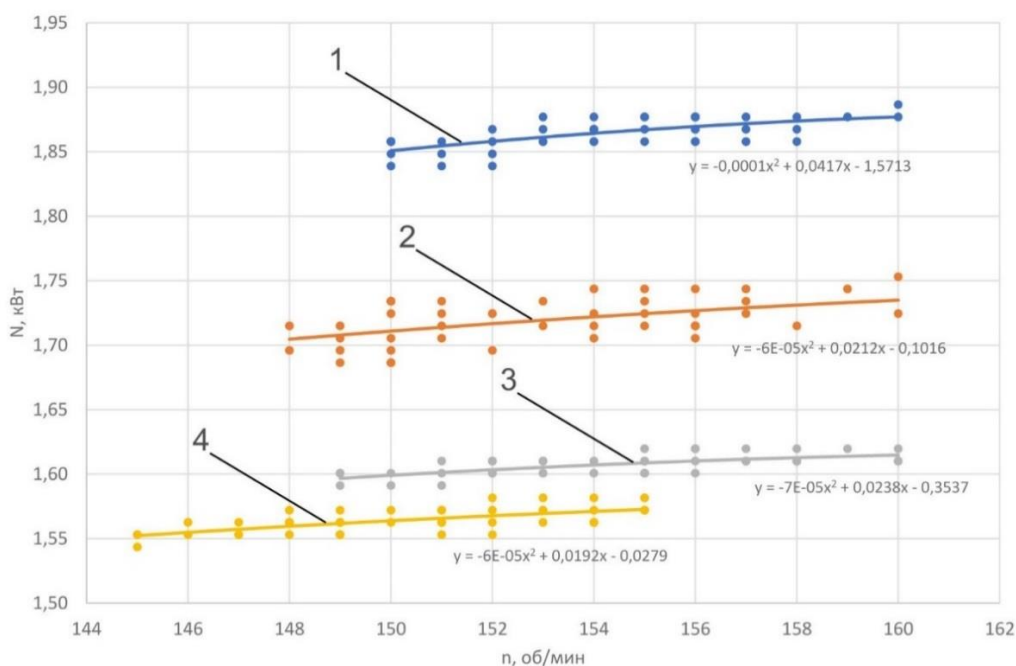


Рисунок 4.12. Изменение потребляемой мощности в зависимости от оборотов гидромотора при средней скорости агрегата: 1 –  $V_{cp} = 0,52$  м/с, 2 –  $V_{cp} = 0,96$  м/с, 3 –  $V_{cp} = 1,58$  м/с, 4 –  $V_{cp} = 1,8$  м/с

В результате получено множественное уравнение регрессии

$$Y = 1,605 - 0,214X_1 + 0,002X_2$$

После раскодирования получено уравнение при реальных значениях факторов

$$N = 1,605 - 0,214V + 0,002n$$

Анализ уравнений показывает, что на изменение потребляемой мощности гидромотора оказывают все факторы, принятые в эксперименте. Однако на потребление мощности более значительно влияет поступательная скорость агрегата, менее значимое влияние - обороты гидромотора. Из этого следует, что при намотке мульчирующей пленки и гибких капельных лент, предохранительные муфты приводного механизма агрегата срабатывают в зависимости от поступательной скорости агрегата. Таким образом, с увеличением поступательной скорости агрегата, время срабатывания предохранительных муфт сокращается, что приводит к уменьшению потребляемой мощности на привод.

Полученная зависимость представлена на трехмерном графике, который демонстрирует изменение потребляемой мощности гидромотора в зависимости от его поступательной скорости (рисунок 4.13).



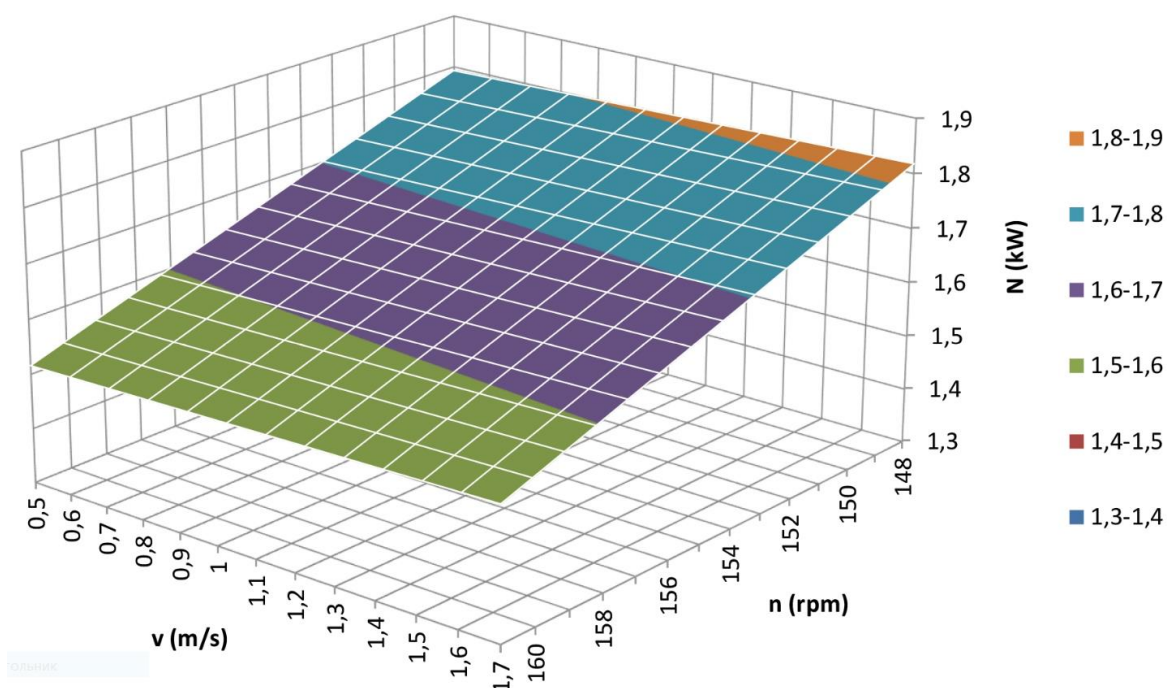


Рисунок 4.13. Изменение потребляемой мощности в зависимости от поступательной скорости агрегата

Из графика видно, что с увеличением поступательной скорости агрегата потребляемая мощность на привод механизма агрегата падает с 1,86 кВт до 1,56 кВт, что на 18% меньше, чем при средней скорости 0,52 м/с.

Результаты тяговых испытаний после математической обработки представлены в таблице 4.1, из которой видно, что среднее тяговое сопротивление разработанного устройства составило 1,96 кН

Таблица 4.1 – Показатели тягового сопротивления агрегата

Наименование измерения	Номер испытания					Среднее значение	Коэффициент вариации
	1	2	3	4	5		
$R_{т.а.}$ , кН	6,35	6,39	6,36	6,37	6,38	6,37	0,002482
$R_{т.с.}$ , кН	4,42	4,41	4,39	4,43	4,4	4,41	0,003585
$R_{м.}$ , кН	1,93	1,98	1,97	1,94	1,98	1,96	0,023452

С помощью тягового динамометра были получены значения тяговой силы на перемещения агрегата и отдельно для устройства. Тяговое сопротивление разработанного устройства составило 1,96 кН, потребление энергии на привод составляло 1,86 кВт.

#### 4.3.2.2

В полевых условиях на разработанном экспериментальном устройстве для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения были проверены работоспособность механизма для резки растений выступающие над мульчирующей пленкой на поверхности поля, механизмов намотчика

мульчирующей пленки и намотчика ленты капельного орошения, очистки краев пленки от почвы.

При проверке выявлено, что механизм для резки растений выполнил свою функцию положительно и безотказно. В качестве механизма для резки растений принят механизм косилки сена, приводимый от вала отбора мощности трактора.

Скашивание стеблей проводилось на различных скоростях агрегата, при этом полнота скашивания оценивалась визуально, путем подсчета нескошенных стеблей после прохода агрегата. Высота скашивания определялась с помощью мерной линейки от поверхности посева. Измерения проводились на трех смежных полосах в десяти точках с равномерным интервалом по длине хода. Погрешность измерений  $\pm 1$  см. Результаты измерений заносились в таблицу 4.2. Отклонения по высоты скашивания составляло от среднего значения не более 1,5 см, которое появляется из-за неровности при движении агрегата.

Таблица 4.2 – Ведомость определения качества скашивания стеблей

Точки отбора	Средняя высота скашивания, см
1	8
2	10
3	8
Сумма	26
Среднее значение	8,6

Подача освобожденной пленки (от почвы) и скошенной массы растений по наклонному транспортеру контролировалась по перемещению ленты вместе с наклонным транспортером. При этом отсутствовало обратное падение скошенной массы назад по транспортеру. Это показывало угол наклона транспортера подобрана в пределах нормы относительно горизонта.

Отделение скошенной массы растений и остатков земли от мульчирующей пленки, направленной для намотки на поверхности барабана, происходило под воздействием инерционной силы. Куски почвы, залипшие на поверхности при повороте мульчирующей пленки в концевом ролике транспортера, отлепились, также остатки растительных отходов отделились.

Намотка мульчирующей пленки на поверхность барабана происходила под натяжением независимо от незначительного изменения движения агрегата. Этому способствовало завышенные обороты барабана от гидропривода. При этом от разрыва мульчирующей пленки сохраняла предохранительная муфта, отрегулированная заранее на необходимый крутящий момент барабана. Определялась начальная длина пленки до намотки на барабан с помощью линейки в начале каждого загона и данные заносились в ведомость (таблица 4.3).

По полученным данным испытаний определялись суммарные значения замеров и их средние значения.



Таблица 4.3 – Ведомость определения глубины выкапывания почвы у края пленки и начальная длина пленки до намотки

Учетная делянка	Глубина выкапывания, см	Начальная длина до намотки, см
1	12	50
2	11	70
3	13	50
Сумма	36	170
Среднее значение	12	56,6

Сброс намотанной мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты проводился после прохождения агрегатом длины гона и заправлялась сердечником (барабаном) для последующего заезда (рисунок 4.14).



Рисунок 4.14 – Вид намотанной мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты в момент сброса из агрегата

Испытание механизма для уборки гибких поливных лент капельного орошения проводилось после отделения путем демонтажа от основного устройства и установлением на навесное устройство трактора. Такой способ необходим обычно для случая, когда отсутствует мульчирующая пленка. Сбор ленты проводился в стационарном состоянии трактора у края поля. Навесной механизм испытывался с сердечником и без сердечника намотки ленты. При этом использовался направляющее устройство для намотки ленты (рисунок 4.15).



Рисунок 4.15 - Намотка гибких поливных лент капельного орошения

Показатели комбинированного агрегата характеризуют назначение и область применения данного агрегата (таблица 4.4). Эти показатели позволяют отнести образцы техники, имеющиеся на мировом рынке, к группе аналогов оцениваемой продукции.

Таблица 4.4 - Показатели производственных испытаний машины для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент

Показатели	Значение показателей
Агрегатирование с трактором класса, кН	14
Производительность за 1 ч, га:	
- основного времени	1.36
- эксплуатационного времени	1.2
Удельный расход топлива, кг/га	15
Основные показатели качества выполнения технологического процесса:	
- остаток скошенной ботвы, см	8-10
- длина намотки без остановки, м	200
Масса агрегата, кг	550

:

1. Полевые испытания устройства для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения, разработанный на кафедре Машиноиспользование имени И. В. Сахарова Казахского национального аграрного исследовательского университета проводилось в ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович (на производственном участке) в поселке Алмалы, Енбекшиказахского района, Алматинской области для удаления полимерных остатков с поверхности поля после уборки урожая (томата) для выявления эксплуатационных параметров устройства.

2. Для регистрации хронометражных данных о работе агрегата и ее механизмах и для записи параметров агрегата на электронный носитель разработанного самозаписывающего комплекса были использованы: программируемое реле ПР200-24.4.2.0, датчики давления ПД100-ДИ40.0-111-0.5 и ПД100-ДИ25.0-111-0.5, счетчик оборотов (тахометр) ТХ01-224.Щ2.Р.РС, индуктивные бесконтактные выключатели ISB А4А-31Р-5-ЛЗ. Программирование реле производилось с помощью среды программирования OWEN Logic, визуализация и управление осуществлялось через панель оператора ETG 7" серии ONI, где программное обеспечение для создания пользовательского приложения производилось с помощью программы ONI Visual Studio.

3. При удалении полимерных остатков с поверхности поля машинно-тракторный агрегат двигался с поступательной скоростью в среднем 6,48 км/ч при этом средняя потребляемая мощность составило 1,56 кВт.

4. Тяговые испытания машины при удалении полимерных остатков, показало, что среднее тяговое сопротивление разработанного устройства составило 1,96 кН

5. Производительность машины при удалении пленки для мульчирования и лент капельного орошения с поверхности поля в послеуборочный период томатов соответствовало 1,2 га/ч.

## 5.

Для проведения экономической оценки возможно было сопоставить три альтернативных варианта удаления мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты:

- базовая машина для удаления мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты;
- удаление мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты вручную;
- экспериментальный образец машины для удаления мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты.

Для сравнительной оценки были выбраны согласно ГОСТ 34393-2018 [116] только механизированные способы устройства для удаления мульчирующей пленки и гибких лент капельного орошения. Для сопоставления использовались лучшие машины, серийно производимые в стране, и в случае их отсутствия – наилучшие зарубежные аналоги, преобладающие в составе зональных машинных технологий данного государства.

В качестве аналогового варианта использовалась показатели машины PMR-01 компании «Rocca Industries Pty Ltd».

Технические характеристики для расчета представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные параметры технических устройств для проведения сравнительной оценки

Показатели	Аналог	Новый
Ширина захвата, м	до 1,5	до 1,5
Производительность, га	до 1,2	до 1,2
Масса, кг	540	550
Количество обслуживающего персонала, включая тракториста, чел.	2	1
Стоимость, тыс. тг	10 298,5	1 700,0

Анализ преимуществ и недостатков разрабатываемого варианта технологии, технического решения, а также ее обслуживания и ремонта, происходит через сравнение между альтернативными показателями, охватывающими как частные, так и общие экономические факторы, которые отражают оптимизацию общественных трудозатрат.

### 5.1

Для реализации определенного типа работы в рамках экономической оценки учитывались следующие факторы:

- затраты денежных средств для оплаты труда;
- прямые эксплуатационные затраты денежных средств;
- общие затраты денежных средств.

Показатели ресурсосбережения включали в себя:

- годовой фактический объем работы новой техники на совокупные затраты денежных средств

- осуществление условного годового объема работ, включающая:

1) совокупные затраты финансовых средств;

2) потребность в технических средствах;

3) потребность в обслуживающем персонале (операторах-механиках и вспомогательного персонала);

4) потребность дизтоплива;

5) потребность капитального вложения.

Критерий сравнительной экономической эффективности охватывал следующие показатели:

- годовую экономию совокупных финансовых затрат по сравнению с альтернативной;

- снижение себестоимости выполнения работ;

- время окупаемости капиталовложений;

- уменьшение потребности операторах-механиках и вспомогательного персонала;

- сокращение потребления дизтоплива.

## 5.2

Экономические показатели специализированной техники на отдельных видах механизированных работ (удаление мульчирующей пленки и гибких поливных лент) определялись на основе объема работ, измеряемой в гектарах.

Затраты труда на единицу работы машинно-тракторного агрегата  $Z_{тр_i}$ , чел.-ч/ед. наработки, выполнялся с использованием следующей формулы:

$$Z_{тр_i} = \frac{\lambda_{мех_i}}{W_{см_i}} \quad (5.1)$$

где  $\lambda_{мех_i}$  - количество операторов-механиков и вспомогательного персонала, обслуживающий агрегат в течение смены, чел.;

$W_{см_i}$  - выработка машинно-тракторного агрегата за час сменного времени; га/час.

Прямые эксплуатационные затраты, связанные с выполнением одной единицы работы  $Z_{экс_i}$ , тг/га., рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{экс_i} = Z_{о.т_i} + Z_{дт_i} + Z_{л_i} + A_i + I_i \quad (5.2)$$

где  $Z_{о.т_i}$  - затраты необходимые для оплаты заработной платы обслуживающему персоналу, тг/га;

$Z_{дт_i}$  - расходы на дизельное топливо, тг/га;



$Z_{P_i}$  - отчисления на техническое обслуживание и ремонт, тг/га;

$A_i$  - отчисления на реновацию (амортизацию), тг/га;

$I_{B.M_i}$  - расходы денежных средств на технологические материалы, тг/га.

Затраты денежных средств для заработной платы обслуживающему персоналу  $Z_{o.T_i}$ , рассчитывается по формуле

$$Z_{o.T_i} = \frac{\sum_{k=1}^{n_{\text{мех}}} \lambda_k \tau_k K_3}{W_{\text{см}_i}} \quad (5.3)$$

где  $\lambda_k$  - обслуживающий персонал с уровнем  $k$ -й квалификации, чел.;

$\tau_k$  - оплата труда обслуживающего персонала с  $k$ -й квалификацией за каждый отработанный час, тг/чел.-ч;

$K_3$  - коэффициент, учитывающий удержания на социальные нужды от общей суммы заработной платы, (0,35 в РК);

$n_{\text{мех}}$  - количественный состав обслуживающего персонала, чел.

Стоимость топливо-смазочных материалов, которая определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{тсм}_i} = g_{T_i} \text{Ц}_T K_{\text{см.м}} \quad (5.4)$$

где  $g_{T_i}$  - погектарный расход дизтоплива, кг/га;

$\text{Ц}_T$  - стоимость дизельного топлива, тг/кг;

$K_{\text{см.м}}$  - коэффициент, учитывающий воздействие цен на смазочные материалы

Отчисления на техническое обслуживание и ремонт техники  $Z_{P_i}$  определяются по формуле

$$Z_{P_i} = \frac{\sum_{j=1}^{n_M} B_{M_j} K_{P_j}}{W_{\text{эк}_i}} 10^{-4} \quad (5.5)$$

где  $n_M$  - количество машин в машинно-тракторном агрегате, шт.;

$B_{M_j}$  - стоимость машины для удаления мульчирующей пленки без учета НДС, тг;

$K_{P_j}$  - норма отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание машины для удаления мульчирующей пленки от ее цены на 100 ч ее работы, % (7,37 в РК) [117];

$W_{\text{эк}i}$  - часовая производительность машины для удаления мульчирующей пленки за эксплуатационное время, га.

Часовая производительность машины для удаления мульчирующей пленки  $W_{\text{эк}i}$  за эксплуатационное время находится по следующей формуле

$$W_{\text{эк}i} = W_{o_i} \left( \frac{1}{K_{\text{см}j}} + \frac{1}{K_{\Gamma_j}} - 1 \right)^{-1} \quad (5.6)$$

где  $W_{o_i}$  - часовая производительность машины для удаления мульчирующей пленки за основное время в периоде контрольного времени смены, га.;

$K_{\text{см}j}$  - коэффициент использования времени смены машины для удаления мульчирующей пленки за период контролируемых смен;

$K_{\Gamma_j}$  - коэффициент готовности машины для удаления мульчирующей пленки за оперативное время.

Амортизационные отчисления  $A_i$  рассчитываются по формуле

$$A_i = \frac{1}{W_{\text{эк}i}} \sum_{j=1}^{n_m} \frac{B_{Mj}}{R_{Mj}} \quad (5.7)$$

где  $R_{Mj}$  - амортизационный ресурс для агрегатов (загрузка - 1260), ч.

Затраты на технологические материалы  $I_{\text{в.м}i}$  находим по следующей формуле

$$I_{\text{в.м}i} = \sum_{f=1}^{n_{\text{в.м}}} g_f \Pi_{\text{в.м}f} \quad (5.8)$$

где  $g_f$  - расход технологического материала на единицу работы, кг/га;

$\Pi_{\text{в.м}f}$  - стоимость технологического материала за его одну единицу, тг/кг;

$n_{\text{в.м}}$  - количество наименований технологического материала, шт.

Общая сумма денежных средств, затраченных на выполнение работ в гектар  $Z_{\text{сов}i}$ , тг/га, рассчитывается по следующей формуле

$$Z_{\text{сов}i} = Z_{\text{эк}i} + I_{\text{п}i} + I_{\text{пов}i} + I_{\text{сем}i} + I_{\text{ок.с}i} \quad (5.9)$$

где  $I_{\text{п}i}$  - денежные издержки, связанные с убытками из-за потери



сельскохозяйственной продукции, тг/га;

$I_{пов_i}$  - денежные издержки, связанные с убытками из-за повреждения сельскохозяйственной продукции, тг/га;

$I_{сем_i}$  - денежные издержки, связанные с убытками из-за неправильного применения рассады, тг/га;

$I_{ок.c_i}$  - затраты денежных средств на охрану окружающей среды, тг/га.

Денежные издержки, связанные с убытками из-за потери сельскохозяйственной продукции  $I_{п_i}$ , находим по формуле

$$I_{п_i} = 0,01 Y_{сх} X_{сх_i} Ц_{сх} \quad (5.10)$$

где  $Y_{сх}$  - урожайность, т/га;

$X_{сх_i}$  - потери, связанные с использованием машинно-тракторного агрегата при выращивании культуры, %;

$Ц_{сх}$  - рыночная стоимость сельскохозяйственной продукции, тг/т.

Денежные издержки, связанные с убытками из-за повреждения сельскохозяйственной продукции  $I_{пов_i}$  вычислялись по формуле

$$I_{пов_i} = 0,01 Y_{сх} X_{д_i} (Ц_{сх} - Ц_{д}) \quad (5.11)$$

где  $X_{д_i}$  - механические повреждения выращиваемой культуры, %;

$Ц_{д}$  - рыночная стоимость поврежденной и дробленой выращиваемой культуры, тг/т.

Денежные издержки, связанные с убытками из-за неправильного применения посадочных рассад рассчитываются по следующей по формуле

$$I_{сем_i} = (H_{сем} - m_{всх}) Ц_{сем} \quad (5.12)$$

где  $H_{сем}$  - фактическая норма высадки рассады, шт/га;

$m_{всх}$  - количество выжившей рассады с возможностью получения продукции, шт/га;

$Ц_{сем}$  - стоимость рассады тг/шт.

Количество выжившей рассады с возможностью получения продукции рассчитывается по формуле

$$m_{всх} = 0,01 H_{сем} П_{в} \quad (5.13)$$

где  $\Pi_B$  - процентное соотношение рассады, успешно всходящей на поле, % (были установлены на основе исследования в лабораторных условиях и полевых испытаниях машины для посадки рассады).

Затраты денежных средств, направляемые на охрану окружающей среды на каждый гектар, определялись с применением следующей формулы

$$I_{\text{окс}_i} = g_{T_i} N_{\text{ок.с}} \quad (5.14)$$

где  $N_{\text{ок.с}}$  - норма отчислений, предназначенных для защиты окружающей среды от выбросов вредных веществ в атмосферу, производимых двигателями внутреннего сгорания, тг/кг.

### 5.3

Общие затраты денежных средств при выполнении определенного объема работ на поле в течение года одним машинно-тракторным агрегатом (МТА) за весь сезон  $Z_{\text{сов.тех}_j}^{\Gamma}$ , тг, находим по формуле

$$Z_{\text{сов.тех}_j}^{\Gamma} = Z_{\text{сов}_j}^{\Gamma} F_j^{\Gamma} \quad (5.15)$$

где  $F_j^{\Gamma}$  - годовой фактический объем работ, выполняемый машинно-тракторным агрегатом, га.

Годовой фактический объем работы, осуществляемых машинно-тракторным агрегатом в течение сезона, учитывая агротехнические сроки, рассчитываются по следующей формуле

$$F_j^{\Gamma} = W_{\text{эк}_i} n_{\text{агр}_i} t_i \quad (5.16)$$

где  $n_{\text{агр}_i}$  - агротехнические сроки удаления мульчирующей пленки, дней;  
 $t_i$  - максимальная продолжительность рабочего времени машинно-тракторного агрегата на поле в течение одних суток, ч.

Совокупные затраты денежных средств при выполнении годового условного объема удаления мульчирующей пленки  $Z_{\text{сов.р}_i}^{\Gamma}$ , тг, рассчитывались по формуле

$$Z_{\text{сов.р}_i}^{\Gamma} = Z_{\text{сов}_i}^{\Gamma} F_y^{\Gamma} \quad (5.17)$$

где  $F_y^{\Gamma}$  - годовой условный объем удаления мульчирующей пленки, (1000 гектар), га [116].

Требуемая техника, необходимое для выполнения годового условного объема работы  $N_{\text{тех}_i}^{\Gamma}$ , шт., определяется по следующей формуле

$$N_{\text{тех}_i}^{\Gamma} = \frac{F_y^{\Gamma}}{F_j^{\Gamma}} \quad (5.18)$$

Потребность в операторах-механизаторах и вспомогательного персонала для выполнения годового условного объема работы  $\lambda_{\text{мех}_i}^{\Gamma}$ , чел., рассчитывается по формуле

$$\lambda_{\text{мех}_i}^{\Gamma} = \lambda_{\text{мех}} n_{\text{см}} N_{\text{тех}_i}^{\Gamma} \quad (5.19)$$

где  $n_{\text{см}}$  - количество рабочих смен обслуживающего персонала, осуществляемых в течение одних суток, шт.

Потребность в дизельном топливе для выполнения годового условного объема работы  $Q_{\tau_i}^{\Gamma}$ , кг, рассчитывается по формуле

$$Q_{\tau_i}^{\Gamma} = g_{\tau_i} F_y^{\Gamma} \quad (5.20)$$

Капиталовложения необходимые для выполнения работы  $K_{\text{МТА}_i}$ , тенге, рассчитывается по следующей формуле

$$K_{\text{МТА}_i} = N_{\text{тех}_i}^{\Gamma} (B_{\text{эн}_j} + B_{\text{схм}_j} n_{\text{схм}_j}) \quad (5.21)$$

где  $B_{\text{эн}_j}$  - стоимость энергетического средства, тенге;

$B_{\text{схм}_j}$  - стоимость машины для удаления мульчирующей пленки, тенге;

$n_{\text{схм}_j}$  - количество сельскохозяйственных машин в МТА, шт.

## 5.4

Годовая экономия совокупных затрат в денежном выражении при выполнении годового фактического объема работы машинно-тракторного агрегата, при удалении мульчирующей пленки,  $\mathcal{E}_{\text{г.тех}_j}$ , тенге, рассчитываются по следующей формуле

$$\mathcal{E}_{\text{г.тех}_j} = \mathcal{Z}_{\text{сов.тех}_j}^{\text{г.а}} - \mathcal{Z}_{\text{сов.тех}_j}^{\text{г.н}} \quad (5.22)$$

где  $\mathcal{Z}_{\text{сов.тех}_j}^{\text{г.а}}$ ,  $\mathcal{Z}_{\text{сов.тех}_j}^{\text{г.н}}$  - совокупные затраты для выполнения фактического объема работы машинно-тракторного агрегата, как для новой так и для аналоговой техники, тенге.

Годовая экономия совокупных затрат в денежном выражении при выполнении годового условного объема работы  $\mathcal{E}_{\text{г.р}_i}$ , тенге, рассчитывается по следующей формуле

$$\mathcal{E}_{\text{г.р}_i} = \mathcal{Z}_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.а}} - \mathcal{Z}_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.н}} \quad (5.23)$$

где  $Z_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.а}}$ ,  $Z_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.н}}$  - соответственно совокупные затраты в денежном выражении для новой предлагаемой и аналоговой техники при выполнении условного объема работ, тенге.

Уменьшение себестоимости выполнения работы  $m_{c_i}$ , %, вычислялись по следующей формуле

$$m_{c_i} = \frac{Z_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.н}} - Z_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.а}}}{Z_{\text{сов.р}_i}^{\text{г.а}}} 10^2 \quad (5.24)$$

Срок окупаемости капиталовложений в технику состоящих в машинно-тракторном агрегате при выполнении условного годового объема работы  $S_{k_i}^{\text{н}}$ , лет, вычислялись по формуле

$$S_{k_i}^{\text{н}} = \frac{F_y^{\text{г}} N_{\text{г.м}_i}}{W_{\text{см}_i}^{\text{н}} \Theta_{\text{г.раб}_i}} \left( \frac{B_{\text{эн}_j}^{\text{н}}}{R_{\text{эн}_j}^{\text{н}}} + \frac{B_{\text{схт}_j}^{\text{н}}}{R_{\text{схт}_j}^{\text{н}}} n_{\text{схм}_j} \right) \quad (5.25)$$

где  $W_{\text{см}_i}^{\text{н}}$  - сменная производительность машины для удаления мульчирующей пленки при (новая машины), га/ч;

$B_{\text{эн}_j}^{\text{н}}$  - стоимость нового энергетического средства, тенге;

$B_{\text{схт}_j}^{\text{н}}$  - цена новой машины для удаления мульчирующей пленки, тенге;

$R_{\text{эн}_j}^{\text{н}}$  - годовая наработка нового энергетического средства, ч;

$R_{\text{схт}_j}^{\text{н}}$  - годовая наработка новой машины для удаления мульчирующей пленки, ч.

Снижение количества операторов-механизаторов и вспомогательного персонала при выполнении условного годового объема работы  $m_{\text{мех}_i}$ , %, находим по следующей формуле

$$m_{\text{мех}_i} = \frac{\lambda_{\text{мех}_i}^{\text{г.н}} - \lambda_{\text{мех}_i}^{\text{г.а}}}{\lambda_{\text{мех}_i}^{\text{г.а}}} 10^2 \quad (5.26)$$

где  $\lambda_{\text{мех}_i}^{\text{г.н}}$ ,  $\lambda_{\text{мех}_i}^{\text{г.а}}$  - соответственно годовая потребность в операторах-механизаторах и вспомогательного персонала при выполнении условного годового объема работы (предлагаемая новая и аналоговая техника), чел.

Уменьшение потребности в использовании дизельного топлива при

выполнении условного объема работы в год  $m_{тсм_i}$ , %, рассчитывались по формуле

$$m_{тсм_i} = \frac{Q_{T_i}^{г.н} - Q_{T_i}^{г.а}}{Q_{T_i}^{г.а}} 10^2 \quad (5.27)$$

где  $Q_{T_i}^{г.н}$ ,  $Q_{T_i}^{г.а}$  - соответственно годовая потребность дизтоплива для предлагаемой новой и аналоговой техники на условный объем работ в год, кг.

ГОСТ 34393-2018. В таблицах 5.2 – 5.4 представлены вычисленные сравнительные показатели экономической эффективности при выполнении работы по удалению мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты с использованием предлагаемой новой техники в сравнении с существующим аналогом (Приложение Д).

Таблица 5.2 - Показатели экономической оценки на 1 гектар

Наименование показателя	Значение показателя по	
	новой	аналогу
1	2	3
Вид механизированной работы	удаление мульчирующей пленки	удаление мульчирующей пленки
Марка техники (состав МТА)	МТЗ-80 Эксп. образец	МТЗ-80 Росса PMR-01
Сменная производительность машинно-тракторного агрегата, га/ч	до 1,2	до 1,2
Погектарный расход дизтоплива, кг/га.	15	15
Совокупные затраты денежных средств всего, тенге/гектар, в том числе:		
- заработная плата	1 750	3 500
- расход дизельного топлива	11 001	11 001
- расход на техническое обслуживание	755,93	4 579,40
- амортизационные отчисления	1124,34	6 811,18
- расходы на вспомогательные материалы	0	0
- потери продукции, томата	1 308 336	1 308 336
- повреждения продукции, томата	430 214,4	430 214,4
- нерациональное использование посадочного материала (рассада)	18 000	18 000
- охрана окружающей среды	19,50	19,50
Совокупные расходы финансовых ресурсов на 1 гектар площади, тенге	1 771 201,17	1 782 461,48

Таблица 5.3 - Показатели ресурсосбережения

Наименование показателей	Значение показателя для	
	новая	аналог
Годовые совокупные расходы на фактически выполненный объем работы новой техники, тенге	104 146 628	104 808 734
Вид фактической работы проведенный за год, га	58,8	58,8
Условный объем работы за год, га	1000	1000
Годовые совокупные расходы на условный объем работы, тенге	1 771 201 171	1 782 461 476
Требуемые капиталовложения на годовой условный объем работы, тенге	53 500 000	96 492 500
Годовая потребность в персонале при годовом условном объеме работ, человек	7	14
Годовая потребность в дизельном топливе на годовой условный объем работы, кг	15 000	15 000

Таблица 5.4 - Основные показатели сравнительной экономической эффективности на условный объем работы

Наименование показателей	Показатели новой техники
Годовая экономия совокупных затрат в денежном выражении, тенге	11 260 304,96
Уменьшение себестоимости выполнения работы, %	0,63
Срок окупаемости капиталовложений, лет	1,24
Снижение количества операторов-механизаторов и вспомогательного персонала, %	50
Уменьшение потребности в использовании дизельного топлива, %	0

1. Прямые эксплуатационные затраты денежных средств, приходящиеся на выполнение единицы наработки по новой технике и аналогу составило 14 631,27 тенге/га и 25 891,58 тенге/га.

2. Снижение потребности в механизаторах и вспомогательных рабочих составило 50%.

3. Годовая экономия денежных средств на годовой фактический объем работы новой техники по сравнению с аналогом составляет 662 105,93 тенге.

4. Срок окупаемости капиталовложений составило 1,24.

1. Мульчирование пленкой почвы и использование капельной ленты орошения в растениеводстве обеспечивают сохранение влаги, сокращение роста сорных растений, защиту стеблей и листьев растений от ожогов при испарениях влаги, увеличение жизненного цикла растений путем ранней посадки на 2-3 недели раньше срока (сохранение температурного режима почвы в ночное время) и эффективное использование водных ресурсов. Эти методы способствуют повышению урожайности, улучшению качества продукции.

2. Остатки мульчирующей пленки и капельной ленты полива могут привести к загрязнению почвы пластиковыми частицами и химическими веществами после уборки урожая. Несвоевременное их удаление из почвы ведет к их накоплению, что приводит к снижению качества почвы и препятствовать нормальной циркуляции воды в почве, тем самым создавая неблагоприятные условия для выращивания культурных растений для следующего этапа.

3. Впервые научно классифицированы способы удаления полимерных остатков с поверхности почвы, где удаление мульчирующей пленки и капельной ленты было разделено на: однофазную, двухфазную и трехфазную технологии. Также рассмотрены технические средства для удаления капельной ленты полива и мульчирующей пленки с описанием их преимущества и недостатков.

4. Разработано устройство для удаления мульчирующей пленки и капельной ленты выполняющее по однофазной технологии, предусматривающее выполнение всех операции одновременно за один проход агрегата: скашивание выступающих стеблей растений над мульчирующей пленкой; извлечение краев мульчирующей пленки из почвы; намотка извлеченной мульчирующей пленки после наклонного транспортера на барабан; раскладка и намотка капельной ленты полива на барабан намотчика ленты.

5. Теоретический обоснован расчет тяговых усилий агрегата для удаления мульчирующей пленки и капельной ленты полива создающие сопротивления при его движении. Представлена расчетная формула для определения силы натяжения мульчирующей пленки при его наматывании на барабан. Были определены расчетным путем характеристики гидравлической системы механизма намотчиков мульчирующей пленки и ленты капельного орошения и зависимости  $\Delta P_1(Q)$ ,  $\Delta P_2(Q)$  и  $\Delta P_{\Sigma}(Q)$ . Установлено значение коэффициента полезного действия гидропривода (0,43) путем использования экспериментальных данных потребляемой и полезной мощностей.

6. Получены зависимости, характеризующие устойчивость полимерных пленок с разной толщиной и цвета, от воздействия факторов внешней среды в естественных условиях, выявлено приемлемость пленок толщиной свыше 80 мкм для удаления механизированным способом. Экспериментально установлено сопротивление почвы и корневых остатков растений при удалении



мульчирующей пленки с заделанными краями в почву, необходимых для расчета усилия при конструировании механизма устройства намотки пленки.

7. Результаты испытания предлагаемого агрегата позволили установить скорость движения агрегата (6,48 км/ч), среднюю потребляемую мощность, приходящуюся на гидросистему трактора (1,56 кВт), среднее тяговое сопротивление (1,96 кН). Производительность машины при удалении мульчирующей пленки и капельной ленты полива с поверхности поля (томата) в послеуборочный период составило 1,2 га/ч.

8. Оценка технико-экономической эффективности оценивается производственными испытаниями предлагаемой технологии, позволяющей повысить качество почвы после мульчирования что повышает урожайность продукции, сократить себестоимость продукции и внедрение комплексной механизации.

9. Оценка уровня научной работы в сравнении с лучшими достижениями в данной области проявляется в разработке механизированной технологии удаления мульчирующей пленки и капельной ленты за один проход агрегата, а также использование ее по отдельным операциям (удаление мульчирующей пленки; удаление капельной ленты). Технические достижения агрегата запатентованы изобретениями (№34443, №34973).

10. Работа выполнялась в рамках темы по грантовому финансированию МОН РК: «Технология и средства удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения с поля в после уборочный период» № гос. регистрации 0118РК00442 в период 2018-2020 гг. на кафедре «Машиноиспользование» им. И.В.Сахарова в Казахском национальном аграрном исследовательском университете.

1 О национальной безопасности Республики Казахстан: Закон Республики Казахстан от 6 января 2012 года № 527-IV. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/Z1200000527>

2 Сельское хозяйство Казахстана в цифрах. Проект «Казахстанско-Германский аграрно-политический диалог» Сотрудничество между Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан и Федеральным министерством продовольствия и сельского хозяйства Федеративной Республики Германия. Нур-Султан, 2019 г. <https://agrardialog-kaz.de/>

3 Экспорт и импорт Республики Казахстан по продовольственным товарам. Бюро национальной статистики Агентства по стратегическому планированию и реформам Республики Казахстан. <https://stat.gov.kz/>

4 Обзор развития овощеводства и бахчеводства в государствах – членах Евразийского экономического союза за 2013-2017 годы. Департамент Агропромышленной политики: М. - 2018.

5 Национальный проект по развитию агропромышленного комплекса Республики Казахстан на 2021 – 2025 годы. Утвержденный постановлением Правительства Республики Казахстан от 21 октября 2021 г. <https://admin.primeminister.kz/assets/media/prilozhenie-k-natsproekt-apk.pdf>

6 Тараканов Г.И., Мухин В. Д., Шуин К. А. и др. Овощеводство: учебник / под. ред. Г. И. Тараканова, В. Д. Мухина. - Изд. 2-е, перер. и доп. - М.: Колос, 2002. - 320 с.

7 Алшанов Р.А. Казахстан на мировом рынке// Потенциал, проблемы и их решения. – Алматы: Атамұра, 2010. - 125с.

8 Литвинов С.С., Ирклов И.И. Современные технологии в овощеводстве. Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству к 80-летию со дня основания ГНУ Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства Россельхозакадемии.-М.: ООО «Полиграф-Бизнес», 2011.-С.21-31.

9 Khazimov Z.M., Khazimov M.Z. To justification of the parameters of the work wheel of the seedling planting device for soil mulching//Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy.- 2011. –Vol.46, 1. - С. 221-226.

10 Астанакулов Т., Баймуродов Х. и Назариева С.Х. Мульчирование почвы повышает ранний урожай // Картофель и овощи. - 2004.-№7. – 5 с.

11 Министерство экономического развития и торговли российской федерации. Об итогах социально-экономического развития российской федерации за 2006 год. – М., 2007. – 67 с.

12 Плотникова Т.В., Позняковский В.М., Ларина Т.В., Елисеева Л.Г. Экспертиза свежих плодов и овощей: учебно-справочное пособие. - Новосибирск: Сибирский университет, 2001. - 302 с.

13 Кэмпбелл К., Кэмпбелл Т. Результаты самого масштабного исследования связи питания и здоровья/пер. с англ.; В. Уразаевой. - М.: Китайское исследование, 2013. - 528 с.

- 14 Апсалямов Н. Тенденции развития пищевой промышленности в Республике Казахстан // Транзитная экономика.- 2004.- № 5 (44). - С. 39-46.
- 15 Кайгородцев А. А. Развитие пищевой промышленности Казахстана на принципах маркетинга // Аль-Пари.-2004. -№ 1. - С. 111-113.
- 16 Обзор развития овощеводства и бахчеводства в государствах – членах Евразийского экономического союза за 2013-2017 годы. Евразийская экономическая комиссия: Департамент агропромышленной политики: Москва – 2018, 99 с.
- 17 Кешубаева З., Тлеппаев А., Аюпов А., Мусабекова А. Анализ растениеводства РК. - Алматы, 2010. - 68 с.
- 18 Лебедева А.Т. Мульчирование почвы повышает урожай // Картофель и овощи. - 2006. - №4. - С.17-18.
- 19 Кудряшов Ю.С., Дыйканова М.Е. Мульчируйте почву пленками при выращивании томата в не обогреваемых пленочных теплицах//Картофель и овощи.- 2007.-№4. – 21 с.
- 20 А.с. 224990. Сельскохозяйственная мульча из разлагаемой полимерной пленки ЕПВ/ А.И. Романов; опуб.13.02.1987, Бюл. №23. -2 с.
- 21 Чеботарь Л.Г. Мульчирование почвы повышает урожай огурца // Картофель и овощи.- 2006. -№4. – 7 с.
- 22 Кадоркина В.Ф., КуртияковаТ.П. Ранний картофель в Хакасии // Картофель и овощи. - 2006. -№4. – 15 с.
- 23 А.с.259692. Материал, используемый в сельском хозяйстве / М.К. Соболев; опуб. 09.24.1981, Бюл. №61. - 3 с.
- 24 Цеклеев Г. Градинарство. -София, 1979. -120 с.
- 25 Сирипля А.Г. Овощи круглый год. -Алматы: Кайнар, 1985. -108 с.
- 26 Сирипля А.Г. Полиэтиленовые пленки в овощеводстве. -Алматы: Кайнар, 1981. - 110 с.
- 27 Генеля С.В., Гуля В.Е. Полимерные пленки для выращивания плодов овощей. -М.:Химия, 1981. -231 с.
- 28 Ершова В.Л., Скуртул А.Г. и др. Рекомендации по рассадной промышленной технологии производства рассадных томатов. -Кишинев, 1980. - 107 с.
- 29 Маслов В.А., Андреев Ю.М. Урожай ранней капусты зависит от объема субстрата и возврата рассады//Картофель и овощи. - 2007. №4. - С.20-21.
- 30 Попова В.В. Микроклимат поля, создаваемый полиэтиленовой пленкой-мульчей и влияние его на формирование урожая картофеля в условиях Ростовской области: автореф. ... канд. с.-х. наук: 03.20.03. -Л., 1970. -26 с.
- 31 Ломакин М.М. Мульчирующая обработка почвы на склонах. -М.: Агропромиздат, 1988. -184 с.
- 32 Wurr D. e. a. J Hortic. //Sci. -1981.-Vol. 56, № 3.-P. 211-218.
- 33 Tarasc M. // Zahradnictvo.-1982.Vol.7, № 4.-P. 164-165.
- 34 Salvestrin J. // Farmers Newsletter.-1980, № 148.-P. 30-31.
- 35 Вербицкая Н.М. Выращивание кукурузы под светоразрушающейся пленкой//В кн.: Достижение с/х науки и практики, Сер. № 1.-1983 (Обзорная информация).

36 Отунчиев О. Регулирование теплового режима орошаемых почв Северной Киргизии: автореф... канд. техн. наук.-Ташкент, 1982.-С.22.

37 Лебедева А.Т. Без мульчирования не обойтись// Картофель и овощи.-2007.-№4. -С.17-18.

38 Пат. 2065678 Российская Федерация, МКИ А01С 21/00. Способ выполнения мульчирующего покрытия и устройство мульчирующего покрытия/ Лазаренков А.Н.; заявл.15.06.93; опубл. 27.08.96, Бюл. №3.- бс.

39. Yueling Qi, Xiaomei Yang, Amalia Mejia Pelaez, Esperanza Huerta Lwanga, Nicolas Beriot, Henny Gertsen, Paolina Garbeva, Violette Geissen. Macro- and micro- plastics in soil-plant system: Effects of plastic mulch film residues on wheat (*Triticum aestivum*) growth // Science of the Total Environment – 2018. – Vol. 645, P.1048-1056.

40. Yueling Qi, Adam Ossowicki, Xiaomei Yang, Esperanza Huerta Lwanga, Francisco Dini-Andreote, Violette Geissen, Paolina Garbeva. Effects of plastic mulch film residues on wheat rhizosphere and soil properties // Journal of Hazardous Materials – 2020. Vol. 387, P.1-7.

41 Ниязбаев А.К., Хазимов М.Ж., Хазимов К.М., Сафаргалиев А.Е., Урымбаева А.А. Обеспечение экологической безопасности в сельском хозяйстве // Вопросы географии и геоэкологии. – Алматы. – декабрь 2019. – №3. – С. 80-85.

42 Предварительное технико-экономическое обоснование «Создание в различных регионах Республики Казахстан производств по возделыванию плодоовощных культур с применением технологий капельного орошения». – Астана, 2009. – 71 с.

43 Храбров М.Ю. Ресурсосберегающие технологии и технические средства орошения: автореферат докт. техн. наук.- М.:, 2008.- 48 с.

44 Гиль Л.С., Дьяченко В.И., Пашковский А.И., Сулима Л.Т. Современное промышленное производство овощей и картофеля с использованием систем капельного орошения. – Киев: Рута, 2007. – 392 с.

45 Безопасные системы и технологии капельного орошения: научный обзор ФГНУ «РосНИИПМ». – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2010. – 52 с.

46 Герчук И. Системы орошения для овощных культур (рекомендации). - Кишинэу, 2008. - 32 с.

47 А.с.1561836. Машина для укладки мульчирующей пленки / В.М.Гусев, Н.Е.Колобовникова; опуб. 07.05.1990, Бюл. №17. - 3 с.

48 Пат.на полезную модель 105111 Российская Федерация, МКИ А01В 49/00. Устройство для укладки мульчирующей пленки на гряде /Е.А. Тихонов; заявл. 03.11.2010; опуб. 10.06.2011.

49 А.с. 1158066. Машина для укладки пленки на почву /З.Р.Рагимов, Г.В.Бешнов, Г.П.Варламов;опуб. 30.05.1985, Бюл. №20. - 4 с.

50 Пат. 2283556 Российская Федерация, МКИ А01В 13/02. Агрегат для укладки перфорированной пленки на гряде заданного профиля / М.А. Мехедов, Палиев В.И., А.А. Цымбал; заявл.03.02.2005; опуб.20.09.2006, Бюл. №26. -5с.

51 А.с. 1739899. Устройство для снятия защитной пленки с временных укрытий / Л.С.Паньков, А.С.Болотских; опуб.15.06.1992, Бюл. №22. - 4 с.

52 А.с. 425931. Устройство для свертывания дерновых лент в рулоны / И.А.Калинин, А.А.Приходько; опуб. 30.04.1974, Бюл. №16. - 4 с.

53 Пат. 12159 Республика Беларусь, МКИ А01G 13/00. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур /Шило И.Н., АгейчикВ.А., Агейчик М.В.; заявл. 30.01.2008; опуб. 30.08.2009, Бюл. №19. - 5 с.

54 Пат. 12168 Республика Беларусь, МКИ А01G 13/00. Устройство для снятия защитной пленки с посевов овощных культур / И.Н.Шило, В.А. Агейчик, М.В.Агейчик; заявл. 30.12.2008; опуб. 30.08.2009, Бюл. №19. - 8 с.

55 Доманьков В.М., Агейчик В.А., Полобок В.Н. Обоснование параметров механизма намотки пленки. Механизация и автоматизация сельскохозяйственного производства. Вып.1. – Минск: Ураджай, 1987. – С.104-106.

56 А.с. 718054. Устройство для снятия защитной пленки /З.Ш.Бутман; опуб. 28.02.1980, Бюл. №8. - 3 с.

57 А.с.1653639. Устройство для снятия защитной пленки с посевов при их бескаркасном укрытии / В.П.Чичкин, В.И.Старыш; опуб. 07.06.1991, Бюл. №21. - 3 с.

58 Pat. CN 103749015 A01B 43/00. Film-cutting removing and film-lifting winding type mulching film picking machine / Masheng Zin, Shang Jan. Applied for 27.01.2014; publish 17.02.2016, Bib Tex. – 13P.

59 Pat.JP 4426691 A01G13/00 , A01G13/00. Return film wrinding device and agricultural machine with such device/ Tanaka Koki Kk, Tanaka Minoru. Applied for 22.01.2010; publish 11.02.2012, Bib Tex. – 13P.

60 U.S. patent. 5,386,876/ Machine for removing wide strips lad out on the ground. Date of Patent: Feb. 7, 1995.

61 U.S. patent application Ser. No. 12/808,601 filed Jun. 16, 2010.

62 <https://www.kenncomfg.com/products/cleanup-tools>.

63 Гамзатова Б.А. Интенсификация производства из кризиса //Вестник Алтайского государственного аграрного университета. –Барнаул, 2013.-№9 (107). - С.114-116.

64 Черненко Ю.Ю. Факторы интенсификации производства овощей открытого грунта в Украине на инновационной основе //Инновации в АПК: Проблемы и перспективы. –Белгород, 2015.-№1(5).- С.30-36.

65 Гафиятова Т.П., Лебедова О.И. О некоторых особенностях развития АПК Российской экономике//Проблемы современной экономики. –Санкт-Петербург, 2011.-№1(37). – С.14-16.

66 Актуальные агросистемы. -2013. -№8. - С.16-17.

67 MachineryWorld: Information on the mechanization of agriculture, gardening and earthmoving. <http://www.camf.com.cn/english> 2004. -№4.

68 Коледа К.В. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур: рекомендации / К.В. Коледа и др.; под общ. ред. К.В. Коледы, А.А. Дудука. – Гродно: ГГАУ, 2010. – 340 с.

69 Camp, C.R. Subsurface drip irrigation: A review (Review) / Transactions of the American Society of Agricultural Engineers , Volume 41, Issue 5, September 1998, P. 1353-1367.

70 Пат. РК19893, МПКА01С 11/02. Агрегат для посадки рассады овощных культур/Хазимов М.Ж.; заявитель и патентообладатель Хазимов М.Ж.- №2007/0822.1; заявл. 14.06.07; опуб.15.08.08, Бюл. №8.-6с.

71 Пат. РК 24414, МПКА01С 11/02. Агрегат для посадки рассады овощных культур/Хазимов М.Ж.; заявитель и патентообладатель Каз. нац. аграр. ун-т.- №2008/1388.1; заявл. 14.06.07; опуб.15.08.11, Бюл. №8.-7с.

72 Пат. РК 24414, МПКА01С 11/02. Устройство для подачи брикетированной рассады в средство для ее посадки /Хазимов М.Ж.; заявитель и патентообладатель Каз. нац. аграр.ун-т.-№2014/0593.1; заявл. 14.06.07; опуб. 15.08.11, Бюл. №6.-7с.

73 Пат. РК 29915, МПКА01С 11/02. Дисковый высаживающий аппарат /Хазимов М.Ж.; заявитель и патентообладатель Каз. нац. аграр. ун-т.- №2014/0793.1; заявл. 14.06.14; опуб.15.08.15, Бюл. №6.-7с.

74 Пат. РК 34443, Устройство для снятия и намотки полиэтиленовых пленок с поверхности поля / заявитель и патентообладатель. Каз. нац. аграр. ун-т 2018/0639.1; заявл. 13.09.2018; опуб. 03.07.2020, Бюл. №26.-7с.

75 Пат. РК 34973, Устройство для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для ее уборки с рядков растений. Каз. нац. аграр.ун-т 2019/0890.1; заявл. 09.12.2019; опуб. 26.03.2021, Бюл. №12.-7с.

76 Ниязбаев А.К., Хазимов М.Ж., Хазимов К.М. Интенсификация производства овощей путем использования мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения // Исследования, результаты. – Алматы. – 2020. – №3. – С. 386-393.

77 Ниязбаев А.К., Ахметканова Г.А., Николаева К.Н. Механизация удаления мульчирующей пленки с поверхности почвы в послеуборочный период//Сб. материалов молодых ученых и студентов. 26-27 апреля 2019:-Алматы: 2019.- С.97-103.

78 Ниязбаев А.К., Хазимов К.М., Сафаргалиев А.Е., Базарбаева Т.А., Урымбаева А.А. Удаление мульчирующей пленки и гибкой поливной ленты механизированным способом с поверхности поля в послеуборочный период. // Исследования, результаты. – Алматы. – 2019. – №2. – С. 372-381.

79 Сабликов М.Б. Сельскохозяйственные машины.Ч.1. Основы теории и технологического расчета. -М.:Колос, 1968.- 148с.

80 Турбин Б.Г. и др. Сельскохозяйственные машины.Ч.1. Теория и технологический расчет. Издание второе, перераб. и доп.. – Алматы, ССК, 2018.- 356с.

81 Турбин Б.Г. и др. Сельскохозяйственные машины.Ч.2. Теория и технологический расчет. Издание второе, перераб. и доп. – Алматы, ССК, 2018.- 380с.

82 Бать М.И., Джанелидзе Г.Ю., Кельсон А.С. Теоретическая механика в примерах и задачах. -М.: Наука, 1973. -Т.3.-488с.

83 Лойцянский Л.Г., Лурье А.И. Курс теоретической механики: В 2-х томах. Т.1. Статика и кинематика. - 8 –изд. перераб. и доп. –М.:Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1982. -352 с.

84 Хазимов М. Ж., Хазимов К. М., Ултанова И. Б., Ахметканова Г. А., Жалелов Е. М., Куанышбекова Ж. Д., Баймаханов К. Б. К определению траектории движения рассады в касетах при подаче по наклонной плоскости / Известия Национальной Академии наук Республики Казахстан. Серия аграрных наук. № 2. 2017, с.79-84.

85 Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике: Учебное пособие. – 36-е издание, исправл. – М.: Наука, главная редакция физико-математической литературы, 1986. – 448 с.

86 Усенова И.Е., Хазимов М.Ж. Обоснование основных параметров и разработка конструкции устройства для уборки мульчирующей пленки с поверхности поля после уборки урожая //Поиск.-2016. -№1 (1).- С.291-296.

87. Башта Т.М. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. – М.: Машиностроение, 1982. – 418 с.

88. Лепешкин А.В., Михайлин А.А., Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод. Ч.2. гидравлические машины и гидропневмопривод: учебник. – М.: МГИУ, 2003. – 352 с.

89 Khazimov M.Z., Khazimov K.M., Bazarbayeva T.A., Urymbayeva A.A., Bora G.C., Niyazbayev A.K. Mechanization of removal of the mulching film and flexible irrigation tape from the surface of the fields // Eurasian journal of bioscience. Volume 13. Issue 2. – 2019. – P. 1251-1261.

90 Жунусбаев Б.Ж., Некрашевич В.Ф., Хазимов М.Ж., Бора Г. Ч., Хазимов К.М., Сериков М. С., Сагындыкова Ж.Б. Патент РК 3435 Устройство для определения коэффициента трения материалов. Заявл. 03.05.2018. Опубл. 30.11.2018, бюл. №45

91 Хазимов М.Ж., Ниязбаев А.К., Хазимов К.М., Урымбаева А.А., Оханов Е.Л. Исследование изменений прочностных показателей полимерных пленок от атмосферных и биологических факторов // Исследования, результаты. – Алматы. – 2020. – №3. – С. 442-448.

92 Неверов, А. С. Коррозия и защита материалов : учеб. пособие / А. С. Неверов, Д. А. Родченко, М. И. Цырлин. - Минск : Выш. шк., 2007. - 222 с.

93 Сахно О.Н., Селиванов О.Г., Чухланов В.Ю. Биологическая устойчивость полимерных материалов/ Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой; Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, 2014. – 64 с

94 Смышляева А.Р. и других «Коррекция толщины полимерных пленок в процессе их изготовления» в журналах «Полимерные материалы» №11,12 2007 г., №1 2008 г.

95 Крыжановский В.К., Бурлов, В.В., Паниматченко А.Д. Технические свойства полимерных материалов.-СПб.: Профессия, 2007.-240с.

96 Хазимов К.М., Хазимов М.Ж., Сапарбаев Е.Т., Ултанова И.Б., Жалелов Е.М. Технические особенности полимерной пленки при мульчировании почвы //Исследования, результаты. –Алматы, 2016. -№1. - С.271-275.



97 ГОСТ 14236-81. Пленки полимерные. Метод испытания на растяжение.- М.: Государственный комитет по стандартам, 1989.-10с.

98 ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение.-М.: Издательство стандартов, 1986.-14с.

99. Ниязбаев А.К., Хазимов М.Ж., Бора Г.Ч. Исследование сопротивления почвы при намотке мульчирующей пленки // VIII Международная научно-практическая конференция «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2020: CENTRAL ASIA» Сборник материалов. – Нур-Султан. – 2020. – С. 113-117.

100 Хоффманн Ф. Намотка полимерных пленок – разнообразная и высококачественная//Полимерные материалы. Оборудование и технологии. - 2016. №3. – С.46-52.

101 Усенова И.Е., Абиір М.Е., Дуйсенбаев И.К., Ултанова И.Б., Ахметканова Г.А., Хазимов К.М., Хазимов М.Ж. К определению требуемой мощности электродвигателя для привода передвигаемого устройства на почвенном канале // Поиск. – Алматы, 2016. -№1. -С.193-198.

102 Усенова И.Е., Хазимов М.Ж. Обоснование основных параметров и разработка конструкции устройства для уборки мульчирующей пленки с поверхности поля после уборки урожая.//Поиск.-2016. -№1 (1).- С.291-296.

103 Khazimov K.M., Niyazbayev A.K., Shekerbekova Zh.S, Urymbayeva A.A., Mukanova G.A., Bazarbayeva T.A., Nekrashevich V.F., Khazimov M.Zh., A novel method and device for plastic mulch retriever. Journal of Water and Land Development. №49 (IV - VI) – 2020. - P.85-94.

104 ГОСТ Р.15.011-96. Государственный стандарт РФ на проведение патентных исследований. Оценка уровня конкурентоспособности техники для земледелия. Сиб.ИМЭ. – 1996 – 15 с.

105 ГОСТ Р 15.301-2016 Система разработки и постановки продукции на производство. Порядок разработки и постановки продукции на производство. - М.: Стандартиформ, 2018. - 15 с.

106 Хазимов М.Ж., Хазимов К.М., Ниязбаев А.К. Технология и средства удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения с поверхности поля в послеуборочный период при интенсивной технологии производства овощей (монография). – Алматы: Алма Принт. 2020. – 159 с.

107 ГОСТ 34392-2018 Техника сельскохозяйственная. Машины рассадопосадочные. Методы испытаний - М.: Стандартиформ, 2018. - 41 с.

108 Khazimov Z.M., Bora G.C., Khazimov K.M., Khazimov M.Z., Ultanova I.B., Niyazbayev A.K. Development of a dual action planting and mulching machine for vegetable seedlings // Engineering in Agriculture, Environment and Food – 2018. – P.1-5

109 ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. - М.: Стандартиформ, 2018. - 27 с.

110 ГОСТ 28268-89 «Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений» - М.: Стандартиформ, 2006. - 8 с.

111 Ниязбаев А.К., Хазимов К.М., Сафаргалиев А.Е., Хазимов М.Ж. Инженерные решения для защиты почвы от полимерных остатков при мульчировании почвы. МНПК «Глобальные вызовы XXI века и окружающая среда» – Алматы: Қазақ университеті, 2021 – 371-374 с.

112 ГОСТ 33687-2015 Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. - М.: Стандартиформ, 2020. - 48 с.

113 ГОСТ Р 52777-2007 Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки - М.: Стандартиформ, 2020. -11 с.

114 Суранчиев М.Т. Обоснование параметров механизма привода режущего аппарата фронтальной косилки с подвижным пальцевым брусом: диссертация канд.техн.наук: 05.20.01 - Алматы, 2006. - 138 с.

115 Niyazbayev Adilkhan, Francesco Garbati Pegna, Khazimov Kanat, Umbetov Erik, Akhmetov Kulmuhanbet, Sagyndykova Zhadyra, Khazimov Marat. Power need of an implement for removing polymer residues from the soil surface in Kazakh horticulture. - Journal of Agricultural Engineering 2022; volume LIII:1382

116 ГОСТ 34393-2018. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – Взамен ГОСТ 23728-88; введ.01.09.2019. – М.: Стандартиформ, 2018.- 12 с.

118 Методические рекомендации по определению сметных цен на эксплуатацию строительных машин, механизмов и автотранспортных средств, АО «КазНИИСА». – Принят и введен в действие Приказом Комитета по делам строительства и ЖКХ Введен МИР РК от 20.12.2017 года № 306-нк



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 34443

(51) A01G 13/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2018/0639.1

(22) 13.09.2018

(45) 03.07.2020, бюл. №26

(72) Хазимов Марат Жалелович (KZ); Некрашевич Владимир Федорович (RU); Ганеш Бора Чандра (US); Хазимов Канат Мухатович (KZ); Ахметканова Гульнар Аманкелдиевна (KZ); Муратбеккызы Тотыкус (KZ); Ниязбаев Адильхан Кизатоллинович

(73) Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный аграрный университет»; Хазимов Марат Жалелович

(56) US 8302699 B2, 06.11.2012

JPH 0998675 A, 15.04.1997

CN 2178045 Y, 28.09.1994

CN 102696295 A, 03.10.2012

KZ 1782 U, 15.11.2016

SU 1739899 A1, 15.06.1992

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНЯТИЯ И НАМОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПЛЕНОК С ПОВЕРХНОСТИ ПОЛЯ**

(57) Изобретение относится к области сельскохозяйственного машиностроения, к устройствам для снятия и намотки полиэтиленовой пленки из-под посевов, преимущественно овощных культур.

Задачей изобретения является создание устройства позволяющего повысить производительность и

осуществлять быстрый съем полиэтиленовой пленки, намотанной на трубе в виде рулона.

Технический результат достигнутый при использовании предлагаемого устройства состоит в расширении его технических возможностей, а именно в закреплении использованной трубы пленки между конусами и его быстрый съем вместе с намоточной трубой в виде рулона.

Указанные технические результаты достигаются в устройстве, содержащем: раму с опорными колесами 1, отвалами 2, механизмом резки растений 3, наклонным транспортером 5 для подачи пленки и барабана 9 с приводной шестерней 10 и храповой муфтой с пружиной 11, приводным валом 12, опорами 13, подшипником 14 на раме, трубой 15 между левым и правым конусами зажимами 16, механизма сброса состоящий упорный диск 19 на пильках 20 кронштейна-втулки 21 с подшипником 22, правого подвижного вала 23 с подшипником 24, рукоятки 25 с восстанавливающими пружинами 26. Левый конусный зажим неподвижен относительно продольной оси приводного вала 12 и снабжен вдоль образующей конуса двумя ребордами 17 и пружинным выталкивателем 18, а правый конусный зажим не имеет реборды вдоль образующей конуса.

(19) KZ (13) B (11) 34443

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к устройствам для снятия и намотки мульчирующей пленки из - под посевов на открытом грунте, преимущественно овощных культур.

Известно устройство для удаления мульчирующей пленки, содержащее раму с опорными колесами, закрепленный на раме в передней части отвал, установленный за отвалом механизм резки растений в виде барабана с качающимися ножами-лопатками, установленными на боковой поверхности барабана в шахматном порядке. (см. патент РК №1782, МПК A01G 13/02, опубл. 15.11.2016 г. Бюл. №15).

При движении устройства по полю мульчирующая пленка наматывается на барабан с щипами. Недостатком данного устройства является быстрое зацепление барабана, исключает зацепление щипов барабана в почву, что создает пробуксовку барабана и происходит некачественная намотка пленки. Вторым его недостатком является, что мульчирующая пленка удаляется с поверхности барабана вручную. Это требует дополнительную остановку агрегата и уменьшает его производительность.

Известно устройство для удаления мульчирующей пленки путем выкапывания растительных стеблей и края пленки и с последующим наматыванием освобожденной части пленки на пару вращающихся конусных роликов, где скорость вращения ролика управляется оператором, стоящего на подставке агрегата при его движении. После заполнения роликов пленкой, один из них разворачивается относительно другого более чем на 30 градусов, согласно управлению оператора в наружу и ролики расходятся далее мульчирующая пленка в виде пучка падает на почву (см. патент США № 8.302.699 В2, опуб. 06.11.2012; № заявл. 12/808.601, дата заявл. 17.12 2008).

Недостатком данного устройства, принятого за прототип, является его обслуживание дополнительным персоналом и управление частотой вращения наматывающих роликов визуально персоналом с помощью рычагов, что увеличивает количество обслуживающего персонала и не соблюдается вопросы охраны труда, связанные по безопасности и запыленности сзади трактора. Удаленная пленка остается в виде пучка на поверхности почвы, что создает неудобства при уборке и погрузке на транспорт.

Задачей изобретения является создание устройства позволяющего повысить производительность и осуществлять быстрый сьем мульчирующей пленки, намотанной на трубе в виде рулона.

Технический результат достигнутый при использовании предлагаемого устройства состоит в расширении его технических возможностей, а именно в закреплении использованной трубы пленки между конусами и его быстрый сьем вместе с намоточной трубой в виде рулона.

Указанный технический результат достигается внесением конструктивных изменений, в известную конструкцию пленкоборщника, представленный на фиг.1. Устройство для снятия и намотки

полиэтиленовых пленок с поверхности поля, содержащее раму с опорными колесами 1, закрепленный на раме в передней части отвал 2, установленный перед отвалом поперечный сегментный механизм резки растений 3 с приводным редуктором 4, наклонного транспортера 5 для подачи пленки 6 и скошенных остатков растительной массы 7 с поверхности поля на пройденный путь агрегата, гидромотора 8, барабана 9.

На фиг. 2 изображен барабан в разрезе с установленной наматывающей трубой. Барабан для намотки 9 состоит из приводной шестерни 10 и храповой муфты с пружиной 11, приводной вал 12, опоры 13 с подшипником 14 на раме, трубы 15 между левым и правым конусами зажимами 16, механизма сброса трубы 15, который в свою очередь включает в себя упорный диск 19 на шпильках 20 кронштейна-втулки 21 с подшипником 22, правого подвижного вала 23 с подшипником 24, рукоятки 25 с восстанавливающими пружинами 26. Левый конусный зажим неподвижен относительно продольной оси приводного вала 12 и снабжен вдоль образующей конуса двумя ребордами 17 и пружинным выталкивателем 18, а правый конусный зажим не имеет реборды вдоль образующей конуса.

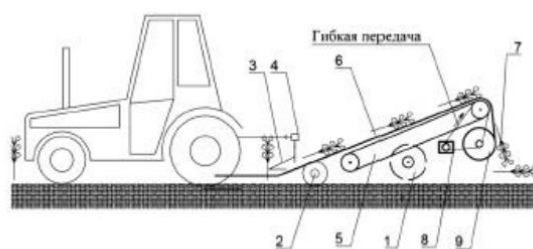
Работа устройства. Устройство в прицепном состоянии к трактору начинает двигаться с края поля, где покрыта пленками почва на опорном колесе 1 (Фиг.1). Сегментный механизм резки растений 3 начинает срезать стебли растений выступающих на поверхности пленки и срезанные стебли ложатся на поверхность пленки, боковые края пленки вдоль движения агрегата освобождаются от почвы с помощью отвала 2 и пленка 6 со скошенными стеблями 7 передается на наклонный транспортер 5, приводимый от гидромотора 8. На фиг.2 изображена труба 15 прижимаемая с двух сторон конусными зажимами 16, для преодоления сопротивления пленки реборды 17 левого конусного зажима исключают свободное проворачивание трубы 15. Крутящий момент вращательной части барабана получает через гибкую передачу от гидромотора 8 к приводной шестерне 10, далее передается к приводному валу 12 через храповую муфту 11 к левому конусному зажиму 16, затем к трубе 15, к правому конусному зажиму 16, к правому подвижному валу 23. Рукоятка 25 установлена на подшипнике 24 и находится в не подвижном состоянии вокруг продольной оси вала 23 и правый конусный зажим 16 с помощью восстанавливающей пружины 26 и вала 23 прижимает трубу 15. Упорный диск 19 может вращаться за счет трения о поверхность правого конусного зажима 16 вместе со шпильками 20 и втулкой кронштейном 21 относительно опоры 13 на подшипнике 22. Для предотвращения разрыва при достижении предела упругости наматываемой пленки на трубу 15 срабатывает храповая муфта с пружиной 11. На фиг.3 изображен процесс сброса после завершения намотки пленки трубу 15 агрегат (трактор с устройством) останавливается и оператор перемещает рукоятку 25 вправо, подвижный вал 23

перемещается вправо вместе с правым конусным зажимом 16 относительно втулки-кронштейна 21 и труба с помощью пружинного механизма выталкивателя 18 перемещается вправо до упорного диска 19 и под собственным весом труба с намотанной пленкой падает на поверхность земли.

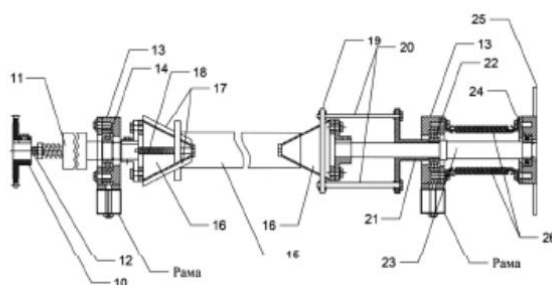
#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Устройство для снятия и намотки полиэтиленовых пленок с поверхности поля преимущественно овощных культур, содержащее раму, барабан закрепленный на раме, включающий

опоры, левый неподвижный конусный зажим, правый подвижный конусный зажим *отличающееся* тем, что левый конусный зажим снабжен пружинным выталкивателем и ребордами вдоль образующей конусной поверхности для исключения проворачивания наматываемой трубы, которая зажата правым конусным зажимом за счет натяжения пружинами, включающим механизм сброса трубы для намотки пленки в момент нахождения правого конусного зажима в крайнем правом положении, также приводом механизмов барабана включающий гибкую передачу и храповую муфту с пружиной.

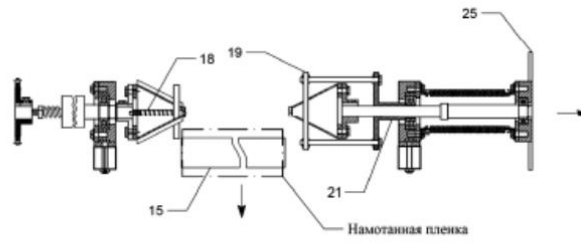


Фиг.1



Фиг. 2

34443



Фиг. 3

Верстка Ф. Сопакова  
Корректор Б. Омарова



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) KZ (13) B (11) 34973  
(51) A01G 13/00 (2006.01)  
A01G 13/02 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2019/0890.1

(22) 09.12.2019

(45) 26.03.2021, бюл. №12

(72) Хазимов Марат Жалелович (KZ); Некрашевич Владимир Федорович (RU); Ганеш Бора Чандра (US); Хазимов Канат Мухатович (KZ); Ниязбаев Адильхан Кизатоллинович (KZ); Базарбаева Турсынкул Аманкельдиевна (KZ); Урымбаева Айгуль Акимжановна (KZ); Оханов Ермек Лухманович (KZ)

(73) Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный аграрный университет» (KZ); Хазимов Марат Жалелович (KZ)

(56) Машина для уборки мульчирующей пленки. ООО «Агросистема», г. Краснодар, Россия, 2010, agro-sistema.ru

KZ 1782 U, 15.11.2016

CN 203675553 (U), 02.07.2014

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНЯТИЯ И НАМОТКИ МУЛЬЧИРУЮЩЕЙ ПЛЕНКИ К МАШИНЕ ДЛЯ ЕЕ УБОРКИ С РЯДКОВ РАСТЕНИЙ**

(57) Устройство для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для ее уборки с рядков растений.

Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к устройствам для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для ее уборки с рядков растений.

Задачей изобретения является создание устройства для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для ее уборки с рядков растений.

Технический результат, достигаемый изобретением заключается в расширении технических возможностей машины за счет модернизации ее устройства для снятия и намотки пленки и конкретно:

- в управлении устройством, а именно скоростью его вращения и сбросом рулона трактористом из кабины трактора;

- в сбросе рулона с намотанной трубой на поверхность поля трактористом из кабины трактора;

- в упрощение конструкции машины, также за счет модернизации конструкции устройства для снятия и намотки мульчирующей пленки.

Указанные технические результаты достигаются в устройстве, содержащем: установленные на раме 1 машины на валах 2, 3 соосно два конуса с ребордами – левый 4 и правый 5 со съёмной наматывающей трубой 6 между ними. Левый конус 4 снабжён подпружиненным толкателем 7 наматывающей трубы 6, установленным внутри него. Конус 4 является ведущим и снабжен приводом, состоящим из гидромотора 8 и цепной передачи 9 через муфту 10 соединённых с валом 2 конуса 4. Правый конус 5 смонтирован на валу 3 с возможностью перемещения совместно с ним относительно рамы 1 из кабины трактора. Выходной конец вала 3 имеет ручку-ограничитель 11 и подпружинен пружинами 12 относительно рамы 1. Ручка-ограничитель 11 через гибкую связь 13 соединено с рычагом управления 14 в кабине трактора. Устройство снабжено упором 15 для рулона пленки, установленном на раме машины в передней части конуса 5 соосно с ним.

(19) KZ (13) B (11) 34973



Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению, в частности к устройствам для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для ее уборки с рядков растений.

Известна машина для удаления мульчирующей пленки с посадок овощных культур, с устройством для снятия и намотки пленки укрывающий их.

Известная машина содержит раму с опорными колесами, отвал в передней части рамы, механизм резки растений, установленный за отвалом в виде барабана с ножами-лопатками. Под барабаном установлен транспортер для перемещения пленки и скошенной растительной массы, а над ним второй транспортер для её сброса. Машина также снабжена барабаном с утапливающими в него шпями для намотки мульчирующей пленки, который установлен на раме машины в задней части и приводится во вращение за счет контакта с почвой. При движении машины над рядками растений пленка пробивается шпями на барабане и наматывается на него. Съём пленки с барабана осуществляется вручную (см. полезная модель Казахстана №1782, МПК А01G 13/02), опубликованный 12.11.2015 г., бюл. №15.

Недостатками барабана, установленного на известной машине являются:

- ручной съём пленки с барабана;
- малый объём наматываемой на барабан пленки;
- низкая надёжность работы и некачественная намотка пленки из-за пробуксовки барабана приводимого во вращение за счёт контакта с почвой.

Эти недостатки требуют частой остановки агрегата и снижают его производительность.

Известна машина для сбора и намотки мульчирующей пленки с поверхности поля.

Машина содержит раму на опорных колёсах на которой последовательно смонтированы: механизм резки пленки, механизм подъёма плёнки, средство для подачи очищенного грунта и удаления сорняков, соломы и т.п. с механизмом встряхивания. За средством для подачи очищенного грунта, на раме в задней её части установлен механизм намотки мульчирующей пленки в виде барабана, с прижимными элементами. Барабан с намотанной пленкой снимается с машины вручную, и пленка удаляется с него также вручную. Машина снабжена редуктором и передачами, через которые от опорных колёс приводятся в действие все её механизмы (см. патент Китая, №20367553, МПК А01 В13/00, опубл. 02.07.2014 г.).

Недостатком механизма намотки мульчирующей пленки является:

- ручной съём пленки барабана;
- механический привод механизмов машины от колёс, что существенно усложняет конструкцию машины.

Известна машина для уборки мульчирующей пленки с рядков растений, с устройством для её снятия и намотки. Машина содержит раму на опорных колёсах, с подкапывающими лемехами и обрезывающими дисками в передней части. В задней части рамы установлено устройство для снятия и намотки плёнки в виде двух соосно установленных

вращающихся конусов. Конуса приводятся в действие от гидромотора. Один из конусов снабжен гидроприводом для его поворота и сброса смотанной в рулон плёнки. Машина снабжена площадкой для оператора, который управляет скоростью вращения гидромотора и гидроприводом поворотного механизма (см. «Машина для уборки мульчирующей плёнки на сайте ООО «Агросистема» г. Краснодар, Россия, agrosystema.agro.net или <https://www.youtube.com> или приложение 1 к заявке).

Недостатки устройства для снятия и намотки мульчирующей плёнки:

- управление устройством осуществляется отдельным оператором непосредственно располагающемся на машине;
- относительная сложность конструкции машины из-за наличия на ней места для размещения оператора;
- неблагоприятные и небезопасные условия работы оператора, находящегося в зоне запыления сзади трактора;
- сброс плёнки с устройства в виде бесформенного рыхлого пучка, что увеличивает затраты труда на её последующий сбор.

Задачей изобретения является создание устройства для снятия и намотки мульчирующей плёнки к машине для её уборки с рядков растений.

Технический результат, достигаемый изобретением, заключается в расширении технических возможностей машины за счёт модернизации её устройства для снятия и намотки плёнки и конкретно:

- в управлении устройством, а именно скоростью его вращения и сбросом рулона трактористом из кабины трактора;
- в сбросе рулона с намоточной трубой на поверхность поля трактористом из кабины трактора;
- в упрощении конструкции машины, также за счёт модернизации устройства для снятия и намотки плёнки.

Указанные технические результаты достигаются, внесением конструктивных изменений в известное устройство. Известная часть устройства для снятия и намотки мульчирующей плёнки включает: установленные на раме машины в задней её части соосно на валах два конуса: левый и правый и гидропривод для их вращения. Новым в устройстве является то, что конуса выполнены с ребрами и установлены соосно на расстоянии друг от друга и устройство снабжено наматывающей трубой, вставленной между конусами. Левый конус с валом установлен на раме через муфту, цепной передачей соединён с гидроприводом и снабжён подпружиненным толкателем наматывающей трубы с него. Правый конус установлен на валу с возможностью перемещения совместно с валом относительно рамы и подпружинен относительно неё, а выходной конец вала через гибкую связь соединён с рычагом управления его перемещением, размещённым в кабине трактора. Устройство также снабжено неподвижным упором, установленном на

раме машины в передней части правого конуса соосно с ним.

Изобретение иллюстрируется на фигурах, где: на фиг.1 изображено устройство в разрезе с установленной наматывающей трубой; на фиг.2 тоже со снятой наматывающей трубой с рулоном пленки.

Устройство для снятия и намотки мульчирующей пленки в машине для её уборки с поля содержит: установленные на раме 1 машины на валах 2, 3 соосно два конуса с ребордами – левый 4 и правый 5 со съёмной наматывающей трубой 6 между ними. Левый конус 4 снабжен подпружиненным толкателем 7 наматывающей трубы 6, установленным внутри него. Конус 4 является ведущим и снабжен приводом, состоящим из гидромотора 8 и цепной передачи 9 через муфту 10 соединенных с валом 2 конуса 4. Правый конус 5 смонтирован на валу 3 с возможностью перемещения совместно с ним относительно рамы 1 из кабины трактора. Выходной конец вала 3 имеет ручку-ограничитель 11 и подпружинен пружинами 12 относительно рамы 1. Ручка-ограничитель 11 через гибкую связь 13 соединено с рычагом управления 14 в кабине трактора. Устройство снабжено упором 15 для рулона пленки, установленном в передней части конуса 5 на раме 1 машины и соосно с ним.

Работа устройства. Трактор с машиной для уборки мульчирующей пленки и устройством для её снятия и намотки на ней подъезжает к рядку с пленкой. Конец пленки подтягивают к устройству и закрепляют между левым и правым конусами 4, 5 с ребордами на наматывающей трубе 6. Трактор с машиной трогается, и машина освобождает пленку в рядке с растениями. Одновременно приводится в действие устройство для снятия и намотки освобождаемой пленки. От гидромотора 8 через цепную передачу 9 и муфту 10 приводится во вращение вал 2 с левым конусом 4 на нем, наматывающая труба 6 и правый конус 5 с валом 3 устройства. Освобождаемая машиной пленка наматывается на наматывающую трубу 6 между левым и правым конусами с ребордами 4, 5, образуя рулон. После окончания процесса снятия пленки с рядка и его сматывания устройством в рулон

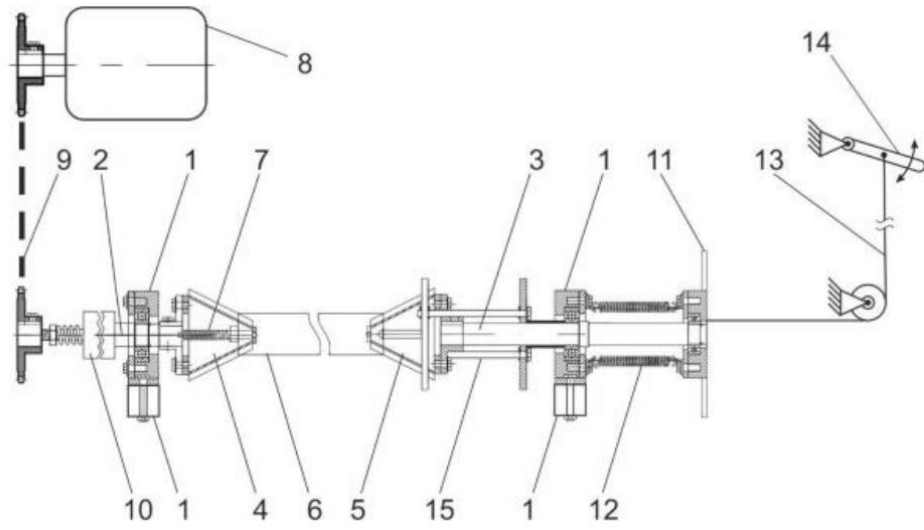
осуществляется сброс рулона на поле. Для этого тракторист рычагом управления 14 из кабины трактора через гибкую связь (трос), ручку-ограничитель 11 на конце вала 3 с правым конусом 5 оттягивает вал 3 с конусом 5 вправо (на себя), растягивая пружины 12 между рамой 1 и ручкой ограничителем 11. Одновременно, подпружиненный толкатель в левом конусе 4 сталкивает наматывающую трубу 6 с рулоном с левого конуса 4, при этом рулон пленки удерживается от смещения по наматывающей трубе 6 упором 15. Расфиксированный между конусами 4, 5 рулон пленки с наматывающей трубой 6 падает на поле.

Для продолжения уборки пленки с рядка в устройство на машине устанавливают другую наматывающую трубу 6 и процесс ее снятия с рядка и сматывания в рулон продолжается.

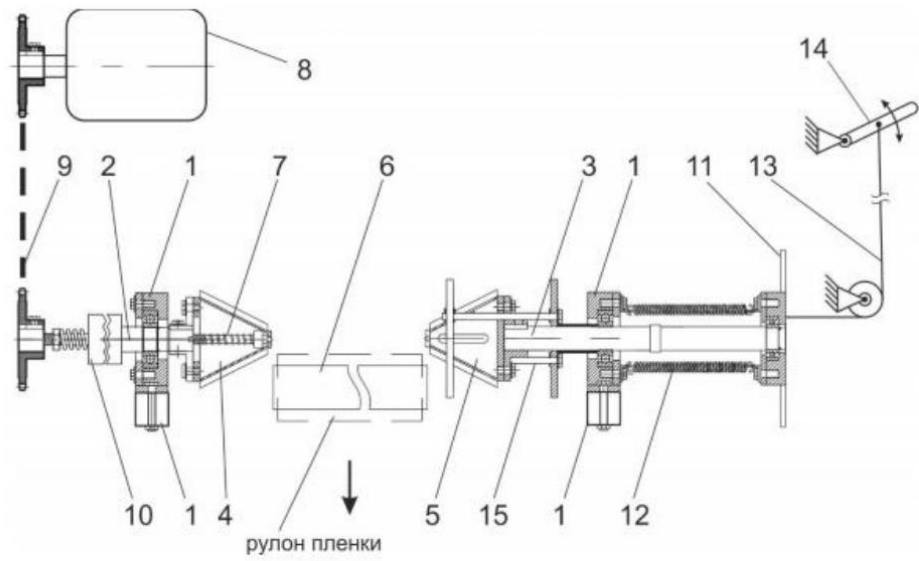
Предлагаемое изобретение позволяет снизить затраты труда на уборку пленки с рядков растений, исключив из процесса оператора машины для уборки пленки.

#### **ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ**

Устройство для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для её уборки с поля, включающее установленные на раме машины на валах соосно два конуса левый и правый и гидропривод для их вращения, *отличающееся* тем, что конуса выполнены с ребордами и установлены на раме на расстоянии друг от друга и устройство снабжено наматывающей трубой вставленной между конусами; левый конус установлен на валу через муфту, цепной передачей соединен с гидроприводом и снабжен подпружиненным толкателем наматывающей трубы; правый конус установлен на валу с возможностью перемещения совместно с валом относительно рамы и подпружинен относительно неё, а выходной конец вала через гибкую связь соединён с рычагом управления его перемещением в кабине трактора и устройство снабжено неподвижным упором, установленном на раме машины в передней части правого конуса соосно с ним.



Фиг. 1



Фиг. 2

Верстка Ф. Сопакова  
 Корректор Г. Косанова



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ПАТЕНТ  
PATENT

№ 34973

ӨНЕРТАБЫСҚА / НА ИЗОБРЕТЕНИЕ / FOR INVENTION



(21) 2019/0890.1

(22) 09.12.2019

(45) 26.03.2021

- (54) Өсімдік қатарларынан оны жинауға арналған машинаға жабындайтын үлдірді алуға және орауға арналған құрылғы  
Устройство для снятия и намотки мульчирующей пленки к машине для ее уборки с рядков растений  
Device for removing and winding the mulch film to the machine for its removal from the rows of plants
- (73) «Қазақ ұлттық аграрлық университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамы (KZ);  
Некоммерческое акционерное общество «Казакский национальный аграрный университет» (KZ);  
«Kazakh National Agrarian University» Non-Commercial Joint-Stock Company (KZ);  
Хазимов Марат Жалелович (KZ); Khazimov Marat Zhalelovich (KZ)
- (72) Хазимов Марат Жалелович (KZ) Khazimov Marat Zhalelovich (KZ)  
Некрасевич Владимир Федорович (RU) Nekrashevich Vladimir Fyodorovich (RU)  
Ганеш Бора Чандра (US) Ganesh Bora Chandra (US)  
Хазимов Канат Мухатович (KZ) Khazimov Kanat Mukhatovich (KZ)  
Ниязбаев Адильхан Кизатоллинович (KZ) Niyazbayev Adilkhan Kizatollinovich (KZ)  
Базарбаева Турсынкул Аманкельдиевна (KZ) Bazarbayeva Tursynkul Amankeldiyevna (KZ)  
Урымбаева Айгүль Акимжановна (KZ) Urymbayeva Aigul Akimzhanovna (KZ)  
Оханов Ермек Лухманович (KZ) Okhanov Yermek Lukhmanovich (KZ)



ЭЦҚ кол қойылды  
Подписано ЭЦП  
Signed with EDS

Е. Оспанов  
Е. Оспанов  
Y. Ospanov

«Ұлттық зияткерлік меншік институты» РМК директоры  
Директор РГП «Национальный институт интеллектуальной собственности»  
Director of the «National Institute of Intellectual Property» RSE

Таблица Б.1 – Результаты испытания определения на прочность и относительного удлинения полимерных пленок

№	Толщина $d$ , мкм	Продолжительность $\tau$ , дни							
		0	15	30	45	60	75	90	105
Прочность при растяжении $\sigma_z$ , МПа									
1	30	9,42	9,38	8,98	9,29	13,28	11,81	10,18	9,5
2	50	8,74	8,21	8,2	8,01	8,75	10,61	9,92	8,97
3	80	9,8	9,73	9,44	9,73	10,196	10,4	12,72	11,7
4	100	11,65	11,83	11,92	12,36	10,48	9,17	10,81	9,83
5	100 (черная)	13,22	13,28	11,11	10,55	10,73	12,54	11,84	11,26
6	120 (черная)	13,4	14,04	11,8	10,49	10,94	11,97	9,36	9,3
Прочность при разрыве $\sigma_r$ , МПа									
1	30	9,42	9,36	9,31	7,45	10,98	5,85	5,18	4,97
2	50	8,59	7,94	7,76	7,66	8,36	7,32	7,91	7,9
3	80	9,52	9,39	9,21	9,55	8,26	8,18	8,42	8,22
4	100	11,06	11,34	11,28	12,27	9,14	8,38	8,45	8,2
5	100 (черная)	11,94	10,73	9,66	9,5	8,9	8,72	8,84	8,15
6	120 (черная)	13,27	13,66	11,04	9,4	9,05	9,62	6,4	8,22
Относительное удлинение при максимальной нагрузке $\varepsilon_z$ , %									
1	30	444	366	342	144	110	132	110	118
2	50	352	216	200	172	110	116	116	114
3	80	404	364	356	346	160	180	140	132
4	100	434	360	396	494	198	152	122	120
5	100 (черная)	414	310	216	118	110	158	116	106
6	120 (черная)	696	508	342	118	110	124	112	124
Относительное удлинение при разрыве $\varepsilon_r$ , %									
1	30	444	390	358	222	130	180	110	188
2	50	276	244	230	202	116	156	134	146
3	80	416	396	380	392	210	236	202	162
4	100	352	382	426	598	292	184	178	150
5	100 (черная)	424	344	250	150	122	192	126	154
6	120 (черная)	704	538	416	148	122	150	122	120

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество  
«Казахский национальный аграрный университет»

от 28 сентября 2020 года

**ПРОТОКОЛ**

производственно-полевых испытаний агрегата для удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения с поверхности поля в послеуборочный период

Алматы 2020 г.



	Содержание	Стр.
	Введение	3
1.	Описание конструкции машины	3
1.1.	Назначение и краткое техническое описание машины	3
1.2.	Описание технологического процесса	6
2.	Условия испытаний	6
3.	Результаты испытаний	7
3.1.	Проверка соответствия состава и комплектности машины, техническая документация	7
3.2.	Показатели назначения	7
	Заключение	9



## Введение

При производстве овощных культур необходимы подготовительные операции подготовки почвы к следующей посадке, эффективность которых зависят от многих факторов, среди которых особое значение имеет совершенствование орудий труда и технологии производства. В послеуборочный период сбора урожая использованная в качестве мульчи полиэтиленовая пленка остается под листвой и батвой растений, что в свою очередь затрудняет удаление полиэтиленовой пленки с поля.

В соответствии с планом реализации темы «Технология и средства удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения с поля в после уборочный период», разработан и изготовлен экспериментальный образец машины для удаления мульчирующей пленки и гибких поливных лент капельного орошения с поля в послеуборочный период. Согласно плану, разработаны: техническое задание и конструкторская документация для изготовления макетного образца машины для удаления мульчирующей пленки и капельных лент с поля в послеуборочный период.

Изготовлен экспериментальный образец машины для проведения производственно-полевого испытания. Работа выполнялась в Казахском национальном аграрном университете на кафедре «Машиноиспользование» им. И.В. Сахарова.

Производственно-полевые испытания агрегата проводились в условиях орошаемого земледелия Юго-востока Казахстана в ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович Енбекшиказахского района Алматинской области.

Цель проведения производственно-полевого испытания экспериментального образца создаваемой машины заключается в оценке параметров, характеризующих конструкцию машины и проверке его работоспособности в полевых условиях.

### 1. Описание конструкции машины

#### 1.1 Назначение и краткое техническое описание машины

Заводской номер	Год изготовления	Дата поступления	Период испытаний	Место испытаний
1	2	3	4	5
б/н	2020	5.09.2020	21.09.2020-28.09.2020	ИП «ZAGROUP», п. Алмалы, Енбекшиказахский район, Алматинская область

Полевые испытания разработанного устройства проводились для удаления полимерных остатков с поверхности поля после уборки урожая (томата) в ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович (на производственном участке) в поселке Алмалы Енбекшиказахского района Алматинской области.

Во время испытаний руководствовались следующими документами:  
- условия испытаний, согласно ГОСТ 20915-75; ГОСТ 28306-89;  
- эксплуатационно-технологическая оценка по ГОСТ 24055-88; ГОСТ 27994-88 (ИСО 6880-83);  
- оценка безопасности и эргономичности агрегата согласно ГОСТ 12.2.002-91 и ГОСТ 12.2.111-85;  
- оценка функциональных показателей по ОСТ 10 5.3-2000, ОСТ 10 16.3-2002, СТО АИСТ 5.3.-2005

Машина для уборки мульчирующей пленки и гибких капельных лент предназначен для сматывания с поверхности почвы мульчирующую пленку и гибкую капельную ленту в послеуборочный период, обеспечивающая подготовку поля к обработке.

Машина для удаления мульчирующей пленки с поверхности поля (рисунки – 1 и 2 ) состоит из рамы, на которую крепятся:

- транспортер;
- механизм кошения;
- выкапывающие лапы;
- устройство для намотки пленки;
- устройство для намотки ленты;
- сцепка для навешивания орудия на трактор.

#### **Техническая характеристика машины для удаления мульчирующей пленки поверхности с поля**

Ширина захвата, м - 1,5

Высота среза ботвы, см – 8...10

Масса, кг - 550

Скорость:

- рабочая, км/час – 3,6...6,48

- транспортная, км/час – до 20

#### **Рабочие органы**

Выкапывающие лапы

- количество, шт. – 2

- расположение - однорядное.

Механизм кошения - режущий аппарат КС-2 (серийные)

- количество, шт. -1

- расположение - однорядное.

#### **Транспортер**

- тип транспортера – ленточный

- количество, шт. – 1

- ширина, мм - 1500.

#### **Устройство для намотки пленки**

- количество, шт. – 1

#### **Устройство для намотки ленты**

- количество, шт. – 1





Рисунок 1 - Общий вид машины для уборки мульчирующей пленки



Рисунок 2 – Положение работы машины при уборке мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты

## 1.2 Описание технологического процесса

Машина работает загонным способом. Устройство в рабочем положении опирается на два опорные колеса и навесное устройство трактора. В начале рабочего хода рабочие органы агрегата устанавливаются в заданное положение. Гидравлическая система трактора переводится в плавающее положение и рабочие органы орудия само заглубляются. При перемещении устройства выступающая часть стебли растений над мульчей скашиваются с помощью механизма кошения, приводимое в движение от ВОМ трактора через редуктор. Края мульчирующей пленки после скашивания растительной массы извлекаются из почвы выкапывающими лапами. Скошенная масса, вместе с мульчирующей пленкой, перемещаясь по наклонному транспортеру, сбрасывается на поверхность поля. Удаленная мульчирующая пленка после наклонного транспортера наматывается на барабан намотчика пленки, а лента капельного орошения, пройдя через механизм раскладки, наматывается на намотчик ленты, приводимые при помощи ремней от гидромотора. Наклонный транспортер так же приводится с помощью гидропривода, как барабан намотки мульчи.

## 2. Условия испытаний

Испытания проводились в ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович (на производственном участке) в поселке Алмалы Енбекшиказахского района Алматинской области в условиях орошаемого земледелия на светло-каштановой почве средне углистого механического состава).

Предшествующая технологическая операция: мульчирование почвы полиэтиленовой пленкой, посадка рассады овощных культур.

Состав машины для удаления мульчирующей пленки и гибких лент представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Макетный образец машины для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент

Наименование операции	Используемый агрегат
Удаление мульчирующей пленки и гибких капельных лент в послеуборочный период	Агрегат пленконаматывающий

Условия испытаний приведены в таблице 2.2.



Таблица 2.2 – Условия испытаний

Показатели	Значения
1	2
Толщина мульчирующей пленки, мкм :	100
Длина загона, м	200
Тип почвы и механический состав	Светло-каштановая. Средний суглинок
Средняя высота неровностей, см	10

### 3. Результаты испытаний

3.1 Проверка соответствия состава и комплектности машины, техническая документация

Экспериментальный образец машины для удаления мульчирующей пленки и гибких лент поступила в собранном виде.

Сохранность при транспортировке на испытания – хорошая.

Качество лакокрасочного покрытия удовлетворительное. Крепежные детали имеют также лакокрасочные покрытия.

### 3.2 Показатели назначения

Таблица 3.1 – Результаты эксплуатационно-технологической оценки

Показатели	Значения
1	2
Режим работы:	
- скорость движения (рабочая), км/ч	до 6,5
- ширина пленки, м	до 1,5
- ширина захвата (рабочая), м	1,5
Эксплуатационные показатели:	
- производительность, га/ч	до 1,2
- число обслуживающего персонала, чел	1
- коэффициент использования сменного времени	0,88
- коэффициент использования эксл. времени	0,88
- надежность технологического процесса, %	1,0

Таблица 3.2 – Энергетические показатели и металлоемкость агрегата

Показатели	Значения
Удельное тяговое сопротивление, кН/м	1,3
Удельные энергозатраты, кВт*ч/га	15
Удельный расход топлива за час основного времени, кг/га	15
Удельная металлоемкость, кг/га	5

Таблица 3.3 – Показатели надежности агрегата

Показатели	Значение показателей	
	По ТЗ	Данные испытания
Скорость движения (рабочая), км/час	до 5	до 6,5
Ширина захвата (рабочая), м	1,5	1,5
Наработка, часы основной работы, ч	-	30
Общее число отказов	-	2
Продолжительность отыскания и устранения отказов, ч		1

Таблица 3.4 – Оценка безопасности и эргономичности агрегата

Показатели	Значение показатели	
	По НТД	По испытанию
Техническое обслуживание	удобно	удобно
Технологическое обслуживание	удобно	удобно
Безопасность движения	безопасно	безопасно
Удобство прицепки и отсоединение	удобно	удобно
Транспортирование по дорогам	удобно	удобно
Перевод агрегата из транспортного положения в рабочее , и наоборот	удобно	удобно

Несоответствий показателей и параметров агрегата требованиям ТЗ и НТД не обнаружено.

Таблица 3.5 – Показатели технического уровня агрегата

Показатели	Значение показателей
Агрегатирование с трактором класса, кН	14
Производительность за 1 ч, га:	
- основного времени	1.36
- эксплуатационного времени	1.2
Удельный расход топлива, кг/га	15
Основные показатели качества выполнения технологического процесса:	
- остаток скошенной ботвы, см	8-10
- длина намотки без остановки, м	200
Масса агрегата, кг	550

### Заключение


Приспособление для уборки мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты соответствует своему назначению. Качество удаления мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты с почвы соответствуют агротехническим требованиям, а технико-экономические показатели агрегата техническому заданию (ТЗ) на его создание.

Преимущества испытываемого агрегата заключается в механизации процесса удаления мульчирующей пленки, а также гибких лент капельного орошения и повышений производительности труда.

Необходимо снизить сопротивление транспортной ленты относительно наклонной поверхности. Техническая надежность приспособления достаточно высокая, за период испытаний значительных отказов не отмечено. При оценке безопасности и эргономичности приспособления отмечены отдельные несоответствия требованиям, устранение которых не требует существенных изменений конструкции.

В целом машина для уборки мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты удовлетворяет основным требованиям ТЗ, вписывается в принятые в зоне технологии уборки мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты, и найдет свое применение в хозяйствах, после устранения недостатков.

Директора НИИ «Агроинженерия,  
IT-технология и автоматизация» КазНАУ  
ИП «ZAGROUP»  
Руководитель темы  
Исполнители темы



Ш.К. Сыдыков  
А.Д. Кильбаев  
М.Ж.Хазимов  
К.М. Хазимов  
Г.А. Ахметканова  
А.К. Ниязбаев



Согласовано  
ИИ «ZAGROUP»  
Д. Килыбаев  
«22» 2020 г.

Утверждаю  
И.О. проректора по научной работе и  
международным связям КазНАУ  
А.П. Курдеко  
«22» 2020 г.




АКТ

производственно-полевого испытания экспериментального образца машины  
для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент в  
послеуборочный период

«28» сентября 2020 г.

г.Алматы

Комиссия в составе:

председателя	Директор НИИ «Агроинженерия, IT-технология и автоматизация» КазНАУ	Ш.К. Сыдыкова
членов комиссии	Индивидуальный предприниматель «ZAGROUP»	А.Д. Килыбаева
	профессора кафедры «Машиноиспользование» им. И.В.Сахарова КазНАУ	М.Ж. Хазимова
	Старшего преподавателя кафедры «Машиноиспользование» им. И.В.Сахарова КазНАУ	К.М. Хазимова
	Ведущего специалиста отдела планирования и координации НИР КазНАУ	Г.А. Ахметкановой
	Докторанта по специальности «Аграрная техника и технологии» КазНАУ	А.К. Ниязбаева

Испытания проведены на орошаемом участке ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович п.Алмалы Енбекскийказахского района Алматинской области.

#### **Цель испытания**

Проведение производственно-полевых испытаний экспериментального образца создаваемой машины заключается в оценке параметров, характеризующих конструкцию машины и проверке его работоспособности в полевых условиях.

#### **Краткое описание машины**

Машина для удаления мульчирующей пленки и гибкой капельной ленты состоит из рамы, на которую крепятся:

- транспортер;
- механизм кошения;
- выкапывающие лапы;
- устройство для намотки пленки;
- устройство для намотки ленты;
- сцепка для навешивания орудия на трактор.

Ширина захвата, м - 1,5. Высота среза ботвы, см – 8...10. Масса машины, кг – 550. Рабочая скорость до 6,5 км/ч.

#### **Условия проведения производственно-полевого испытания**

Производственно-полевые испытания машины для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент проводились в полевых условиях на территории ИП «ZAGROUP» Килыбаев Алмас Даулетбекович в Енбекшиказахском районе Алматинской области в условиях орошаемого земледелия на светло - каштановой почве среднеуглистого механического состава, где весной были проведены работы по мульчированию почвы и укладки поливной ленты капельного орошения при посадке рассады.

#### **Методика испытаний**

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 20915-75, РД 10.4.2-88, 24055-88; ГОСТ 27994-88 (ИСО 6880-83); ГОСТ 12.2.002-91 и ГОСТ 12.2.111-85; ГОСТ 20915-2011; ОСТ 10 2.2-2002; ГОСТ 34392— 2018.

**Показатели производственных испытаний машины для удаления  
мульчирующей пленки и гибких капельных лент**

Показатели	Значение показателей
Агрегатирование с трактором класса, кН	14
Производительность за 1 ч, га:	
- основного времени	1.36
- эксплуатационного времени	1.2
Удельный расход топлива, кг/га	15
Основные показатели качества выполнения технологического процесса:	
- остаток скошенной ботвы, см	8-10
- длина намотки без остановки, м	200
Масса агрегата, кг	550

**Заключение**

Производственно-полевые испытания машины для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент показал свою работоспособность. Качество удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент в послеуборочный период соответствует агротехническим нормам. Машина для удаления мульчирующей пленки и гибких капельных лент представленный на испытании может быть рекомендован к опытно-конструкторской проработке для изготовления по запросу для предприятия.

Протокол испытания от 28 сентября 2020 г. прилагается.

Председатель комиссии:

Члены комиссии:

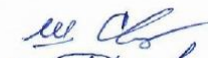





 Ш.К. Сыдыков  
 А.Д. Килыбаев  
 М.Ж. Хазимов  
 К.М.Хазимов  
 Г.А. Ахметканова  
 А.К. Ниязбаев

ТАБЛИЦА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

N	X( 1 )	X( 2 )	Y
1 .	.49	156	1.88
2 .	.5	156	1.88
3 .	.5	156	1.86
4 .	.51	156	1.86
5 .	.52	157	1.86
6 .	.52	157	1.86
7 .	.53	158	1.85
8 .	.53	159	1.85
9 .	.55	160	1.85
10 .	.55	161	1.85
11 .	.94	154	1.71
12 .	.94	154	1.71
13 .	.94	155	1.71
14 .	.95	155	1.72
15 .	.95	156	1.72
16 .	.96	157	1.72
17 .	.98	157	1.72
18 .	.98	158	1.72
19 .	.99	158	1.73
20 .	.99	158	1.74
21 .	1.56	151	1.6
22 .	1.55	152	1.6
23 .	1.56	152	1.6
24 .	1.57	152	1.61
25 .	1.57	153	1.61
26 .	1.58	154	1.61
27 .	1.59	155	1.61
28 .	1.6	155	1.62
29 .	1.61	155	1.62
30 .	1.61	155	1.62
31 .	1.79	148	1.54
32 .	1.79	149	1.55
33 .	1.79	149	1.55
34 .	1.8	150	1.56
35 .	1.8	151	1.56
36 .	1.8	151	1.56
37 .	1.8	151	1.56
38 .	1.81	152	1.57
39 .	1.81	152	1.57
40 .	1.81	152	1.58

СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

! Номера !	Средне-	! Ср.квдр.!	! Коэффициент!	! Асимметрия!	! Эксцесс !
! X и Y !	арифметич.!	отклонение!	вариации !	!	!
! X( 1 ) !	1.22	! .51	! 41.6	! -.2	! -1.57 !
! X( 2 ) !	154.43	! 3.13	! 2	! -.08	! -.73 !
! Y !	1.69	! .12	! 6.9	! .43	! -1.29 !

МАТРИЦА ПАРНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ КОРРЕЛЯЦИИ

	X ( 1 )	X ( 2 )	Y
X ( 1 )	1	-.825	-.987
X ( 2 )	-.825	1	.833
Y	-.987	.833	1

ПАРАМЕТРЫ РЕГРЕССИИ

=====

B ( 0 ) = 1.605164  
 B ( 1 ) = -.2141075  
 B ( 2 ) = 2.218445E-03

ТАБЛИЦА АНАЛИЗА ДИСПЕРСИИ

Компоненты дисперсии	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Среднее значение суммы квадратов
РЕГРЕССИЯ	.5208882	2	.2604441
ОСТАТОК	1.365006E-02	37	3.689205E-04
ИТОГО	.5345383	39	

КОЭФ. МНОЖЕСТВЕН. ДЕТЕРМИНАЦИИ  $R^2 = .974$   
 КОЭФ. МНОЖЕСТВЕН. КОРРЕЛЯЦИИ  $R = .987$   
 СТАНДАРТН.ОТКЛОНЕНИЕ ОЦЕНКИ От = .0192073  
 СКО коэффициента множественной корреляции  
 $Gr = 4.198122E-03$   
 Критерия СТЬЮДЕНТА (R-достоверность)  $td = 235.1407$

ТАБЛИЦА ЗНАЧЕНИЙ ФУНКЦИИ У(Х...Х)

	Эмпирические	Расчетные	Отклонение
1 .	1.88	1.81214	6.786001E-02
2 .	1.88	1.81	6.999993E-02
3 .	1.86	1.81	4.999995E-02
4 .	1.86	1.80786	.05214
5 .	1.86	1.80772	5.227995E-02
6 .	1.86	1.80772	5.227995E-02
7 .	1.85	1.80758	4.242003E-02
8 .	1.85	1.80958	4.041994E-02
9 .	1.85	1.8073	4.269994E-02
10 .	1.85	1.8093	4.069996E-02
11 .	1.71	1.71184	-1.840115E-03
12 .	1.71	1.71184	-1.840115E-03
13 .	1.71	1.71384	-3.83997E-03
14 .	1.72	1.7117	8.300066E-03
15 .	1.72	1.7137	6.299973E-03
16 .	1.72	1.71356	6.440044E-03
17 .	1.72	1.70928	1.072002E-02
18 .	1.72	1.71128	8.720041E-03
19 .	1.73	1.70914	2.085996E-02
20 .	1.74	1.70914	3.085995E-02
21 .	1.6	1.57316	2.683997E-02
22 .	1.6	1.5773	2.269995E-02

23 .	1.6	1.57516	.02484
24 .	1.61	1.57302	3.697991E-02
25 .	1.61	1.57502	3.497994E-02
26 .	1.61	1.57488	3.511989E-02
27 .	1.61	1.57474	3.526008E-02
28 .	1.62	1.5726	4.740012E-02
29 .	1.62	1.57046	4.953993E-02
30 .	1.62	1.57046	4.953993E-02
31 .	1.54	1.51794	2.205992E-02
32 .	1.55	1.51994	3.005993E-02
33 .	1.55	1.51994	3.005993E-02
34 .	1.56	1.5198	.0402
35 .	1.56	1.5218	.0381999
36 .	1.56	1.5218	.0381999
37 .	1.56	1.5218	.0381999
38 .	1.57	1.52166	4.833997E-02
39 .	1.57	1.52166	4.833997E-02
40 .	1.58	1.52166	5.833996E-02

ОТНОСИТЕЛЬНАЯ ОШИБКА АППРОКСИМАЦИИ  $e = 1.998529$   
ОСТАТОЧНАЯ ДИСПЕРСИЯ  $S_{ост} = 1.60252E-03$

Критерия ФИШЕРА для оценки степени приближения  
множественной регрессии  $F = 8.339213$

МНОЖЕСТВЕННОЕ УРАВНЕНИЕ РЕГРЕССИИ

=====

$$Y = 1.605 - .214 X(1) + .002 X(2)$$

ТАБЛИЦА ЧАСТНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ

-----	-----	-----	-----	-----
I Факторы	I БЕТА-коэф-	I Частные коэф.	I Частн. коэф.	I
I	I фициенты	I эластичности	I детерминации	I
-----	-----	-----	-----	-----
I X( 1 )	I -.937	I -.154	I .924	I
I X( 2 )	I .054	I .183	I .045	I
-----	-----	-----	-----	-----



Таблица Д.1 – Данные сравнительных испытаний в программе Excel

Показатели		новая	аналог
Вид механизированной работы		удаление пленки	удаление пленки
Марка техники (состав МТА)		МТЗ-80 + новая машина	МТЗ-80 + Росса PMR-1
Производительность МТА за 1 ч сменного		1,20	1,20
Удельный расход моторного топлива (электроэнергии, газа), кг/га. наработки	$P=0,7 \times R \times N$	15,00	15,00
- затраты на оплату труда	$Z_{o.t.} = \frac{\sum_{k=1}^{n_{max}} \lambda_k \tau_k K_{k.г}}{W_{с.м.г}}$	1 750,00	3 500,00
<b>в том числе:</b>			
Затраты труда, чел.-ч/ед. наработки	$Z_{т.г} = \frac{\lambda_{с.м.г}}{W_{с.м.г}}$	0,83	1,67
- затраты на ГСМ (электроэнергию, газ)	$Z_{с.м.г} = g_{г.г} \Pi_{г.г} K_{с.м.г}$	11 001,00	11 001,00
- затраты на ремонт, техническое обслуживание	$Z_{р.г} = \frac{\sum_{j=1}^{n_j} B_{rj} K_{rj}}{W_{с.м.г}} \cdot 10^{-4}$	755,93	4 579,40
- амортизационные отчисления	$A_j = \frac{1}{W_{с.м.г}} \sum_{j=1}^{n_j} \frac{B_{rj}}{R_{rj}}$	1 124,34	6 811,18
-затраты на вспомогательные материалы	$H_{в.м.г} = \sum_{j=1}^{n_j} g_j \Pi_{в.м.гj}$	0,00	0,00
Прямые эксплуатационные затраты денежных средств, приходящиеся на выполнение единицы наработки	$Z_{с.м.г} = Z_{o.t.г} + Z_{с.м.г} + Z_{т.г} + A_j + H_{в.м.г}$	14 631,27	25 891,58
- издержки от потерь основной продукции	$H_{п.г} = 0,01 Y_{с.г} X_{с.г} \Pi_{с.г}$	1 308 336,00	1 308 336,00
- издержки от повреждения продукции	$H_{пов.г} = 0,01 Y_{с.г} X_{с.г} (\Pi_{с.г} - \Pi_{п.г})$	430 214,40	430 214,40
- издержки от нерационального использования посевного материала	$H_{с.с.м.г} = (H_{с.с.м.г} - m_{в.с.г}) \Pi_{с.с.м.г}$	18 000,00	18 000,00
- издержки на охрану окружающей среды	$H_{о.с.г} = g_{с.г} H_{о.с.г}$	19,50	19,50
Совокупные затраты, тенге	$Z_{с.г} = Z_{с.м.г} + H_{п.г} + H_{пов.г} + H_{с.с.м.г} + H_{о.с.г}$	1 771 201,17	1 782 461,48
<b>Экономия на 1 га</b>		<b>11 260,30</b>	

Наименование показателя	Значение показателя по		
	новой технике	аналог	
Совокупные затраты денежных средств на годовой фактический объем работы новой техники, НДЕ (тг)	$Z_{\text{сов.тех.}}^f = Z_{\text{сов.}}^f F_j^f$	104 146 628,91	104 808 734,84
Годовой фактический объем работы	$F_j^f = W_{\text{м.}} n_{\text{мр.}} t_i$	58,80	58,80
Годовой условный объем -го вида работы, ед. наработки	$F_y$	1 000,00	1 000,00
Совокупные затраты денежных средств на годовой условный объем -го вида работы, НДЕ (тг)	$Z_{\text{сов.р.}}^f = Z_{\text{сов.}}^f F_y^f$	1 771 201 171,96	1 782 461 476,92
Потребность в капиталовложениях, НДЕ (тг)		53 500 000,00	96 492 500,00
Потребность в обслуживающем персонале, чел.		7,15	14,30
Потребность в моторном топливе, кг		15 000,00	15 000,00
Наименование показателя		Значение показателя по новой технике	
Годовая экономия совокупных затрат денежных средств на годовой фактический объем, НДЕ (тг)	$\Delta_{\text{г.тех.}} = Z_{\text{сов.тех.}}^{\text{г.а}} - Z_{\text{сов.тех.}}^{\text{г.н}}$	662 105,93	
Годовая экономия совокупных затрат денежных средств в расчете на годовой условный объем, НДЕ (тг)	$\Delta_{\text{г.р.}} = Z_{\text{сов.р.}}^{\text{г.а}} - Z_{\text{сов.р.}}^{\text{г.н}}$	11 260 304,96	
Снижение себестоимости выполнения работы, %	$m_{\text{с.}} = \frac{Z_{\text{сов.р.}}^{\text{г.н}} - Z_{\text{сов.р.}}^{\text{г.а}}}{Z_{\text{сов.р.}}^{\text{г.а}}} \cdot 10^2$	-0,63	
Срок окупаемости капиталовложений, лет	$S_{\text{к.}}^{\text{н}} = \frac{F_y^f N_{\text{г.м.}}}{W_{\text{см.}}^{\text{н}} \Delta_{\text{г.р.}}^{\text{н}}} \left( \frac{B_{\text{м.}}^{\text{н}}}{R_{\text{м.}}^{\text{н}}} + \frac{B_{\text{см.}}^{\text{н}}}{R_{\text{см.}}^{\text{н}}} \right)$	1,24	
Снижение потребности в обслуживающем персонале (механизаторах и вспомогательных рабочих), %	$m_{\text{мех.}} = \frac{\lambda_{\text{мех.}}^{\text{г.н}} - \lambda_{\text{мех.}}^{\text{г.а}}}{\lambda_{\text{мех.}}^{\text{г.а}}} \cdot 10^2$	-50,00	
Снижение потребности в моторном топливе, %	$m_{\text{тсм.}} = \frac{Q_{\text{т.}}^{\text{г.н}} - Q_{\text{т.}}^{\text{г.а}}}{Q_{\text{т.}}^{\text{г.а}}} \cdot 10^2$	0,00	

Данные сравнительных испытаний	новая	MT3-80 + Rocca PMR-1
Стоимость техники, тенге (1 \$ = 490 тг)	1 700 000,00	10 298 500,00
Количество персонала	1,00	2,00
Производительность техн г/час	1,20	1,20
Коэффициент учета цены смазочных материалов.	3,80	3,80
удельный расход моторного топлива, кг /ед. (кг/га) наработки (для MT3 -80(75кВт) = 12 075 г/час).	15,00	15,00
Цена дизеля, тенге/литр	193,00	193,00
Оплата труда тенге за 1раб. час.	600,00	600,00
Коэффициент соц.отчислений РК	3,50	3,50
$n_s = \frac{1}{n} \cdot 100 \%$ , Расчет амортизации РК % где n – срок полезного использования данного объекта, мес.	2,78	2,78
Амортизация на 1 км пробега где За – затраты на амортизацию, т./км; Сб – усредненная балансовая стоимость, т.; На.г – норма амортизационных отчислений в год, %; Г1 – годовой пробег, км $Z_a = \frac{C_b \times N_{a.g.}}{\Gamma_1}$	11 904,76	27 857,14
Значение амортизационного ресурса техники, ч	1 260,00	1 260,00
Цена полиэтилена тт/кг	0,00	0,00
Колич.полиэт кг/га	0,00	0,00
Урожайность сельскохозяйственной продукции, т/га	93,12	93,12
Цена продукции за 1тонну, тенге	281 000,00	281 000,00
Фактическая норма высева рассады, шт/га	40 000,00	40 000,00
Цена рассады тт/шт	15,00	15,00
$m_{всх} = 0,01N_{ссм} \Pi_n$ Количество рассады, давших продуктивные всходы	38 800,00	38 800,00
Норма отчислений на охрану окружающей среды за выброс в атмосферный воздух загрязняющих веществ двигателями энергосредств, тт/кг).	1,30	1,30
Срок уборки пленки, дней	7,00	7,00
Число смен	1,43	1,43
Цена энергосредства, тенге	9 000 000,00	9 000 000,00
Балансова стоимость - 25 % от стоимости	900 000,00	2 106 000,00
Значение амортизационного ресурса энергосредства, ч	12 000,00	12 000,00