

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Направление Агроинженерия

Профиль Технические системы в агробизнесе
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе

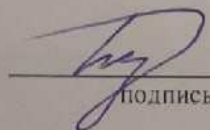
ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: «Совершенствование технологии уборки корнеплодов с разработкой
конструкции подборщика-погрузчика»

Шифр ВКР 35.03.06.207.21.00.00 ПЗ

Студент

Б272-05у
группа


подпись

Бикчантаев А.Р.
Ф.И.О.

Руководитель

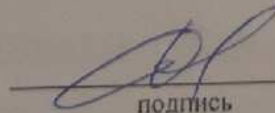
профессор
ученое звание


подпись

Шогенов Ю.Х.
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от 03.03.2021 г.)

Зав. кафедрой, доцент
ученое звание


подпись

Халиуллин Д.Т.
Ф.И.О.

Казань – 2021 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса
Кафедра машин и оборудования в агробизнесе
Направление: Агроинженерия
Профиль: Технические системы в агробизнесе

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой
/Халиуллин Д.Т./
«12» января 2021 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Бикчантаеву А.Р.

Тема ВКР «Совершенствование технологии уборки корнеплодов с разработкой конструкции подборщика-погрузчика»
утверждена приказом по вузу от «24» 02 2021 г. №

2. Срок сдачи студентом законченной ВКР «10» 03 2021 г.

3. Исходные данные

1. Материалы преддипломной практики;

2. Научно-техническая и справочная литература

3. Патенты подборщиков и погрузчиков клубнеплодов.

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

1 Анализ технологий производства и уборки картофеля;

2. Анализ существующих конструкций подборщиков и погрузчиков

клубнеплодов

3 Расчет технологической линии производства и уборки картофеля;

4 Разработка и конструктивный расчет новой конструкции подборщика-

погрузчика клубнеплодов;

5 Безопасность и экологичность проектируемых мероприятий;

6 Технико-экономический анализ предлагаемой конструкции.

5. Перечень графических материалов

1. Предлагаемая технологическая линия производства и уборки картофеля.
2. Технологическая схема работы новой конструкции подборщика-погрузчика клубнеплодов.
3. Общий вид предлагаемой конструкции подборщика-погрузчика клубнеплодов.
- 4,5 Сборочные чертежи модернизированного узла подборщика-погрузчика клубнеплодов.
6. Рабочие чертежи предлагаемой конструкции.

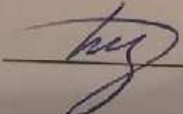
6. Консультанты по ВКР

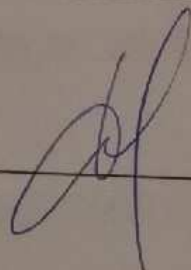
Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	
Экономическое обоснование	
Конструктивная часть	

7. Дата выдачи задания 25.12. 20 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечания
1	1 раздел		100%
2	2 раздел		100%
3	3 раздел		100%

Студент  / Бикчантаев А.Р./

Руководитель ВКР  /Шогенов Ю.Х./

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Бикчантаева Айдара Ринатовича на тему: «Совершенствование технологии уборки корнеплодов с разработкой конструкции подборщика-погрузчика».

Работа состоит из пояснительной записки на листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 13 рисунков, 4 таблиц. Список использованной литературы содержит 19 наименований.

Во введении обоснована актуальность темы проекта.

В первом разделе выполнен литературно-патентный обзор. Исследованы физико-механические свойства клубней картофеля в период уборки. Проведен анализ существующих технологий и существующих конструкций производства и уборки картофеля, а так же выявлены недостатки применяемых конструкций. Поставлены цели и задачи проектирования.

Во втором разделе разработана технология уборки картофеля. Разработана технологическая карта уборки картофеля. Определены критерии оценки качества работы картофелеуборочных агрегатов. Проведен технологический расчет подборщика-погрузчика клубней картофеля.

В третьем разделе приведено описание предлагаемой конструкции подборщика-погрузчика клубней картофеля, проделаны необходимые конструктивные расчёты. Разработаны мероприятия безопасной, экологической эксплуатации предлагаемой конструкции и по улучшению здоровья персонала на производстве. Произведен расчёт технико-экономических показателей предлагаемой конструкции.

Записка завершается выводами и предложениями.

ABSTRACT

To the final qualifying work of Bikchantayev Aidar Rinatovich on the topic: «Improving the technology of harvesting root crops with the development of the design of the pick-up truck».

The work consists of an explanatory note on sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, and conclusions and includes 13 figures, 4 tables. The list of references contains 19 items.

The introduction explains the relevance of the project topic.

The first section contains a literature and patent review. The physical and mechanical properties of potato tubers during harvesting are investigated. The analysis of existing technologies and existing structures of potato production and harvesting is carried out, as well as the shortcomings of the applied structures are revealed. The goals and objectives of the design are set.

In the second section, the technology of potato harvesting is developed, the technological map of potato harvesting is developed. The criteria for evaluating the quality of work of potato harvesting units are defined. The technological calculation of the pick-up loader of potato tubers is carried out.

In the third section, the description of the proposed design of the potato tuber picker-loader is given, and the necessary design calculations are made. Measures have been developed for the safe, environmental operation of the proposed design and for improving the health of personnel at work. The calculation of the technical and economic indicators of the proposed design is made.

The note concludes with conclusions and suggestions.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	6
1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР	9
1.1 Физико-механические свойства клубней картофеля в период уборки	9
1.2 Существующие технологии и средства механизации для уборки картофеля	11
1.3 Анализ аналогов конструкций машин для уборки корнеплодов	13
1.4 Цели и задачи проектирования	28
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	29
2.1 Разработка технологии уборки картофеля	29
2.2 Разработка технологической карты уборки картофеля	32
2.3 Определение качества работы картофелеуборочных агрегатов	35
2.4 Технологический расчет подборщика-погрузчика	37
3 КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ	39
3.1 Описание предлагаемой конструкции подборщика-погрузчика клубней картофеля	39
3.2 Конструктивный расчет предлагаемой конструкции подборщика- погрузчика клубней картофеля	41
3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации подборщика- погрузчика	49
3.4 Физическая культура на производстве	50
3.5 Расчёт технико-экономических показателей конструкции	51
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	59
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	60
СПЕЦИФИКАЦИИ	
ПРИЛОЖЕНИЕ	

ВВЕДЕНИЕ

На современном этапе развития сельскохозяйственного машиностроения перед сельскохозяйственной техникой стоит задача разработки и выпуска машин, позволяющих обеспечить максимальное сбережение сырьевых, топливных и энергетических ресурсов на этапах производства, переработки и использования сельскохозяйственной продукции.

В условиях современного производства растет производительность, экономичность и надежность сельскохозяйственной техники, снижается их масса на единицу мощности, повышается точность изготовления изделий. Современные машиностроительные предприятия выпускают изделия с высокими эксплуатационными качествами при минимальных затратах общественного труда.

Машиностроение имеет первостепенное значение для технического перевооружения всего народного хозяйства в целом и сельского хозяйства в частности. В связи с оттоком рабочей силы из сельской местности в города, важное значение имеет комплексная механизация и автоматизация сельского хозяйства.

Технический уровень машиностроения определяет и технический уровень решающих отраслей народного хозяйства. Очень важно при проектировании сельскохозяйственных машин учесть такие факторы как их надежность, долговечность и низкую себестоимость. На эти стороны производства в настоящее время обращается особое внимание. Достижение поставленных задач происходит на этапах проектирования, производства и эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Важнейшими задачами повышения эффективности сельскохозяйственного производства является увеличение производства зерна, коренное улучшение кормопроизводства и развитие на этой основе животноводства, осуществление мер на увеличение сельскохозяйственной продукции, повышение ее качества. В результате последовательного

осуществления аграрной политики сельское хозяйство планомерно оснащается современными средствами механизации, растет его технический потенциал, что позволяет колхозам и совхозам, фермерским хозяйствам значительно повысить производительность труда, улучшает качество продукции, сокращает сроки проведения полевых работ.

Современное направление в развитии сельскохозяйственной техники принимает следующий вид:

1. Создание принципиально новых средств механизации, учитывающих прогрессивную технологию возделывания и особенности произрастания сельскохозяйственных культур, а также создание машин для специфических условий работы: для обработки почвы, подверженных водной и ветровой эрозии, каменистых почв, солончаков и др.

2. Увеличение энергонасыщенности и повышение мощности тракторов, позволяющих значительно повысить производительность машин путем увеличения ширины захвата, скорости движения и пропускной способности. Создание широкозахватных и многорядных агрегатов, работающих на повышенных скоростях, является одной из первоочередных задач в развитии конструкций сельскохозяйственных машин.

3. Универсализация машин, выполняющих несколько сельскохозяйственных операций в различные календарные сроки.

4. Создание комбинированных машин и агрегатов для одновременного выполнения нескольких операций.

5. Создание и внедрение средств автоматизации управления, регулирования и контроля за работой отдельных элементов, механизмов и машины в целом с целью облегчения труда человека, повышения производительности и качества выполняемых работ.

1 ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1. Физико-механические свойства клубней картофеля в период уборки

Клубни картофеля и примеси, поступающие в массу от уборочных машин, характеризуются формой, геометрическими размерами, массой, плотностью, коэффициентом трения (качения и скольжения), упругостью, количеством и видом, неотделенной ранее части ботвы, цветом и отражающими способностями поверхности, проницаемостью рентгеновскими лучами и др.

На эти характеристики влияют отдельные свойства массы клубней и плодов овощных культур, вид и количество различных примесей, которые были рассмотрены выше.

Картофель. Свойства клубней зависят от сорта, условий возделывания и урожайности. Характеристики клубней достаточно изучены и изложены в литературе. Рассмотрим особенности этих свойств, имеющие место при послеуборочной обработке и хранении клубней.

Клубни картофеля характеризуются длиной l , шириной b , толщиной c и массой m_K . Форма клубней рядом авторов характеризовалась индексами длины и ширины, т. е. отношением этих размеров к толщине клубня. Ниже приведены индексы (длина/ширина) для некоторых сортов картофеля:

Лорх – 1,14/0,84, Берлихинген – 1,55/0,81, Ранняя роза – 1,20/0,90

А. А. Герасимов выделяет пять основных форм клубней,

характеристика которых по коэффициенту формы $k = \frac{l}{\sqrt{bc}}$ приведена ниже:

Округлая – Менее 1,20;

Округло-опальная – 1,20... 1,29;

Овальная – 1,30... 1,39;

Удлиненно-овальная – 1,40... 1,49;

Удлиненная – более 1,50.

Академик В. П. Горячкин установил зависимость между массой клубня m_k и его размерами:

$$m_k = \varepsilon lbc \quad (1.3)$$

а также показал, что между массой клубня и его размерами имеется параболическая зависимость вида:

$$m_k = Al^\alpha = Bb^\beta = Cc^\gamma \quad (1.4)$$

где коэффициенты A, B, C и показатели степени α, β, γ могут быть найдены по способу наименьших квадратов.

Дальнейшими исследованиями установлено, что параболические зависимости общего вида могут быть выражены уравнением

$$m_k = Al^3 = B_1b^3 = C_1c^3 \quad (1.5)$$

Значения коэффициентов ε, A, B, C , определенные для различных сортов картофеля после его длительного хранения, приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Значения коэффициентов для различных сортов картофеля

Сорт	ε	A	B_1	C_1
Эпикур	0,550	0,380	0,580	0,818
Советский	0,550	0,321	0,420	0,940
Коблер	0,545	0,312	0,568	0,922
Лорх	0,545	0,292	0,581	0,972
Ранняя роза	0,540	0,263	0,588	1,056
Берлихинген	0,565	0,218	0,715	1,097

Зависимость массы клубня картофеля сорта Лорх от его размеров, построенная по выражению (1.5), показана на рисунок 1.1.

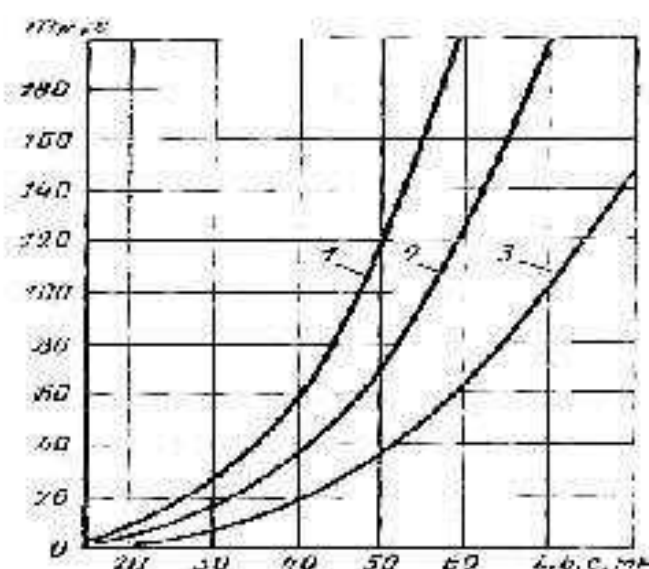


Рисунок 1.1 - Зависимость массы клубня картофеля m_k от его размеров

1.2 Существующие технологии и средства механизации для уборки картофеля

Развитие российского рынка картофелеуборочной техники напрямую зависит от рынка товарного картофеля. Третий год подряд картофелем в стране занято около 2,1 млн. га, до этого с 2010-го показатель был на уровне 2,2 млн. га. Согласно Росстату, снижается доля посевов сельхозорганизаций: если в 2010-м на них приходилось 10,6%, или 233 тыс. га, то в 2014-м только 9% и 188 тыс. га. Хозяйства населения за этот период также стали сажать меньше картофеля – 1,79 млн га против 1,85 млн га, но их доля в общем объеме посевов все равно выросла с 83,8% до 84,7%.

Средний валовый сбор картофеля в 2011...2014 годах составил 30,9 млн. т, в прошлом году — 31,5 млн. т, из них 6,1 млн. т, или 19,8%, получили сельхозорганизации и КФХ. Товарность картофеля по итогам 2014 года составила 25% от общего урожая, в предыдущие годы этот показатель был примерно на том же уровне, лишь в 2008-м достигнув 27,2%, следует из данных Росстата. Принято считать, что остальной объем выращивается частниками для личного потребления. ЛПХ возделывают картофель непрофессионально, отсюда ограниченность рынка техники.

В предприятиях центральной России используют три основные технологии для уборки картофеля:

1. выкапывание и укладка картофелекопателями в валок с ручным подбором клубней картофеля;
2. уборка картофелекопателями у которых имеется сортировальный стол, где осуществляется сепарирование и погрузка в тару вручную;
3. уборка комбайнами.

Технология уборки корнеплодов напрямую зависит от конкретных природных условий хозяйства.

На легких и средних почвах используют прямое комбайнирование. При содержании повышенной влаги в почве рабочие органы комбайна не справляются, и вследствие чего забиваются вязкой почвой и выкапывания и отделения почвы от клубней прекращается.

На полях с урожайностью не менее 100ц/га. используется прямое комбайнирование для повышения экономической эффективности и производительности уборочных работ.

При повышенной влажности почвы и когда комбайн не может сепарировать клубни от почвы и ботвы, применяют отдельный способ уборки корнеплодов. В этом случае, рекомендуется передвижение тракторного агрегата со скоростью 1,6 км/ч. При этой технологии картофелекопатель-валкоукладчик клубни отделяют от почвы, ботвы и примесей и после укладываются в валок на поверхности поля для последующего просыхания. Затем его подбирают комбайнами, или же подборщиками-погрузчиками.

На супесчаных, средних, а также легких суглинистых почвах применяют комбинированную уборку при имеющихся оптимальных параметрах влажности почвы, сепарирования клубней от различных примесей и обеспечивающих качественную уборку клубней. Комбинированный способ уборки картофеля позволяет устранить отмеченные недостатки, увеличить производительность комбайна и

сократить число его проходов по полю. Суть комбинированной уборки заключается в следующем. Клубни с двух или четырех рядов укладывают картофелекопателем-валкоукладчиком в междурядьях двух соседних необработанных грядок. Образованный валок убирают за один проход комбайном с подборщиком, который одновременно с выкапыванием двух оставленных необработанных грядок подбирает лежащие между ними в валке клубни.

Комбайны являются самыми эффективными машинами для уборки клубней картофеля, но нужно забывать о раздельной технологии уборки клубней картофеля, так как центральный район России, особенно Республика Татарстан является зоной рискованного земледелия. Поэтому совершенствование машин и оборудования, и их рабочих органов для повышения качественных показателей и повышения производительности на сегодняшний день бесспорно является актуальной задачей для отрасли машиностроения.

Учитывая, что сейчас соотношение объемов возделывания картофеля в сельхозорганизациях, КФХ и ЛПХ примерно 20/80, рынок картофелеуборочной техники еще далек от насыщения и имеет огромный потенциал роста. Оценить его нынешний объем в количественном или денежном выражении очень трудно: продажи и спрос на технику зависят от динамики производства картофеля сельхозорганизациями, а они расширяют или сокращают посевы, ориентируясь на рыночную конъюнктуру и уровни закупочных цен. В среднем в последние годы сельхозпроизводители наращивали производство, применяли новые интенсивные технологии, что приводило к росту спроса на технику и оборудование для возделывания картофеля.

1.3 Анализ аналогов конструкций машин для уборки корнеплодов

Реалии современного сельскохозяйственного производства, ужесточаемые условиями рынка, ставят перед аграриями Республики Татарстан и всей страны сложные задачи по выращиванию и уборке урожая с наименьшими затратами. Качественная уборка урожая на 15...20% зависит от

используемых агрегатов, именно поэтому потребители придирчиво относятся к каждому предлагаемому агрегату, оценивают достоинства и недостатки той или иной техники.

Государственной программой Республики Татарстан возрождения и развития села на 2005...2020 годы, экономически целесообразные объемы производства сахарной свеклы в Республике Татарстан определены на уровне 3800 тыс. тонн, при стабилизации площадей посевов на уровне 80...85 тыс. га и средней урожайности порядка 450 ц/га. Это накладывает очень серьезные обязательства и на производителей сельскохозяйственной техники, т.е. им необходимо постоянно смотреть вперед, видеть перспективы, стадии развития, знать все нюансы агросектора и ориентироваться в самых передовых и наиболее перспективных тенденциях по совершенствованию качества, увеличению производительности и облегчению условий труда тружеников полей. Для того чтобы уборка свеклы проходила с максимальным эффектом, хозяйство, прежде всего, должно быть обеспечено качественной и надежной техникой.

Решение задач производства и поставки высокопроизводительных машин и комплексов нового поколения для уборки сахарной свеклы и обеспечения уборки объемов сахарной свеклы в научно обоснованные агротехнические сроки, является актуальным сегодня и тесно связано с историей ее развития. Для уборки свеклы могут применяться как самоходные свеклоуборочные комбайны, так и прицепные комплексы, в составе которых ботвоуборочная машина, копатель, подборщик либо ботвоуборочная машина и прицепной комбайн. Наличие бункера для накопления корнеплодов в самоходных и прицепных машинах, одна из особенностей современной свеклоуборочной техники.

Уборка сахарной свеклы в странах СНГ до 2004 года основывалась на использовании, в основном, комбайнов КС-6 (Тернополь, Украина) и свеклоуборочных комплексов "Полесье", выпускаемых ПО "Гомсельмаш", частично использовались прицепные свеклоуборочные машины германских

фирм "Franz Kleine", "STOLL" и финские прицепные комбайны фирмы "JUKO".

Свеклоуборочные комплексы "Полесье", выпускаемые ПО "Гомсельмаш" состоят из комбайна свеклоуборочного навесного КСН-6 и подборщика-накопителя корнеплодов ППК-6. Подборщик предназначен для агрегатирования с тракторами класса 1,4...2, а привод рабочих органов осуществляется от ВОМ трактора карданным валом.

Подавляющее большинство, предлагаемых потребителям на рынке стран СНГ, моделей самоходных свеклоуборочных комбайнов 6-рядные, а прицепных – от 2- и 3-рядных и больше. Этот диапазон объясняется тем, что сев сахарной свеклы в хозяйствах стран СНГ, как правило, осуществляется 6-и 12-рядными сеялками.

Опыт эксплуатации свеклоуборочных машин различных фирм и сравнительные испытания, проведенные машиноиспытательными станциями, в основных свеклосеющих хозяйствах и регионах стран СНГ, говорят о том, что самоходные свеклоуборочные комбайны по производительности и качеству уборки не имеют существенных преимуществ перед прицепными машинами. При нормальной нагрузке и нормальных агротехнических сроках уборки сахарной свеклы, самоходным комбайном можно убрать до 1000 га за сезон. Применение самоходных комбайнов, когда под свеклу отведено менее 500 га, нецелесообразно т.к. стоимость самоходного свеклоуборочного комбайна в зависимости от модели и комплектации варьируется в пределах 300 000...400 000 евро. По словам потребителей, в этом случае вдвое дешевле применение комплекса прицепных свеклоуборочных машин, чем аналогичных по производительности самоходных комбайнов. В качестве тягового средства для прицепных машин используется трактор, а трактор работает круглый год.

Производители свеклоуборочных комбайнов советуют потребителям выбирать машину, исходя из размера полей и урожайности, а также учитывая основные требования к свеклоуборочной технике, с учетом типичных

условий возделывания и уборки сахарной свеклы. Так на рынке страны в конце 20-го века появился ряд подборщиков и прицепных комбайнов для уборки сахарной свеклы производства Германии, Италии и Финляндии.

Учитывая тенденции развития рынка потребителей техники для возделывания сахарной свеклы, в 2004-2005 годах в Республике Беларусь начались разработки и проведены предварительные испытания очистителя-накопителя свеклы ОНС-13 с объемом бункера 13м³. Очиститель-накопитель предназначен для подбора, очистки и накопления свеклы, при разработке учитывалось, что подборщик должен работать в автономном режиме, т.е. даже при отсутствии рядом идущего транспортного средства или трактора с прицепом. Очиститель-накопитель свеклы ОНС-13 может агрегатироваться с энергосредством УЭС-250А и тракторами класса 3. Кроме того, была разработана конструкторская документация и изготовлен опытный образец модернизированного комбайна КСН-6-5А. В комбайне КСН-6-5А усовершенствованы рабочие органы, гидропривод установки глубины подкапывания, дообрезчик головок и разбрасыватель ботвы, а также установлена система автоматического вождения по рядам.

Комплекс, составленный на базе универсального энергетического средства УЭС-2-280А, очистителя-накопителя ОНС-13 и комбайна КСН-6-5А показал по результатам предварительных испытаний его работоспособность. Возможность оснащения активным приводом моста подборщика и блокировкой дифференциала энергосредства, обеспечивает удовлетворительную проходимость комплекса в тяжелых условиях уборки.

Работы, проведенные по разработке опытных образцов очистителя-накопителя свеклы ОНС-13, модернизированного свеклоуборочного комбайна КСН-6-5А и приобретенный опыт, в дальнейшем были использованы при разработке самоходного свеклоуборочного комбайна СКС-624.

В 2010 году на Российском рынке фирма «Agrotech» предлагает подборщик-погрузчик АЗК-6.03.000. Подборщик-погрузчик предназначен для подбора, доочистки и погрузки в транспортные средства корнеплодов

сахарной свеклы, выкопанных копачом. Агрегатируется с тракторами МТЗ-80, ЮМЗ-6. Данная машина является совместным продуктом Российских и зарубежных партнеров.

Для подбора выкопанной и уложенной в валки сахарной свеклы, в России предлагается свеклоподборщик прицепной ПС-2, работающий в комплексе агрегатов, осуществляющих 3-х фазную уборку сахарной свеклы.

Картофелеуборочный комплекс, выпускаемый ФГУП "ПО "АОМЗ", по качеству уборки сахарной свеклы, минимальному травмированию корнеплодов, полноте сбора урожая достойно конкурирует с техникой признанных зарубежных фирм. Свеклоуборочная техника работает в Липецкой, Ростовской, Курской, Тамбовской, Белгородской областях, Ставропольском крае. Только в Краснодарском крае (основном свеклосеющем регионе РФ) работает около 50 комплексов.

Комплекс состоит из следующих агрегатов:

- агрегат ботвоуборочный АБ-1 – производит срез, измельчение ботвы и очистку головок сахарной свеклы;
- агрегат Картофелеуборочный АС-1 – производит выкапывание сахарной свеклы, очистку ее от почвы и укладку в валок. Агрегаты АБ-1, АС-1 и ПС-2 могут работать в комплексе с агрегатами и комбайнами других производителей.



Рисунок 1.4 – Подборщик-погрузчик АЗК-6.03.000

Таблица 1.2 – Технические характеристики подборщика-погрузчика АЗК-6.03.000.

Тип	полуприцепной
Высота погрузки, мм	2600
Рабочая скорость, км/час	5...10
Габаритные размеры, мм	
- длина	4500
- ширина	5250
Масса, кг	2300

Свеклоподборщик прицепной ПС-2 – производит подбор, доочистку и погрузку в транспортное средство сахарной свеклы, выкопанной и уложенной в валки. Привод механизмов от ВОМ трактора. Свеклоподборщик является полуприцепной машиной к тракторам Т-70С, МТЗ-82(80).



Рисунок 1.5 – Свеклоподборщик прицепной ПС-2

Таблица 1.3 – Технические характеристики свеклоподборщика прицепного ПС-2.

Ширина захвата, м	1,4
Рабочая скорость, км/час	6
Производительность, га/час	1,2-1,5
Число оборотов ВОМ, об/мин	540
Высота погрузки, м	до 3,5
Масса, кг	2300

Свеклоподборщик состоит из несущей рамы, на которой монтируются все узлы и механизмы. В средней части рамы смонтирован элеватор приемный, служащий для подбора, предварительной очистки и транспортировки корнеплодов к погрузочному элеватору. Транспортировка осуществляется при помощи подборного транспортера, смонтированного на приемном элеваторе. На передней части приемного элеватора смонтирован активный прижимной транспортер, в совокупности с транспортером подборным осуществляющий подбор корнеплодов. На задней части рамы смонтирован шнековый барабан, который осуществляет очистку от почвы и перевод корнеплодов с транспортера подборного на транспортер погрузочный. На транспортере погрузочном установлены гребенки, служащие для захвата корнеплодов.

Корнеплоды свеклы поднимаются с земли при помощи транспортера подборного и транспортера прижимного, двигаются по приемному элеватору, частично очищаются от земли, поступают к барабану шнековому, перемещающему корнеплоды к элеватору погрузочному для дальнейшей очистки и погрузки в транспортное средство.

Необходимо отметить, что в настоящее время существует большое количество разнообразных перегрузочных технологий. У комбайна может быть огромный бункер, а может его вообще не быть. Также возможен промежуточный вариант, например, система сменных бункеров. При использовании такой системы с помощью специального транспортного средства по полю расставляются бункеры, в которые комбайн разгружает урожай. Потери времени при такой системе сводятся к минимуму.

Суть нововведения в том, что корнеплоды с поля складывают не в горки, а рядами, затем специальный погрузчик собирает их в машины и свекла доставляется прямо на сахарный завод, минуя свеклосборные пункты. Эта технология хранения сахарной свеклы применяется в Германии. Свекла храниться прямо в поле с минимальными потерями. Вывезти ее можно в любой момент. Погрузчик идет по любой почве, не теряя ни одного корня.

Перерабатывающие предприятия не всегда справляются с обильным урожаем. В таких условиях длительное хранение свеклы прямо в поле – несомненный выход. Кроме того использование хозяйствами еще и вагонов-перегрузчиков, чтобы свеклокомбайны не теряли во время уборки дорогое время на перевозку урожая к месту хранения, увеличивает производительность уборки. Сорокатонный бункер-накопитель обеспечивает бесперебойную работу комбайнов.

Фирма «HAWE» производит свои прицепы-перегрузчики свеклы – RUW 2500 T с емкостью 27 кубометров и – RUW 4000 T с емкостью 40 кубометров, в конструкциях, подходящих для 2-х и 3-х осевых свеклокопателей. Они оснащены tandemной или тридемпной ходовой частью.



Рисунок 1.6 – Безостановочная уборка сахарной свеклы с использованием прицепа-перегрузчика RUW

С помощью усовершенствованного перегрузочного транспортера свекольные кагаты быстро и просто укладываются на необъезженной почве шириной и высотой, соответствующей свеклоподборщику. Благодаря креплению перегрузочного транспортера на передней части прицепа, механизатор имеет хороший обзор при разгрузке.

Преимущества прицепа-перегрузчика:

- точная укладка свекольных кагатов на поле благодаря поперечному перегрузочному транспортеру и простая и точная погрузка сахарной свеклы свеклоподборщиком: высота разгрузки гидравлически регулируется от 2,60 до 3,50 метров, а время разгрузки 2 – 2,5 минуты;

- хороший обзор кузова при загрузке прицепа за счет прозрачного переднего борта прицепа и перегрузочного транспортера, расположенного на передней части прицепа.

В 2010 году «Днепропетровский комбайновый завод», Украина предложил обновленный вариант корнеуборочной самоходной машины КСБ-6 - МКК-6-02 и самоходный свеклопогрузчик-очиститель СПС-4,2 А.

Машина МКК-6-02 предназначена для уборки корней сахарной и кормовой свеклы в основных и полевых зонах свеклосеяния потоковым и перевалочным способами. Монтируется на трактор МТЗ-80. Предварительно ботва с корней срезается и убирается ботвоуборочной машиной, работающей в комплексе с корнеуборочной самоходной машиной МКК-6-02.

Свеклопогрузчик СПС-4,2А предназначен для загрузки сахарной свеклы с куч и кагатов в транспортные средства с доочисткой ее от земли и ботвы, что позволяет увеличить полезную массу свеклы при подаче ее на сахарные заводы на 8...10%.

Модернизирован надежным гидроходоуменьшителем, безотказной гидросистемой, которая состоит из немецких и итальянских комплектующих изделий.

Также применены итальянский редуктор и карданы. Расширен ряд тракторов, устанавливаемых на погрузочную часть.

Что касается импортной техники, то аграрии, как правило, предпочитают агрегаты таких компаний, как Holmer, Ropa, Franz Kleine и других.



Рисунок 1.7 – Корнеуборочная самоходная машина МКК-6-02

Таблица 1.4 – Технические характеристики корнеуборочной самоходной машины МКК-6-02

Производительность за 1 час основного времени, га/ч	1,35 - 1,95
Масса машины с трактором, кг	7800
Ширина захвата, м	2,7
Количество одновременно убираемых рядков, шт	6
Ширина междурядий, см	45
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм - в рабочем положении - в транспортном положении	7100x6250x3600 7100x3200x3400
Количество обслуживающего персонала	1 механизатор
Производитель	КПП «Днепропетровский комбайновый завод», Украина



Рисунок 1.8 – Самоходный свеклопогрузчик-очиститель СПС-4,2А

Таблица 1.5 – Технические характеристики самоходного свеклопогрузчика-очистителя СПС-4,2А

Производительность за 1 час основного времени, т/ч	200
Ширина захвата, м	4,2
Максимальная высота загрузки, м	3,5
Масса машины с трактором, кг	9165
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	
- в рабочем положении	7600x7000x3600
- в транспортном положении	6600x3600x3600
Количество обслуживающего персонала	1 механизатор

Картофелеуборочный комбайн Grimme Rootster 407, агрегируется с тракторами мощностью от 150 л.с. до 210 л.с. Шестирядный прицепной Картофелеуборочный комбайн с бункером вместимостью 6 м³, оснащен преимущественно механическими приводами. Немногие гидравлические функции выполняются через гидравлические органы управления трактора.

Благодаря высокой производительности, простому обслуживанию, низким эксплуатационным расходам, а также уникальным подкапывающим и очищающим свойствам комбайн Rootster 604 является наиболее экономичной машиной в своем классе.

Rootster 407 бережно выкапывает корнеплоды посредством пассивных выкапывающих дисков. Для уборки в сложных условиях возможно дополнительное оснащение гидравлическим приводом дисков. На первой очистительной единице с поперечными вальцами производится отделение от земли и примесей. Затем, на второй очистительной единице с затягивающими вальцами, производится очень эффективная, но при этом бережная окончательная очистка. По кольцевому элеватору собранный продукт осторожно подается в промежуточный бункер, из которого он может затем загружаться в транспортные средства с помощью перегрузочного транспортера.



Рисунок 1.9 – Прицепной картофелеуборочный комбайн "Grimpe Rootster 407"

Первая очистительная единица: через вал-толкатель с четырьмя резиновыми лопастями свекла передается из выкапывающих дисков на вальцевую группу с поперечными вальцами, состоящую из одного гладкого и трех спиральных вальцов. Наряду с эффективной очисткой от земли

спиральные вальцы служат также для сужения потока урожая в центр машины и для передачи его на вторую очистительную единицу.

Продуманный метод уборки: свекла захватывается пассивными выкапывающими дисками и осторожно выкорчевывается из земли. При желании возможно оснащение выкапывающих дисков гидроприводом, что гарантирует самую эффективную уборку даже в крайне сложных почвенных условиях. В сочетании с выкапывающими дисками, с гидроприводом, Rootster 604 оснащен собственной гидравликой. Быстрорегулируемая ширина междурядий, можно регулировать механически от 45 до 56 см

Вальцовая группа с затягивающими вальцами относится ко второй очистительной единице. Она состоит из трех пар вальцов с продольным расположением (в каждой паре один спиральный и один гладкий валец), вращающихся в противоположном направлении по отношению друг к другу. С помощью этого метода достигается особенно эффективный результат очистки.

Оптимум бережного обращения с собранным продуктом: после очистки свекла подается по элеватору в промежуточный бункер емкостью 6 м³. В зависимости от урожайности этой емкости достаточно для 250...400 м длины рабочего хода комбайна, так что отпадают простои во время смены транспортных средств. Всегда на высоте для перегрузки и во время движения по дорогам перегрузочный транспортер шириной 1 м удобно складывается и раскладывается.

Thyregod T-7, T-9, TT-800 комбайны прицепные для уборки сахарной свеклы 2, 3 и 4-рядовые с объемом бункера в модели T-7 12м³, а в модели T-9 14м³. Благодаря использованию гидравлической тяги рабочих агрегатов, а также разных опций технического оснащения комбайны Thyregod T-7, T-9, TT-800 наделены возможностью работать в любых почвенных условиях. По техническим характеристикам производительность комбайна составляет от 0,35 га/ч, (версия 2-рядовая) до 1,0 га/ч



Рисунок 1.10 – Прицепной картофелеуборочный комбайн "Thyregod T-9"

Таблица 1.6 – Технические характеристики прицепного свеклоуборочного комбайна "Thyregod T-9"

Габаритные размеры комбайна в транспортном положении не более, мм	
- длина	5600
- ширина	3750
- высота	4150
Масса конструкционная, кг	7800
Объем бункера, м ³	14
Количество убираемых рядков, шт.	3,0
Высота выгрузки максимальная, мм	3600
Количество обслуживающего персонала, чел	1

В ходе проектирования нами был проведен патентный поиск подборочных устройств и агрегатов.

Рассмотрим подборочное устройство патент Франции DE 10120204 A1, 30.01.2003. FR 2864425 A1. Изобретение относится к сельскохозяйственному машиностроению и может быть использовано в машинах для подбора с земли лежащей на ней убранной массы. Подборочное устройство содержит прижимное устройство, оснащенный грабельными зубьями барабан

подборщика и расположенное позади него по направлению потока убранный массы транспортирующее и/или режущее устройство. Прижимное устройство проходит поперечно направлению движения уборочной машины и содержит первый и дополнительный прижимные элементы. Первый прижимной элемент расположен в пределах области действия барабана подборщика. Дополнительный прижимной элемент размещен за пределами области действия барабана подборщика и производит предварительное уплотнение убранный массы ее прижимом к земле. Первый и дополнительный прижимные элементы выполнены с возможностью перемещения относительно друг друга и независимо друг от друга. Подборочное устройство обеспечивает равномерную и стабильную бесперебойную подачу подобранной массы на последующие обрабатывающие органы. 16 з.п. ф-лы, 2 ил.

Следующий патент России (RU 2090046 C1) – агрегат для загрузки корнеплодов. Агрегат относится к сельскохозяйственному машиностроению и может быть использован в погрузчиках корнеплодов свеклы и других культур.

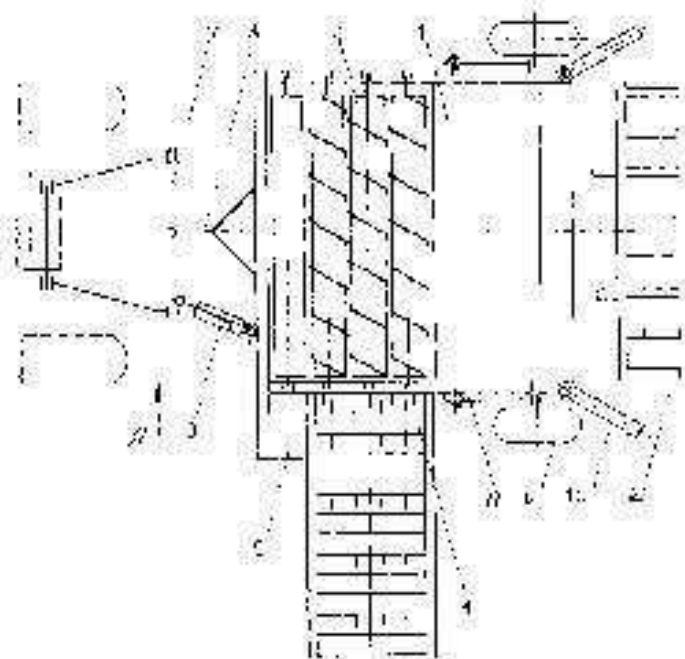


Рисунок 1.11 – Агрегат для загрузки клубнеплодов

Агрегат содержит погрузчик с приемным лотком (1) и питателем (2), устройство (3) для очистки корнеплодов, элеватор (4) для загрузки и раму

(5), в передней части которой установлены копирующие колеса (6), а в задней части она посредством поперечного бруса (7) шарнирно соединена с механизмом навески трактора. Агрегат имеет гидроцилиндр (9) фиксации и корректировки, установленный между рамой (5) и поперечным брусом (7) под углом $15 - 30^\circ$ к направлению движения и в горизонтальной плоскости, проходящей через осевые линии прицепа (8) и гидроцилиндра (9). Применение данного изобретения позволит повысить производительность и снизить повреждения корнеплодов.

Следующее устройство для подбора и очистки корнеплодов – патент Украины №4947075. Сущность изобретения заключается в следующем в устройстве для подбора и очистки корнеплодов, содержащем пару наклонных встречно-вращающихся транспортеров, верхний транспортер 1 снабжен эластичными скребками 4, нижний транспортер 2 выполнен из каскада очистительных валов 5, образующих с примыкающими к ним скребками 4 корнетранспортирующие ячейки 6, а расположенные по бокам приемной части устройства ограничителя вороха выполнены из активных дисков 7. 2 ил.

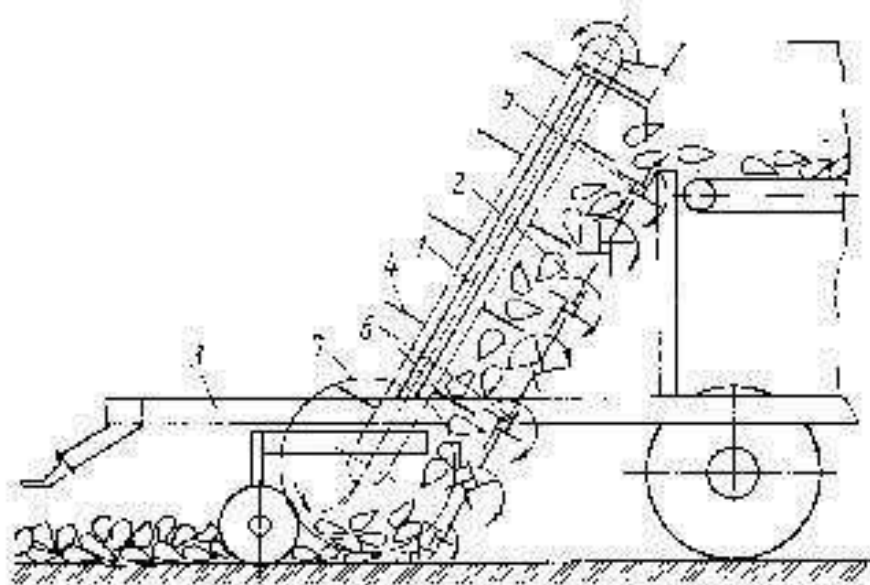


Рисунок 1.12 – Устройство для подбора и очистки корнеплодов

1.4 Цели и задачи проектирования

Проведенный анализ вышеприведенной информации показывает, что существующие конструкции для уборки, подбора и очистки клубнеплодов

имеют как положительные стороны, так и отрицательные. Большинство аналогов имеют сложность конструкции, высокую стоимость и низкую эксплуатационную надежность, а самое главное – неудовлетворительное качество работы.

Для развития и производства отечественного оборудования требуются поставлены следующие задачи:

- повысить эффективность и производительность уборки картофеля,
- повысить качество очистки почвы от клубней,
- повысить надежность и долговечность конструкции.

Решение поставленных задач предусматривает разработку и применение новых технических решений, направленных на оптимизацию процесса производства и уборки клубней картофеля.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

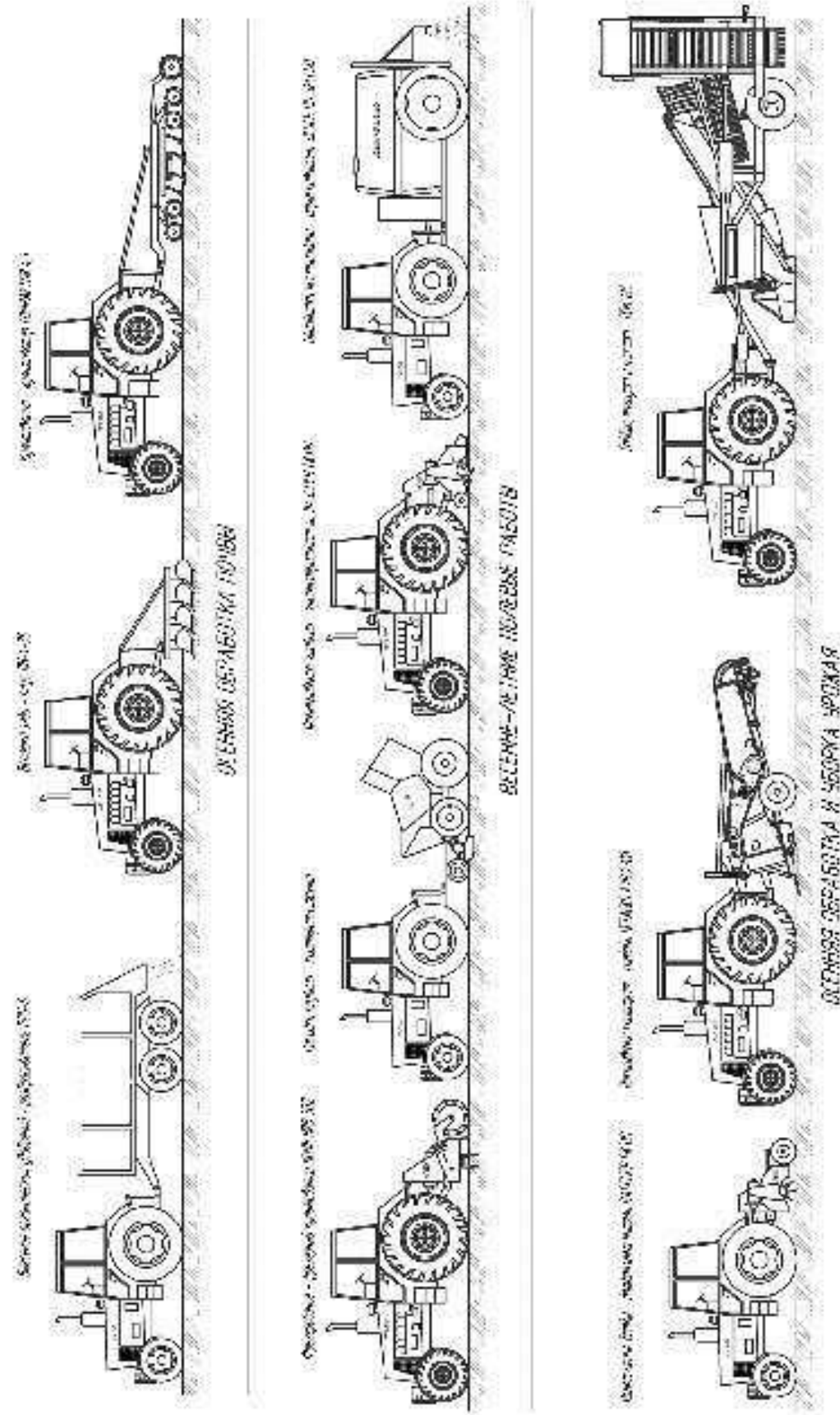
2.1 Разработка технологии уборки картофеля

Овощеводство является по своей роли основополагающей отраслью по снабжению населения легкоусвояемыми продуктами растительного происхождения и в частности корнеклубнеплодами картофеля. Величина и значимость картофеля на продовольственном рынке страны велика, он является самым распространённым и быстро окупаемым продуктом растительного происхождения, требующего минимальные климатические условия, а также неприхотлив в вопросах его выращивания и возделывания. Большинство потребителей ценит картофель - как высококалорийный и ценный продукт, богатый минералами и эссенциальными аминокислотами. В то же время, картофель также является сырьём для приготовления крахмала и других продуктов питания и пищевых добавок, поэтому аспекты выращивания, ухода, уборки, а самое главное - рационального хранения корнеклубнеплодов должны стоять по актуальности во главе с такими вопросами как последующая реализация картофеля и изготовление из него блюд и готовых продуктов. Современный уровень производства картофеля требует принципиально нового подхода к материально-технической базе для выращивания, уборки, обработки и хранения картофеля.

Основываясь на архивные данные погодных условий последнего десятилетия Республики Татарстан и объемов сбора урожая картофеля, можно смело сделать выводы, что применяемая технология прямого комбайнирования не подходит для нашей климатической зоны. Вследствие затяжных осадков перед уборкой в конце августа, почва становится переувлажненной и поэтому при прямом комбайнировании потери урожая резко увеличиваются, комбайны не справляются и агросроки растягиваются. Большинство хозяйств Республики, вследствие переувлажнения почвы, нехватки спецтехники теряют на полях до 40% урожая. Собранный урожай как правило сильно засорен прилипшей почвой к клубням. Это в свою очередь ведет перегрузке машин послеуборочной обработки.

Поэтому нами предлагается технология отдельной уборки клубней картофеля (рисунк 2.1). Отдельная уборка адаптирована под влажную структуру почвы, которая не пригодна для поточной уборки – прямого комбайнирования. В предлагаемой технологии предполагается использовать картофелекопатели-валкообразователи, которые обеспечивают выкапывание и укладка клубней в валок. В зависимости от ширины захвата (количества рядков) агрегата укладка в валок производится с 2-х, 4-х или 6-ти посадочных рядков. При данной технологии поле на загоны не разбивается. Агрегат с картофелекопателем движется челночным способом или с перекрытием рабочих ходов. При использовании копателей-валкоукладчиков и укладывании валка из четырех рядков применяем челночный способ движения, а при образовании валка из двух рядков и укладке его на два необрунных ряда (схема 2+2) предлагаем способ движения с перекрытиями рабочих ходов и беспетлевыми поворотами. Ширину загона при этом необходимо отбивать в 32...40 рядков. По мере просушки клубней нами предлагается применение подборщиков-погрузчиков картофеля, которые кроме подбора и погрузки осуществляли бы очистку связной почвы на клубнях. Затем, предварительно очищенные клубни перевозятся в сортировальный пункт.

Достоинствами отдельного способа уборки клубней картофеля являются, что выкопанные, уложенные в валок и просушенные клубни успевают просохнуть до их подбора, кожа клубней становится толще и прочнее чем при прямом комбайнировании. Такие клубни менее подвержены механическим повреждениям, лучше очищаются от налипшей почвы, их можно закладывать на хранение без специальной послеуборочной доработки. Кроме того, отдельная уборка обеспечивает повышение производительности труда в 2...3, повысить валовой сбор клубней картофеля в 1,5...2 раза, повысить культуру земледелия по сравнению с другими существующими технологиями.



1 - Внесение органических удобрений, 2 - Вспашка зяби, 3 - Культивация, 4 - Фрезерование, 5 - Посадка клубней, 6 - Формирование гребней, 7 - Обработка пестицидами, 8 - Измельчение ботвы, 9 - Выпалывание картофеля, 10 - подбор и погрузка клубней картофеля

Рисунок 2.1 - Комплекс машин технологии производства картофеля

Применение подборщика-погрузчика клубней картофеля с новым транспортирующе-очистительным устройством оснащенным специальными эластичными очистителями, снизит содержание в общей массе корнеплодов долю почвенных примесей до 4%, доля поврежденных клубней картофеля – 0,3% по сравнению с аналогами, оснащенным стандартными заводскими транспортирующе-очистительным оборудованием.

Переход на новую технологию для любого предприятия является процессом болезненным, требует определенных денежных затрат, повышение квалификации работников. Но, как показывает опыт, все эти затраты окупаются в течении короткого срока.

2.2 Разработка технологической карты уборки картофеля

Технологическую карту уборки картофеля составляют для основных сельскохозяйственных культур, занимающих большую долю посевных площадей хозяйства. Небольшие площади под другими культурами в целях сохранения общего объема работ следует прибавлять к площадям под родственными культурами.

Очень важно правильно установить сроки уборки картофеля, так как ранняя копка приводит к снижению качества клубней и недобору урожая, поздняя – к большим потерям во время уборки. К массовой уборке картофеля приступают в начале сентября.

Ранняя уборка заметно снижает урожай, но экономически себя оправдывает, так как цены на ранний картофель выше. Ранний картофель начинают убирать до отмирания ботвы и наступления биологической спелости клубней, когда урожайность товарных клубней не менее 4,5...5 т/га.

По государственному стандарту товарными считаются клубни раннего картофеля округло-овальной формы с наибольшим поперечным диаметром не менее 30 мм и удлиненной формы с поперечным диаметром не менее 25 мм.

Для уменьшения повреждаемости клубней проводят мероприятия, ускоряющие созревание картофеля и образование более плотной и прочной кожуры. Таких приемов несколько. Наиболее проверенные и эффективные – скашивание и удаление ботвы.

Удаляют ботву двумя способами: химическим и механическим. Это позволяет прекратить поступление в клубни продуктов ассимиляции и в то же время способствует ускорению созревания клубней и опробковению кожуры. Прием давно используется в нашей стране и за рубежом.

Для улучшения работы агрегатов также проводят предуборочное удаление ботвы. Здоровую ботву на участках продовольственного картофеля удаляют не ранее чем за 2-5 суток до уборки. Ботву можно использовать на силос, если она не обрабатывалась ядохимикатами. На семеноводческих посадках рекомендуется ботву скашивать за 10...14 суток до начала уборки. При поражении ботвы фитофторозом ее скашивают, увозят с поля за 7...10 суток до уборки картофеля и сжигают.

Химическое уничтожение ботвы является профилактическим мероприятием против болезней. Ботву обрабатывают десикантами – хлоратом магния 25...30 кг/га или реглоном 2 кг/га, при расходе рабочего раствора, 400л/га.

Для механического удаления ботвы применяют косилку-измельчитель – КИР-1,5 Б с высотой среза ботвы 18...50 сантиметров.

Температура почвы при уборке картофеля должна быть не ниже 6-8 °С, так как при более низкой температуре значительно возрастают повреждения клубней рабочими органами картофелеуборочных машин. Снижение температуры на 1 °С увеличивает механические повреждения на 10 %.

Наибольшее количество механических повреждений в процессе уборки и сортирования отмечается при сортировании картофеля осенью сразу после уборки.

В зависимости от способа уборки повреждаемость клубней в этом случае составляет 29...36 %.

Меньше всего повреждаются клубни, заложенные на хранение без сортирования осенью. Минимальное количество внешних механических повреждений клубней отмечается при сортировании их весной за 1...2 недели до посадки картофеля. К этому времени кожура картофеля огрубевает.

В отдельные годы из-за больших повреждений клубней осеннее сортирование картофеля может быть нецелесообразным. В этом случае клубни сразу же после комбайновой уборки закладывают на хранение.

Технологическая карта возделывания и уборки картофеля приведена в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Технологическая карта возделывания и уборки картофеля

№	Наименование сельскохозяйственных работ с краткими агротехническими требованиями	Объем работ, га, т	Календарные агротехнические сроки выполнения
1	2	3	4
1	Лушение на 6-8 см	120	06.08-16.08
2	Лушение на 10-12 см	120	27.08-06.09
3	Зяблевая вспашка на 20-22см	120	13.09-23.09
4	Ранне-весеннее боронование	120	06.04-11.04
5	Предпосевная культивация с боронованием	120	17.04-21.04
6	Погрузка минеральных удобрений	100	22.04-30.04
7	Транспортировка минеральных удобрений	100	22.04-30.04
8	Нарезка гребней с внесение удобрений	120	22.04-30.04
9	Погрузка картофеля	600	01.05-11.05

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4
10	Транспортировка картофеля	600	01.05-11.05
11	Посадка картофеля	120	01.05-11.05
12	Боронование до всходов	120	12.05-18.05
13	Первая междурядная обработка	120	21.05-02.06
14	Вторая междурядная обработка	120	03.06-15.06
15	Подвоз воды	100	16.06-22.06
16	Приготовление раствора ядохимикатов	100	16.06-22.06
17	Опрыскивание против колорадских жуков	100	16.06-22.06
18	Окучивание	120	01.07-14.07
19	Подвоз воды	100	14.07-21.07
20	Приготовление раствора	100	14.07-21.07
21	Опрыскивание против фитофторы (2х кратное)	100	14.07-21.07
22	Выкапывание картофеля		10.09-12.09
23	Подбор и погрузка картофеля	120	16.09-20.09
24	Отвоз картофеля	1200	16.09-20.09
25	Сортировка	1200	20.09-06.10
	Отвоз отходов	20	20.09.09-06.10

2.3 Определение качества работы картофелеуборочных агрегатов

Картофелеуборочные агрегаты по агротехническим требованиям должны выкапывать картофель, отделять клубни от почвы, ботвы и других примесей, накапливать клубни в бункере или загружать рядом идущие транспортные средства.

Качество уборки определяют по четырем основным показателям (таблица 2.2): потерям, повреждениям, наличию резаных клубней и чистоте вороха.

Таблица 2.2 – Контроль и оценка качества уборки картофеля комбайнами

Показатели	Метод	Значение	Балл
Клубни, % потери повреждения Количество ре- занных клубней, %	Сбор после прохода ко мбайна оставшихся на поверхности клубней массой свыше 10г (кру- пнее 22мм) на 10м ² , взвешивание их и опре- деление отношения к фактической урожайности.	До 3	2
		3...5	1
		более 5	0
		До 8	3
		8...12	2
		13...20	1
Засоренность клубней, %	Отбор и взвешивание поврежденных клубней Отбор и взвешивание поврежденных клубней Взятие пробы картофеля массой 8...10 кг при раз- грузке бункера. Отде- ление клубней от при- месей и взвешивание их	Более 20	0
		До 1	3
		1...2	2
		Более 2	0
		11...20	1

Если уборка оценивается в 6...7 баллов то она заслуживает отличной оценки, хорошей при 5 баллах и удовлетворительной при 4.

Определение потерь при уборке проводят путём подбора и взвешивания клубней крупнее 22 мм по наименьшему поперечному диаметру, оставленных на поверхности почвы. Клубни собирают в тару с

пяти делянок площадью 10 м², расположенных равномерно по диагонали участка. Потери подсчитывают по формуле:

$$П = (200А : У) \times 100, \%$$

где: А – масса клубней, собранных с 5 учетных площадок, кг;

У – урожайность клубней, т/га

Комбайны должны собирать в бункер не менее 97% урожая картофеля. Потери всех видов не должны превышать 3% (но не более 6 ц/га). Чистота картофеля в таре должна быть не менее 80%. Повреждения клубней не должны превышать 10%.

Картофелеуборочные комбайны эффективно работают при твердости почвы 1,4 ПМ, засоренности камнями (диаметром до 150 мм) в пахотном слое – до 8 т/га, урожайности – от 15,0 до 50,0 т/га, глубине залегания нижних клубней – до 22 см, влажности почвы не более 30%.

2.4 Технологический расчет подборщика-погрузчика

Определяем соотношение корнеплодов к примесям. По условию соотношение корня к ботве – 5:1, тем самым определяем коэффициент соотношения ботвы λ ([6] с. 8):

$$\lambda = \frac{б}{б + к} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Таким образом определяем удельное соотношение ботвы:

$$Б = К \cdot \lambda$$

где К – урожайность сахарной свеклы, К = 50 т/га = 500 ц/га.

$$Б = 500 \cdot 0,2 = 100 \text{ ц/га.}$$

Определяем ширину захвата ([6] с. 8):

$$B = nb + 2l$$

где n – количество убираемых валков, n = 1;

b – ширина валка, b = 90 см;

l – величина защитной зоны, l = 5 см

$$B = 1 \cdot 0,9 + 2 \cdot 0,05 = 1,0 \text{ м.}$$

Принимаем ширину захвата $B = 1,0 \text{ м.}$

Определяем пропускную способность комбайна на убираемой площади :

$$\Phi = 0,1 \cdot B \cdot V_M$$

где V_f – рабочая скорость комбайна, $V_M = 10 \text{ км/ч}$ [8].

$$\Phi = 0,1 \cdot 1,0 \cdot 10 = 1,0 \text{ га/ч.}$$

Определяем пропускную способность по количеству убранных корнеплодов.

$$Q_K = 0,1 \cdot B \cdot V_M \cdot K \cdot \eta_K$$

где K – удельное соотношения корнеплодов, $K = 50 \text{ т/га}$,

η_K – коэффициент использования, $\eta_K = 0,9 \dots 0,98$, принимаем $\eta_K = 0,95$.

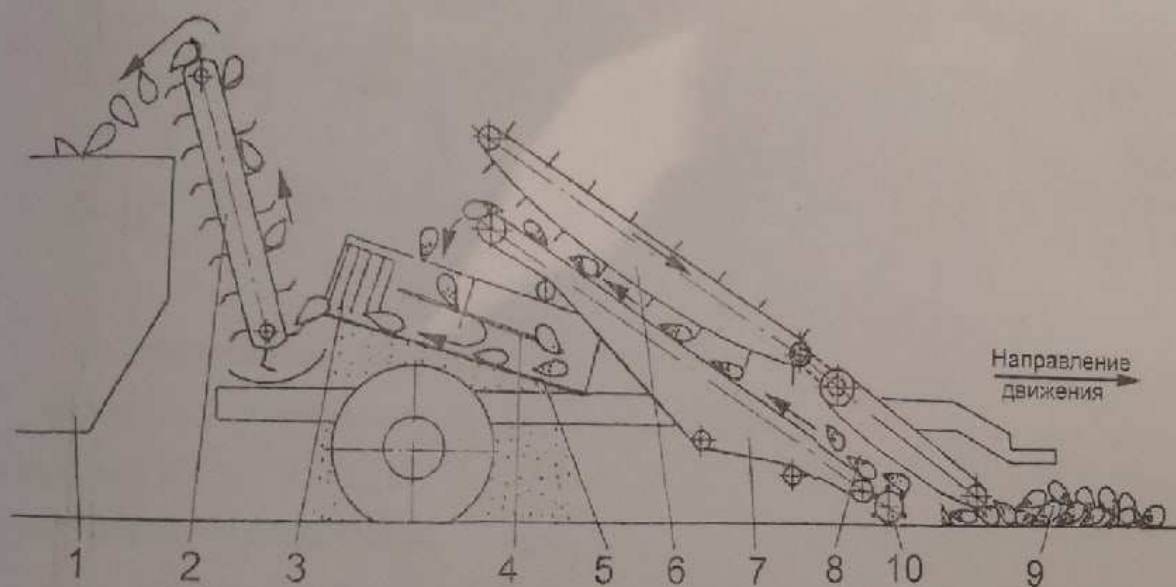
$$Q_K = 0,1 \cdot 1,0 \cdot 10 \cdot 50 \cdot 0,95 = 47,5 \text{ т/ч.}$$

Что соответствует $Q_K = 13,2 \text{ кг/с.}$

3.1 Описание предлагаемой конструкции подборщика-погрузчика клубней картофеля

Подборщик-погрузчик корнеплодов ГПК-6М оборудован подбирающим валцем, который подбирает корнеплоды из валков и направляет их на подающий транспортер. Это позволяет увеличить срок эксплуатации транспортера подающего (у ГПК-6 – транспортер подбирающий) [8].

Схема технологического процесса работы подборщика-погрузчика приведена на рисунке 3.1.



1 – транспортное средство; 2 – транспортер погрузной; 3 – отсекающий; 4 – амортизатор; 5 – ротор сепарирующий; 6 – транспортер прижимной; 7 – транспортер подающий; 8 – транспортер передний; 9 – корнеплоды; 10 – валец подбирающий

Рисунок 3.1 – Схема технологического процесса работы подборщик-погрузчика корнеплодов ГПК-6М

ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ

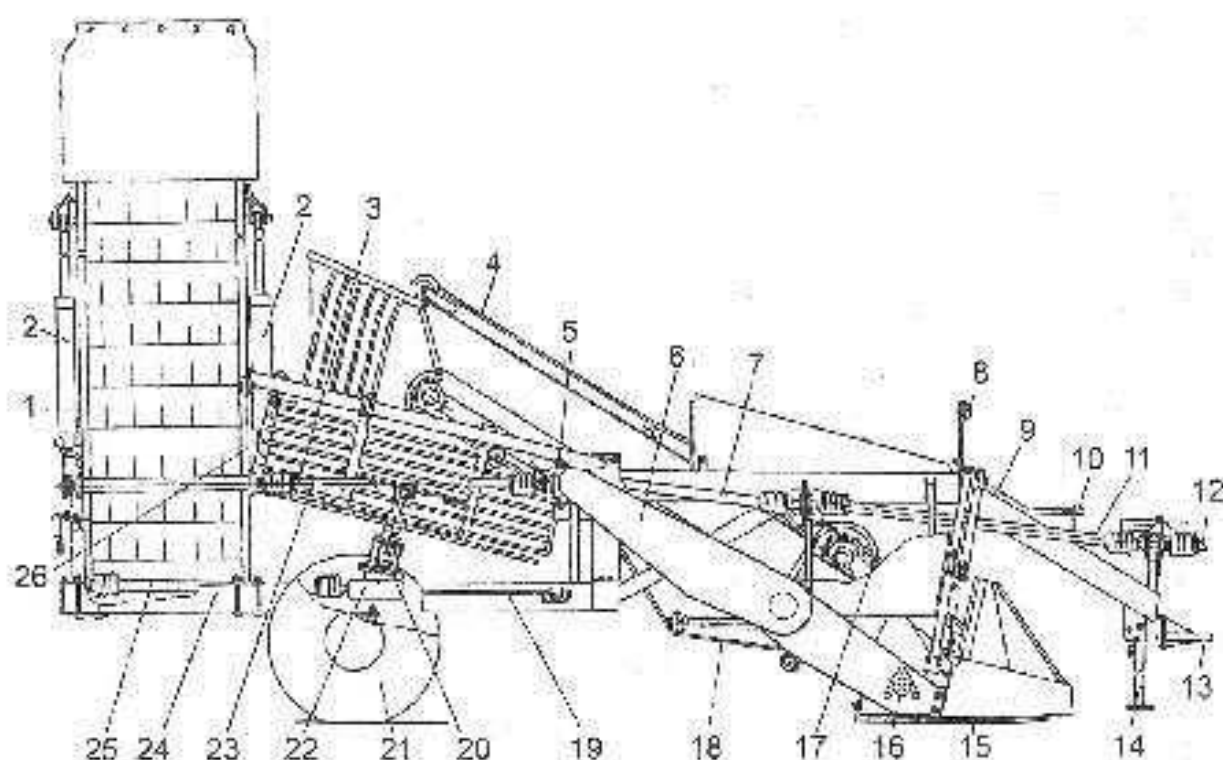
Подборщик-погрузчик
корнеклубнеплодов

Литер	Лист	Листов
у	1	20

Каз.ГАУ каф.МОА
группа Б272-05 у

Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Бикчантаев А.	<i>[подпись]</i>	03.21
Пров.	Шогенов Ю.Х.	<i>[подпись]</i>	03.21
Н. контр.	Шогенов Ю.Х.	<i>[подпись]</i>	03.21
Утв.	Халиуллин Д.Т.	<i>[подпись]</i>	03.21

Конструкция подборщика-погрузчика ППК-6М (рисунок 3.2) отличается от основного образца ППК-6 наличием подбирающего вальца 16 и его целного привода.



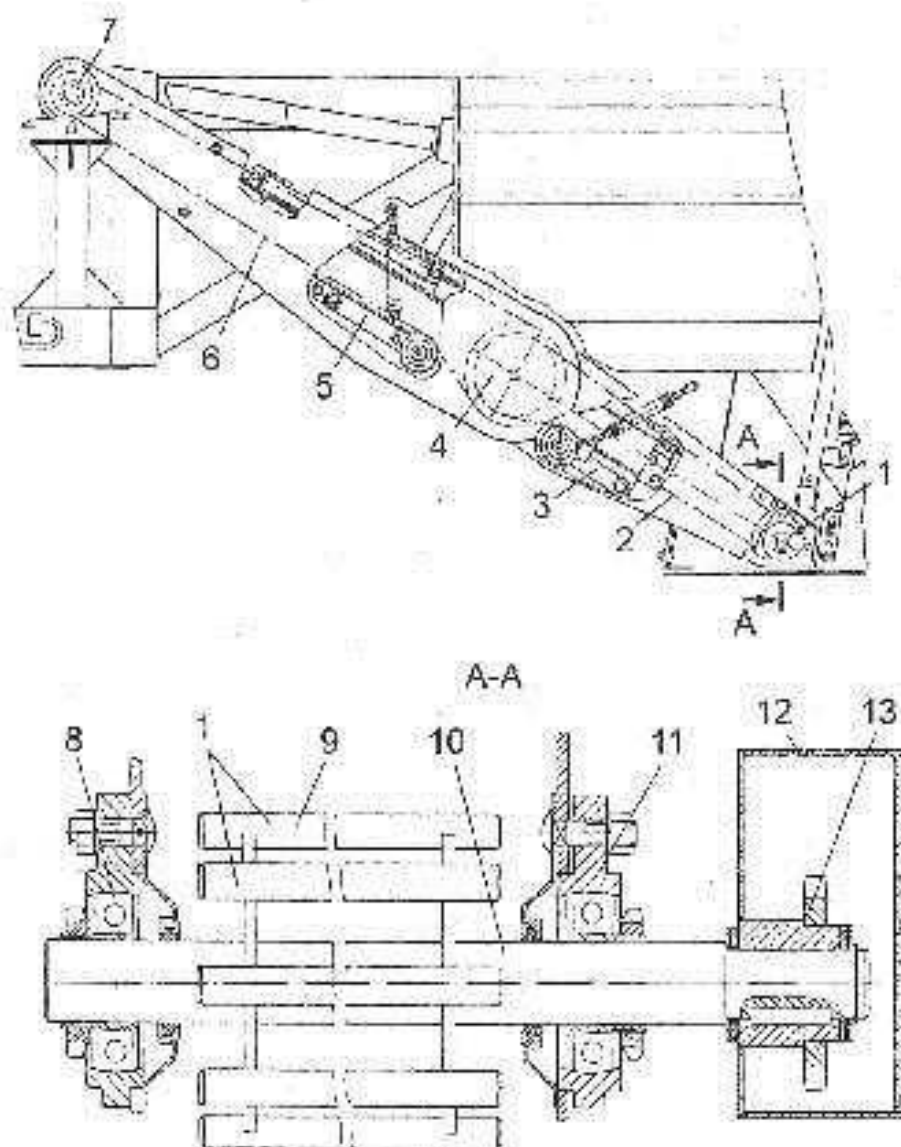
1 – транспортер погрузной, 2 – гидроцилиндр, 3 – ротор сепарирующий,
 4 – транспортер прижимной, 5, 22 – редукторы, 6 – ограждение привода вальца подбирающего, 7, 11, 12, 23, 25 – валы карданные, 8 – штанга, 9 – маслопровод,
 10 – полумуфта гидравлическая, 13 – петля прицепная, 14 – опора стояночная, 15 – копир, 16 – валец подбирающий, 17 – транспортер передний,
 18 – транспортер подающий, 19 – чистик, 20 – опора, 21 – колесо, 24 – рама, 26 – крышка

Рисунок 3.2 – Подборщик-погрузчик корнеплодов ППК-6М

Блок подбирающий (подборщик-погрузчик ППК-6М) состоит из трех транспортеров: переднего, подающего, прижимного и активного

ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ					Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат	2

подбирающего вальца. Установка подбирающего вальца (рисунок 6.3) смонтирована на раме блока транспортеров и состоит из двух приводных цепных передач 2 и 6, двух звездочек 7 и 13, двух натяжных устройств 3, 5 и подбирающего вальца 1. Активный подбирающий валец 1 предназначен для подбора корнеплодов из валька.



1 – валец подбирающий, 2, 6 – цепные передачи, 3, 5 – натяжные устройства, 4 – блок звездочек, 7, 13 – звездочки, 8, 11 – подшипники с корпусами, 9 – прутки вальца, 10 – вал вальца, 12 – кожух

Рисунок 3.3 – Установка подбирающего вальца.

3.2 Конструктивный расчет предлагаемой конструкции подборщика-погрузчика клубней картофеля

3.2.1 Кинематический расчет

Привод вальца осуществляется карданными валами через конический редуктор 1 и цепные передачи 2,3 от ВОМ энергосредства. На входном конце редуктора 1 крутящий момент составляет 330 Н·м. Кинематическая схема представлена на рисунке 5.1. Расчет произведем согласно ([11], Раздел 2).

Частота вращения выходного вала (//) конического редуктора составляет:

$$n_{\text{вых}} = n_{\text{вх}} \cdot i_{\text{зкп}};$$

где $n_{\text{вх}}$ – частота вращения входного вала (/) конического редуктора,
 $n_{\text{вх}} = 540 \text{ мин}^{-1}$;

$i_{\text{зкп}}$ – передаточное число закрытой конической передачи,

$$i_{\text{зкп}} = \frac{z_1}{z_2} = \frac{17}{33} = 0,515;$$

$$n_{\text{вых}} = 540 \cdot 0,515 = 278 \text{ мин}^{-1};$$

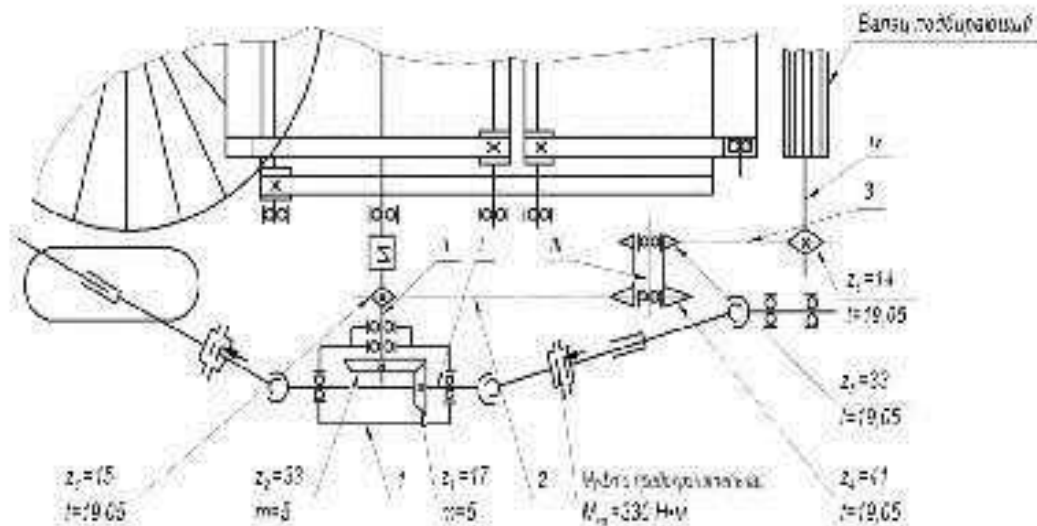
Частота вращения промежуточного вала (///):

$$n_{\text{пр}} = n_{\text{вых}} \cdot i_{\text{цп1}};$$

где $i_{\text{цп1}}$ – передаточное число цепной передачи 2,

$$i_{\text{цп1}} = \frac{z_3}{z_4} = \frac{15}{41} = 0,366;$$

$$n_{\text{пр}} = 278 \cdot 0,366 = 101,75 \text{ мин}^{-1};$$



/ – входной вал конического редуктора, // – выходной вал конического редуктора,

/// – промежуточный вал, IV – вал вальца подбирающего

1 – редуктор конический, 2,3 – передачи цепные

Рисунок 3.4 – Кинематическая схема

Частота вращения вала вальца (IV).

$$n_2 = n_{пр} \cdot i_{цп2}$$

где $i_{цп2}$ – передаточное число цепной передачи 3;

$$i_{цп2} = \frac{z_5}{z_6} = \frac{33}{14} = 2,357;$$

$$n_2 = 101,75 \cdot 2,357 = 239,9 \text{ об/мин};$$

3.2.2 Энергетический расчет

Мощность на входном валу конического редуктора

$$N_{вх} = \frac{M_{вх} \cdot n_{вх}}{9550},$$

где $M_{вх}$ – крутящий момент на входном валу конического редуктора,

$$M_{вх} = 330 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$N_{вх} = \frac{330 \cdot 540}{9550} = 18,66 \text{ кВт}.$$

Мощность на выходном валу конического редуктора

$$N_{свх} = N_{вх} \cdot \eta_{свх},$$

где $\eta_{зкп}$ – КПД закрытой конической передачи, $\eta_{зкп} = 0,95..0,96$.

Принимаем $\eta_{зкп} = 0,95$.

$$N_{вых} = 18,66 \cdot 0,95 = 17,727 \text{ кВт.}$$

Мощность на промежуточном валу.

$$N_{пр} = N_{вых} \cdot \eta_{цп1},$$

где $\eta_{цп1}$ – КПД цепной передачи 2, $\eta_{цп} = 0,92..0,95$.

Принимаем $\eta_{цп1} = 0,95$

$$N_{пр} = 17,727 \cdot 0,95 = 16,841 \text{ кВт.}$$

Мощность на валу вальца.

$$N_2 = N_{пр} \cdot \eta_{цп2},$$

где $\eta_{цп2}$ – КПД цепной передачи 3, $\eta_{цп} = 0,92..0,95$.

$$N_2 = 16,841 \cdot 0,95 = 16 \text{ кВт.}$$

Для прочностного расчета необходимо определить крутящий момент на валу вальца.

Крутящий момент на выходном валу редуктора.

$$M_{вых} = 9550 \cdot \frac{N_{вых}}{n_{вых}} = 9550 \cdot \frac{17,727}{278} = 609 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Крутящий момент на промежуточном валу.

$$M_{пр} = 9550 \cdot \frac{N_{пр}}{n_{пр}} = 9550 \cdot \frac{16,841}{101,75} = 1580 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Крутящий момент на валу вальца.

$$M_2 = 9550 \cdot \frac{N_2}{n_2} = 9550 \cdot \frac{16}{239,9} = 637 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 5.

Таблица 3.1 – Результаты расчетов.

Наименование вала	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н·м
Входной	18,66	330
Выходной	17,727	609
Промежуточный	16,841	1580
Валец	16	637

3.2.3 Прочностной расчет

Проведем расчет вала вальца, на конце которого находится звездочка цепной передачи. Необходимо провести расчет, заключающийся в нахождении коэффициента запаса прочности. Так как нагрузка на валец очень мала, то ей в дальнейших расчетах можно пренебречь.

Расчетная схема вала и эпюра крутящих моментов представлены на рисунке 3.4.

Расчет будем проводить для вала вальца по следующим исходным данным:

Частота вращения вала: $n = 239,9$ об/мин,

На вал действует крутящий момент: $M_z = 637$ Н·м.

Делительный диаметр звездочки: $d_s = 85,61$ мм,

Материал – сталь 18ХГТ

Окружная сила, передаваемая цепью ([11], с.127):

$$F_t = \frac{2M}{d},$$

где d – делительный диаметр звездочки, $d = 85,61$ мм,

T – крутящий момент на валу звездочки, $M = 637$ Н·м.

$$F_t = \frac{2 \cdot 637}{85,61} = 14,88 \text{ кН.}$$

Цепь действует на вал звездочки с силой:

$$F_r = 1,15 F_t;$$

$$F_r = 1,15 \cdot 14,88 = 17,112 \text{ кН.}$$

Направление силы F_r принимают по линии центров валов [11].

Схема вала представлена на рисунке 3.4.

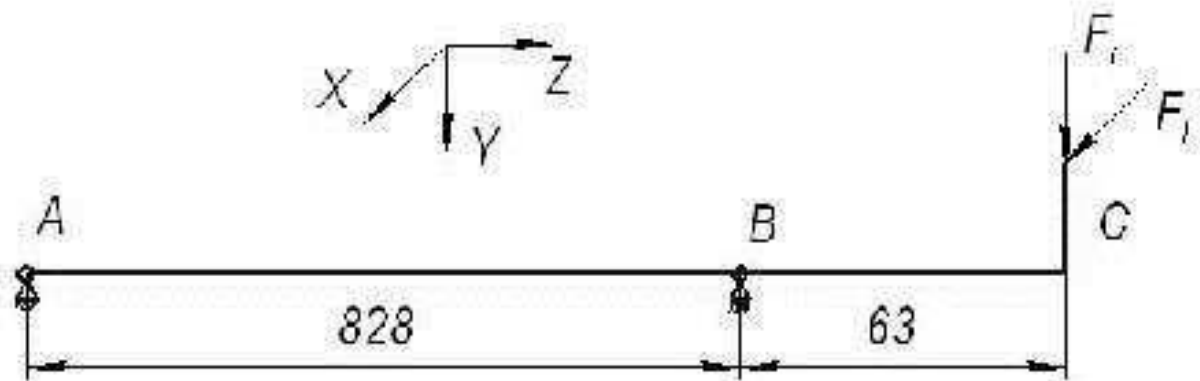


Рисунок 3.4 – Схема вала

В дальнейшем расчет будем вести согласно [12].

Определяем опорные реакции в вертикальной плоскости и строим эпюру изгибающих моментов (рисунок 5.3):

$$\sum M_A = 0; \sum M_A = R_{BY} \cdot 828 - F_r \cdot 891 = 0;$$

$$R_{BY} = \frac{F_r \cdot 891}{828} = \frac{17112 \cdot 891}{828} = 18414 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = 0; \sum M_B = R_{AY} \cdot 828 - F_r \cdot 63 = 0;$$

$$R_{AY} = \frac{F_r \cdot 63}{828} = \frac{17112 \cdot 63}{828} = 1302 \text{ Н};$$

Проверка:

$$\sum F_{Yi} = -R_{AY} - F_r + R_{BY} = -1302 - 17112 + 18414 = 0.$$

Изгибающие моменты:

$$M_{AY} = 0; M_{BY} = 0;$$

$$M_{BY} = -F_r \cdot 63 = -17112 \cdot 63 = 1078056 \text{ Н·мм}.$$

Строим эпюру M_r в вертикальной плоскости.

Определяем опорные реакции в горизонтальной плоскости и строим эпюру изгибающих моментов (рисунок 5.3):

$$\sum M_A = 0; \sum M_A = R_{BX} \cdot 828 - F_t \cdot 891 = 0;$$

$$R_{BX} = \frac{F_t \cdot 891}{828} = \frac{14330 \cdot 891}{828} = 16012,2 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = 0; \sum M_B = R_{AX} \cdot 828 - F_t \cdot 63 = 0;$$

Изм.	Лист	ИР док. чм	Подпись	Дат

ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ

Лист

8

$$R_{Ax} = \frac{F_t \cdot 63}{828} = \frac{14880 \cdot 63}{828} = 1132,2 \text{ Н},$$

Проверка:

$$\sum F_{xi} = -R_{Ax} - F_t + R_{Bx} = -1132,2 - 14880 + 16012,2 = 0.$$

Изгибающие моменты

$$M_{Ax} = 0; M_{Cx} = 0;$$

$$M_{Bx} = -F_t \cdot 63 = -14880 \cdot 63 = 937440 \text{ Н}\cdot\text{мм}.$$

Строим эпюру M_x в горизонтальной плоскости.

Строим эпюру крутящих моментов

$$M_{AB}^{xz} = M_{BC}^{xz} = 637000 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

Анализ эпюр изгибающих и крутящих моментов показывает, что максимальный изгибающий момент в вертикальной плоскости и горизонтальной плоскостях наблюдается в сечении B , максимальные крутящие моменты постоянны по длине вала. Следовательно, опасное сечение вала будет в том месте, где возникает максимальный суммарный момент, т.е. в сечении B .

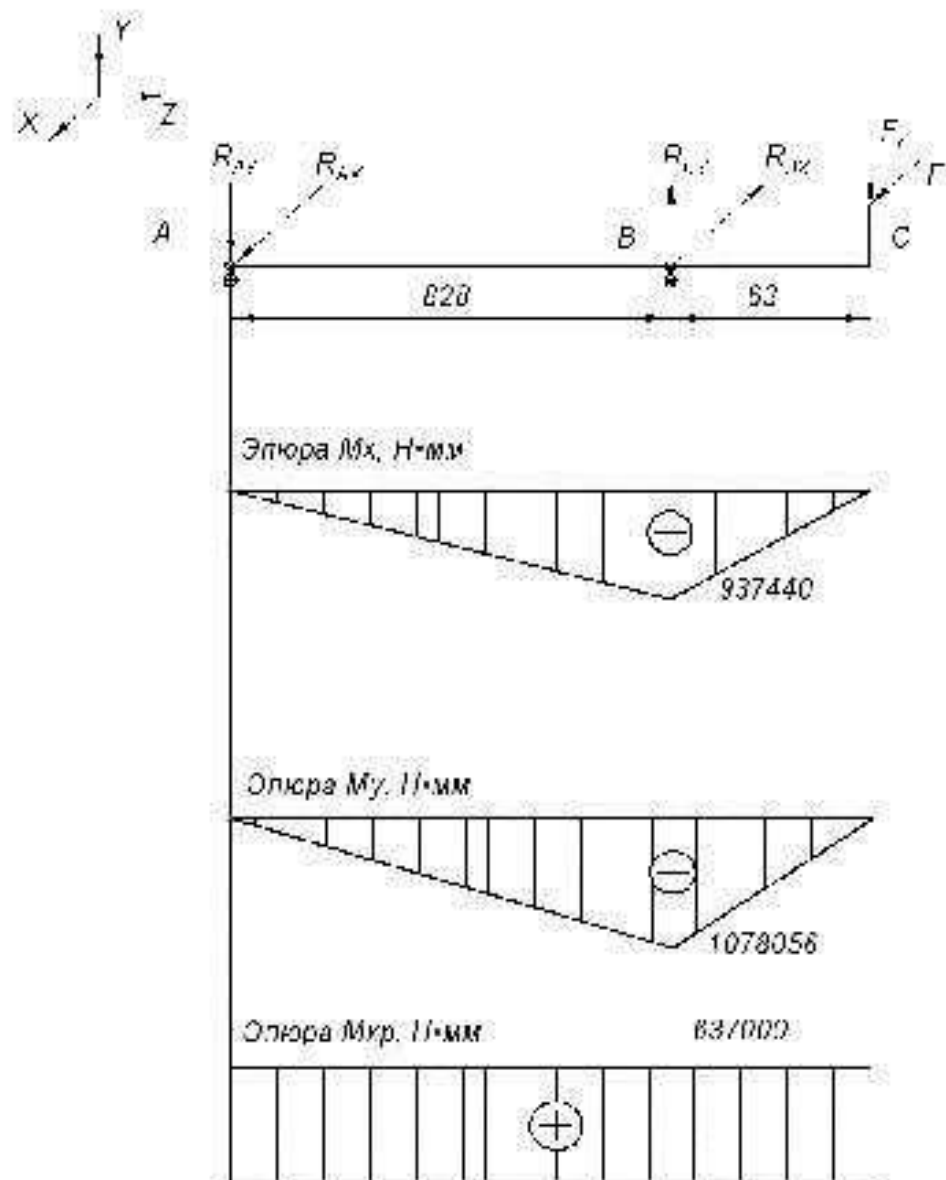


Рисунок 3.5 – Эпюры изгибающих и крутящих моментов вала вальца.

Условие прочности при кручении имеет вид

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\kappa}^{\max}}{W_p} \leq [\tau],$$

где W_p – полярный момент сопротивления сечения вала. Для круглого сечения $W_p = \frac{\pi d^3}{16}$;

$[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение материала вала при кручении, $\tau = 30-120$ МПа.

Изм	Лист	ИР док.им.	Подпись	Дат

ВКР 35.03.06.207.2100.00.00 ПЗ

Лист

9

Полуось выполняем постоянного поперечного сечения, за исключением участков вала, ослабленных нарезкой шлицев.

Тогда, диаметр поперечного сечения заготовки полуоси при действии только крутящих моментов определяется выражением

$$d_n = \sqrt[3]{\frac{16M_{кр}}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 637}{3,14 \cdot 100 \cdot 10^6}} = 0,032 \text{ м} = 32 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр вала под подшипник $d_n = 35 \text{ мм}$.

Уточненный расчет вала состоит в определении коэффициентов запаса прочности s для опасных сечений и сравнении их с требуемыми (допускаемыми) значениями $[s]$. Прочность соблюдена при $s > [s] = 2,0$ [12].

Материал вала – сталь 18ХГТ:

$$\sigma_s = 980 \text{ МПа}, \sigma_T = 780 \text{ МПа}.$$

Предел выносливости стали при симметричном цикле перемены напряжений изгиба:

$$\sigma_{-1} \approx 0,43\sigma_s \approx 0,43 \cdot 980 = 421,4 \text{ МПа}.$$

Предел выносливости стали при симметричном цикле перемены напряжений кручения:

$$\tau_{-1} \approx 0,58\sigma_{-1} \approx 0,58 \cdot 421,4 = 244,412 \text{ МПа}.$$

Определяем максимальные касательные напряжения, МПа:

$$\tau_{\max} = \frac{M_K \cdot 10^3}{W_p},$$

где W_p – момент сопротивления кручению, мм^3 ,

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16} = \frac{\pi \cdot 35^3}{16} = 8418 \text{ мм}^3;$$

тогда

$$\tau_{\max} = \frac{637 \cdot 10^3}{8418} = 75,67 \text{ МПа}.$$

Определяем коэффициент запаса прочности:

$$s = \frac{\tau_{-1}}{\tau_{\max}} = \frac{244,412}{75,67} = 3,23.$$

Таким образом, прочность вала вальца при кручении обеспечена.

					ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	ИР докум.	Подпись	Дат		10

3.3 Правила безопасной и экологической эксплуатации подборщика-погрузчика

К работе на подборщике допускаются лица, прошедшие необходимую подготовку (переподготовку), инструктаж по охране труда и имеющие удостоверение тракториста-машиниста с открытой разрешающей категорией «Д».

При эксплуатации и обслуживании подборщика соблюдайте «Правила техники безопасности при работе на тракторах, сельскохозяйственных и специализированных машинах».

Строго соблюдайте требования предупредительных и запрещающих надписей, нанесенных на подборщике.

Работы по ремонту и обслуживанию производятся только обученными специалистами по сервисному обслуживанию.

Подборщик используйте только по назначению (на сельскохозяйственных работах), изготовитель не несет ответственности за возникающие неполадки при любом другом не соответствующем назначению применении.

К применению согласно назначению относится также соблюдение предписанных изготовителем условий эксплуатации, ухода и технического обслуживания.

Использование в качестве запасных и сменных частей деталей, принадлежностей и дополнительных приборов не являющихся оригинальными

завода-изготовителя не допускается, так как это отрицательно сказывается на функциональных свойствах подборщика, а также рабочей безопасности и безопасности движения.

Транспортирование подборщика по дорогам общей сети осуществляйте с соблюдением «Правил дорожного движения». Не превышайте установленной скорости транспортирования с трактором – 15 км/ч.

					ВКР 35.03.06.207.2100.00.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дат		11

При транспортировке кронштейны с задними световозвращателями (красного цвета) переведите в нижнее положение. Проблесковый маяк должен быть включен.

Запрещается находиться между подборщиком и трактором, а также вблизи подборщика во время сцепки его с трактором, а также при переводе подборщика из рабочего положения в транспортное и обратно.

Перед включением рабочих органов и началом движения убедитесь, что путь свободен. Дайте предупредительный звуковой сигнал.

Запрещается эксплуатация подборщика с энергосредством без дополнительно установленных противовесов общей массой не менее 1000 кг.

Запрещается эксплуатация подборщика в темное время суток.

Не разрешается работа подборщика на неподготовленных, засоренных металлическими предметами и выступающими над поверхностью почвы более 50 мм камнями полях.

Перед посевом поле должно быть очищено от крупных камней и посторонних предметов. Перед уборкой внимательно осмотрите поле, особенно возле дорог, населенных пунктов, в местах установки опор линий электропередачи.

При расстыковке трактора и подборщика карданный вал привода подборщика должен быть отсоединен от трактора и находиться на подборщике подвешенным к раме навески специальным креплением.

Все работы, связанные с ремонтом, регулировками и обслуживанием подборщика производите при выключенном двигателе трактора и отключенном В ОМ.

Все ремонтные работы, связанные с применением электросварки, проводимые на подборщике, выполняйте при отключенном выключателе массы энергосредства.

3.4 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения и увеличения производительности труда.

					ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ	Лист 12
Изм.	Лист	№ док. ин.	Подпись	Дат		

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрификаторы). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре для операторов кормоприготовительного цеха должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастика, спортивные игры и другие виды спорта.

3.5 Расчёт технико-экономических показателей конструкции

За базу для сравнения принят серийный подборщик-погрузчик корнеплодов ППК-6. Расчет осуществлен для технологического процесса: подбор из продольных валков корнеплодов, доочистка вороха от примесей и погрузка корнеплодов в транспорт.

Источником образования экономического эффекта является установленный перед подбирающим транспортером активный валец. Данная модификация позволяет:

1. Улучшить сепарацию корнеплодов от примесей, вороха, почвы,
2. Уменьшить нагрузку на элементы привода подбирающего транспортера,
3. Исключить контакт подбирающего транспортера с почвой и камнями (возможность прохождения камней диаметром до 50 мм между прутками вальца).

Применение этих технических решений позволит увеличить срок эксплуатации элементов подбирающего транспортера, а также элементов его привода, что даст существенный экономический эффект.

Исходные данные представлены в таблице 3.2.

					ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ	Лист 13
Изм.	Лист	№ док. ин.	Подпись	Дат		

Таблица 3.2 – Исходные данные для проведения технико-экономических расчетов

Показатели	Обозначение	Единица измерения	Проектный вариант	База для сравнения
			Модернизированная	Серийная
Марка машины	-	-	ППК-6	
Мощность двигателя МТЗ-80	N	л.с.	80	
Срок службы машины	C	лет	8	
Цена ППК-6	Ц	тыс.руб	145345,2	144102
Коэффициент использования сменного времени	K_{cm}	-	0,73	0,73
Производительность за час времени: основного сменного эксплуатационного	W_0	га/ч	1,71	1,44
	W_{cm}		1,26	1,05
	$W_{эк}$		1,21	1,01
Коэффициент использования эксплуатационного времени	$K_{э}$	-	0,70	0,69
Расход топлива	q	кг/га	5,04	5,26
Норма отчислений на реновацию машины	a	-	0,125	
Стоимость горюче-смазочных материалов	Цг	руб/кг	6950	
Часовая тарифная ставка механизатора по 5-му разряду	τ_r	руб/ч	2042,27	
Норма отчислений на текущий ремонт и ПТО машины	r	-	0,02	
Коэффициент перевода свободной цены в балансовую стоимость	m	-	1,04	
Коэффициент отчислений на капитальный ремонт	k	-	0,04	
Нормативный коэффициент экономической эффективности	E_n	-	0,15	
Годовая загрузка машины	T	ч	90	

Экономические показатели выполнения технологического процесса с применением новой и базовой машины.

Затраты на оплату труда обслуживающего персонала определяем по формуле:

$$З = \frac{1}{W_{см}} \cdot \sum_j L_j \tau_j k_d,$$

где $W_{см}$ – производительность агрегата за 1ч сменного времени, га/ч,

L_j – количество j -го производственного персонала, чел,

k_d – коэффициент, учитывающий доплаты по расчету за продукцию, премии, надбавки за классность и стаж работы, квалификацию, оплату отпусков и начисления по социальному страхованию,

τ_j – часовая тарифная ставка оплаты труда обслуживающего персонала по j - разряду, руб. / чел.-часов;

Часовая тарифная ставка механизатора 1-го разряда равна:

$$\tau_1 = \frac{C_{эф} \cdot n}{Ч},$$

где $C_{эф}$ – месячная заработная плата механизатора I-го разряда, руб;

n – число месяцев в году;

$Ч$ – рабочие часы в году, ч.

$$\tau_1 = \frac{210000 \cdot 12}{2023} = 1245,67 \text{ руб.}$$

Часовая тарифная ставка механизатора 5-го разряда равна:

$$\tau_5 = \tau_1 k_5,$$

где k_5 – тарифный коэффициент механизатора 5-го разряда,

$$\tau_5 = 1245,67 \cdot 1,73 = 2155,01 \text{ руб./ч.}$$

Затраты на оплату труда:

$$З_{тм} = \frac{1}{1,26} \cdot 1 \cdot 2155,01 \cdot 4,46 = 7628,05 \text{ руб/га};$$

$$З_{тм} = \frac{1}{1,05} \cdot 1 \cdot 2155,01 \cdot 4,46 = 9153,66 \text{ руб/га.}$$

Затраты труда

					ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дат		15

$$j = \frac{L_j}{W_{CM}};$$

$$j = \frac{1}{1,26} = 0,794 \text{ чел.ч/га};$$

$$j = \frac{1}{1,05} = 0,952 \text{ чел.ч/га};$$

Затраты на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонта по нормативам отчислений от балансовой цены машины определяем по формуле:

$$P = \frac{B \cdot (r + k)}{W_{ЭК} \cdot T},$$

где B – балансовая цена машины, руб;

$$B = Ц \cdot m,$$

где $Ц$ – цена машины, руб;

m – коэффициент перевода цены в балансовую стоимость;

$W_{ЭК}$ – производительность агрегата или рабочего за 1 час эксплуатационного времени га/ч;

r – коэффициент отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание;

k – коэффициент отчислений на капитальный ремонт;

T – нормативная годовая загрузка, ч.

Балансовая цена:

$$B_{12} = 145345200 \cdot 1,04 = 151159,008 \text{ тыс.руб};$$

$$B_5 = 144102000 \cdot 1,04 = 149866,08 \text{ тыс.руб};$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание:

$$P_{KM} = \frac{151159,008 \cdot (0,02 + 0,04)}{1,21 \cdot 90} = 83283,2 \text{ руб/га};$$

$$P_{KM} = \frac{149866,08 \cdot (0,02 + 0,04)}{1,01 \cdot 90} = 98921,5 \text{ руб/га};$$

Затраты на реновацию машины определяют по формуле:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{ЭК} \cdot T}$$

где a – коэффициент отчислений на реновацию машины.

$$A = \frac{151159,008 \cdot 0,125}{1,21 \cdot 90} = 173506,7 \text{ руб./га.}$$

$$A = \frac{149866,08 \cdot 0,125}{1,01 \cdot 90} = 206086,5 \text{ руб./га.}$$

Затраты горючего на 1 гектар:

$$\Gamma = C_{\Gamma} \cdot q,$$

где q – расход горюче-смазочных материалов, электроэнергии, кт/ед. наработки, кВт ч/ед. наработки,

C_{Γ} – цена 1 кт топлива руб./кт.

$$\Gamma_{\text{д}} = 5,04 \cdot 6950 = 35028 \text{ руб./га.}$$

$$\Gamma_{\text{б}} = 5,26 \cdot 6950 = 36557 \text{ руб./га.}$$

Капитальные вложения по машине определяем по формуле:

$$K = \frac{B}{W_{ЭК} \cdot T} ;$$

$$K_{\text{д}} = \frac{151159,008}{1,21 \cdot 90} = 1388053,3 \text{ руб./га.}$$

$$K_{\text{б}} = \frac{149866,08}{1,01 \cdot 90} = 1648691,75 \text{ руб./га.}$$

Приведенные затраты на единицу наработки (Π) в рублях определяем по формуле:

$$\Pi = И + K \cdot E_{\text{н}},$$

где $И$ – прямые эксплуатационные затраты на единицу наработки, руб./ед. наработки,

K – капитальные вложения на единицу наработки, руб./ед. наработки;

$E_{\text{н}}$ – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений

Прямые эксплуатационные затраты определяем по формуле:

$$И = З + \Gamma + A + \Phi + P,$$

где $З$ – затраты на оплату труда обслуживающего персонала, руб./га,

					ВКР 35.03.06.207.21.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	ИР док.им.	Подпись	Дат		17

Г – затраты на горюче-смазочные материалы и электроэнергию, руб/га,

Р – затраты на техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт, руб/га,

А – затраты на реновацию, руб/га,

Ф – прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы, семена, удобрения, гербициды, проволоку, шпагат, тара и т.д., руб/га.

Принимаем равным нулю.

$$И_M = 7628,05 + 35028 + 173506,7 + 83283,2 = 299445,95 \text{ руб/га};$$

$$И_Б = 9153,66 + 36557 + 206086,5 + 98921,5 = 350718,66 \text{ руб/га};$$

$$\Pi_M = 299445,95 + 1388053,3 \cdot 0,15 = 507653,945 \text{ руб/га};$$

$$\Pi_Б = 350718,66 + 1648691,75 \cdot 0,15 = 598022,42 \text{ руб/га}.$$

Зональную годовую наработку модернизированной косилки определяем по формуле:

$$B_3 = W_{ЭК} \cdot T;$$

$$B_{3M} = 1,21 \cdot 90 = 108,9 \text{ га};$$

$$B_{3Б} = 1,01 \cdot 90 = 90,9 \text{ га};$$

Результаты расчета представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Результаты расчета технико-экономических показателей

Показатели	Обозначение	Единицы измерения	Проектный вариант	База для сравнения
			Модернизированная	Серийная
Затраты труда	З	чел.ч/га	0,794	0,952
Балансовая цена	Б	тыс.руб	151159,008	149866,08
Прямые эксплуатационные затраты:				
зарплата	З		7638,05	9153,66
реновация машины	А		173506,7	206086,5
капитальный ремонт и ПТО	Р		83283,2	98921,5
горючее	Г	руб/га	35028	36557
всего	И		299445,95	350718,66
Удельные капитальные вложения	К	руб/га	1388053,3	1648691,75
Приведенные затраты	П	руб/га	507653,945	598022,42

Анализируя полученные результаты можно сделать вывод, что приведенные затраты меньше в проектном варианте (1388053,3 руб/га), чем в базовом (1648691,75 руб/га). Это связано с тем, что в проектном варианте увеличились производительность и коэффициент использования сменного времени косилки.

Расчет экономических показателей подборщика-погрузчика.

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_Г = (\Pi_Г - \Pi_М) \cdot B_{ЗМ}$$

$$\mathcal{E}_Г = (598022,42 - 507653,945) \cdot 108,9 = 9841,127 \text{ тыс.руб.}$$

Экономический эффект от производства и использования подборщика-погрузчика за срок службы:

$$\mathcal{E}_{ЭК} = \frac{\mathcal{E}_Г}{a + E_{Г}}$$

$$\mathcal{E}_{ЭК} = \frac{9841,127}{0,125 + 0,15} = 35785,916 \text{ тыс.руб.}$$

Верхний предел лимитной цены

$$L_{ЗЛ} = (L_Б + \mathcal{E}_{ЭК}) \cdot \frac{1}{m}$$

$$L_{ЗЛ} = (149866,08 + 35785,916) \cdot \frac{1}{1,04} = 178511,535 \text{ тыс.руб.}$$

Лимитная цена

$$L_{Л} = L_{ЗЛ} \cdot \sigma$$

$$L_{Л} = 178511,535 \cdot 0,8 = 142809,23 \text{ тыс.руб}$$

где σ – коэффициент гарантии эффекта потребителю.

Итоговые технико-экономические показатели сведены в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Итоговые технико-экономические показатели

Показатели	Обозначение	Единица измерения	Проектный вариант	База для сравнения
			Модернизированная	Серийная
1	2	3	4	5
Марка машины	-	-	ППК-6	
Мощность двигателя МТЗ-80	N	л.с.	80	
Ширина захвата	B	м	1	
Масса машины	G	кг	2450	2540

Продолжение таблицы 3.4

1	2	3	4	5
Срок службы машины	C	лет	8	
Цена ППК-6	Ц	тыс.руб	145345,2	144102
Коэффициент использования сменного времени	$K_{см}$	-	0,73	0,73
Производительность за час времени основного	W_0	га/ч	1,71	1,44
сменного	$W_{см}$		1,26	1,05
эксплуатационного	$W_{эк}$		1,21	1,01
Коэффициент использования эксплуатационного времени	$K_э$	-	0,70	0,69
Расход топлива	q	кг/га	5,04	5,26
Нормативный коэффициент экономической эффективности	E_n	-	0,15	
Годовая загрузка машины	T	ч	90	
Годовой экономический эффект	$\mathcal{E}_г$	тыс.руб	9814,127	
Экономический эффект от производства за срок службы	$\mathcal{E}_{нк}$	тыс.руб	35785,916	
Лимитная цена	$Ц_{л}$	тыс.руб	142809,23	

В результате проведенной модернизации годовой экономический эффект составил 9814,127 тыс. руб. за счет увеличения производительности и коэффициента эксплуатационной загрузки машины. Экономический эффект от производства и использования за весь срок эксплуатации машины составит 35785,916 тыс. руб. В этом случае лимитная цена косилки равна 142809,23 тыс. руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выпускной квалификационной работы стала модернизация подборщика-погрузчика корнеплодов ППК-6, в результате которой была разработана более совершенная машина.

Поставленные цели и задачи решались в несколько этапов.

Были изучены технические характеристики и устройство самых распространенных свеклоуборочных комбайнов и подборщиков-погрузчиков корнеклубнеплодов различных фирм-производителей, в том числе и зарубежных. Произведен анализ существующих конструкций машин для уборки клубнеплодов, применяемых на полях Республики Беларусь, Российской Федерации, Украины и Казахстана. Также были рассмотрены вопросы эксплуатации и ремонта подборщиков-погрузчиков корнеплодов.

Во-вторых, были произведены следующие расчеты: технологический, кинематический, энергетический, прочностной и другие.

В данном проекте освещены вопросы организационно-экономической деятельности. Также произведен расчет экономической эффективности данной модернизации, в результате которой будут получены следующие результаты: при применении модернизированного подборщика-погрузчика корнеплодов значительно снижаются материальные и трудовые затраты.