

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

На правах рукописи

Карпов Михаил Вячеславович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
И КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ ДЛЯ ПОСАДКИ
ПРОРОЩЕННОГО КАРТОФЕЛЯ**

Специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Диссертация
на соискание ученой степени кандидата технических наук

Научный руководитель:
кандидат технических наук,
доцент Г.Е. Шардина

Саратов 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ	11
1.1. Предпосадочная подготовка семенного материала, условия и способы посадки пророщенных клубней картофеля.....	11
1.2. Агротехнические требования к машинной посадке пророщенного картофеля.....	16
1.2.1. Полуавтоматические машины для посадки пророщенного картофеля	17
1.2.2 Автоматические машины для посадки пророщенного картофеля.....	25
1.2.3. Высаживающие аппараты машин для посадки пророщенного картофеля.....	27
1.3 Анализ работы и классификация высаживающих аппаратов.....	33
1.4. Цели и задачи исследования	38
1.5. Выводы по разделу	39
2. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ И ЕГО ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА .	40
2.1. Агробиологические и физико-механические свойства пророщенного картофеля	40
2.1.1. Состояние вопроса и задачи исследований	40
2.1.2. Исследование физико-механических свойств картофеля	46
2.2. Существующие технологии посадки пророщенных клубней.....	48
2.2.1. Возделывание картофеля на гладкой поверхности.....	48
2.2.2. Возделывание картофеля на гребнях.....	49
2.3. Предлагаемая технология для посадки пророщенного картофеля.....	51
2.4. Выводы по разделу	64
3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЯ ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННОГО КАРТОФЕЛЯ	65
3.1. Динамика процесса работы высаживающего аппарата в жидкой среде ..	66
3.1.1. Анализ движения ложечного транспортера в жидкости	66
3.1.2. Взаимодействие клубня с ложечкой в жидкости.....	73
3.1.3. Движение ложечки транспортера при выходе на поверхность жидкости и влияние отверстий ложечки на процесс захвата клубней.....	79
3.2. Влияние размеров ложечки на захват клубня	88

3.3. Расчет времени опорожнения ложечки при выходе из жидкой среды.....	95
3.4. Выводы по разделу	102
4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	103
4.1. Программа исследований.....	103
4.2 Описание экспериментальной установки для посадки яровизированного картофеля с одновременным протравливанием.	104
4.3 Методика лабораторно-полевых исследований экспериментальной комбинированной картофелепосадочной машины	109
4.3.1 Определение условий испытаний экспериментальной комбинированной картофелепосадочной машины.....	109
4.3.2 Исследований физико-механических показателей посадочного материала	111
4.3.2 Методика определения показателей качества выполнения технологического процесса экспериментальной картофелепосадочной машины	112
4.3.1. Методика проведения однофакторных экспериментов.....	118
4.4 Выводы по разделу	118
5. ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ	120
5.1 Условия лабораторно-полевых исследований	120
5.2 Технологический процесс экспериментальной картофелепосадочной машины в лабораторно-полевых условиях.....	120
5.3 Исследование технологического процесса подачи пророщенных клубней в ковш-питатель.....	125
5.4 Исследование технологического процесса захвата клубней элеваторным транспортёром и их подачи на семенное ложе	128
5.4.1 Определение травмирования клубней при их захвате элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе	128
5.4.2 Определение пропусков клубней при их захвате элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе	131
5.3. Выводы по разделу	135
6. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАРТОФЕЛЯ В ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА.....	137
6.1 Результаты сравнительных испытаний	137
6.2 Экономическая оценка экспериментальной картофелепосадочной машины	141

6.3 Расчёт абсолютных экономических показателей технологических процессов посадки картофеля.....	144
7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ	150
ЛИТЕРАТУРА.....	153
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	174

ВВЕДЕНИЕ

Слова известного ученого и академика Прянишникова Д.Н.: «Выращивать картофель – это то же, что получать три колоса там, где раньше рос один» [16]. Использование в качестве продуктов питания, сырья для технической промышленности и других отраслей пищевой промышленности – ценнейшее свойство картофеля. Полезные для жизнедеятельности человека вещества (углеводы: крахмал, пектиновые вещества, сахар и др.), содержащиеся в химическом составе – основной показатель ценности и качества картофеля. В клубнях картофеля их содержится от 14 до 36%. Процентное содержание зависит от почвенно-климатических условий, сорта, степени зрелости выращивания картофеля. [24] Особая ценность – белок картофеля, превосходящий по своему качеству показатели многих других растений.

В настоящее время возделывается картофель полностью механизированным способом на менее 200 тыс.га из 3,3 млн.га посевных площадей Российской Федерации. Такое положение связано с отсутствием системного подхода в экономике и к решению проблем картофелеводства в частности. В хозяйствах России разных форм собственности фактическая урожайность составляет 9...13 т/га при среднемировом уровне 15 т/га. [5] Современные сорта картофеля имеют высокий потенциал. Для этого необходимо учитывать биологические особенности картофеля – низкое качество посадочного материала, который подвержен микоплазменным и вирусным заболеваниям, вирусам больше, чем другие сельскохозяйственные культуры. Это приводит к вырождению семенного картофеля (потере сортового качества, росту заболеваемости и снижению урожайности). Постоянное сортообновление и сортосмена – основной способ борьбы с вырождением.

В РФ только 2,4% валового сбора картофеля приходится на специализированные механизированные хозяйства (научно-исследовательские институты и элитхозы), остальные 97,6% производства приходится на личные подсобные и крестьянско-фермерские хозяйства [10]. Такое положение из-за

дефицита семенного картофеля у производителей с учетом вырождаемости картофеля (1...3 года) может привести к необходимости импортирования этого продукта в разные области России. Требуется поддержание и создание продовольственной безопасности страны с учетом условий дефицита материальных и финансовых ресурсов с привлечением потенциала всех хозяйств различных категорий. Важнейший приоритет – развитие инфраструктуры для обеспечения владельцев приусадебных участков и фермерских хозяйств высококачественным семенным картофелем лучших сортов с высокой репродуктивной способностью. Максимально увеличить коэффициент размножения и получить наибольшее число клубней высокого качества посадочного материала – основная цель семеноводства [25].

Для интенсификации производства картофеля при посадке пророщенного семенного материала необходимо вводить новые высаживающие аппараты в технологии его возделывания. Важным звеном повышения рентабельности производства картофеля является возделывание ранних сортов и использование его проращивания [5].

Таким образом, для получения гарантированного высокого урожая необходимо в основу технологии возделывания картофеля внести операцию посадки пророщенных клубней, учитывающий требования деликатного обращения с пророщенным семенным материалом картофеля и равномерность распределения его в продольно поперечном направлении посадочных борозд.

Работа выполнена в соответствии реализацией подпрограммы "Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации" Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации №996 от 25 августа 2017 года.

Степень разработанности темы исследования. Результаты многолетних исследований (Лорх А.Г., Гаврилов В.Н., Писарев Б.А., И.П.Гудзенко, Н.В.Фирсов, Головицин С.К., Большаков И.Ф. и др.), производственный опыт научно–исследовательских учреждений и

специализированных картофелеводческих хозяйств свидетельствуют о целесообразности перехода к более удобной и рациональной технологии посадки картофеля. Исследования показывают, что при посадке пророщенного картофеля его урожайность увеличивается на 40%. При этом на сегодняшний день нет разработок технологического процесса и конструкторских решений питающего аппарата для посадки пророщенного картофеля, которая должна позволить снизить травмирование ростков его клубней. Также должна достигаться основная цель весенних полевых работ – получение дружных и полноценных всходов, обеспечивающих необходимую густоту стояния растений и максимальное сокращение численности сорняков в начальный период.

Цель работы. Повышение эффективности картофелепосадочной машины путем разработки и обоснования конструкторско-режимных параметров питателя.

Задачи исследования:

1. Провести анализ существующих картофелепосадочных машин и результатов исследований для выявления направлений совершенствования рабочих органов, адаптированных к физико-механическим свойствам пророщенного картофеля.

2. Разработать классификацию и обосновать перспективную конструктивно-технологическую схему картофелепосадочной машины для пророщенного картофеля.

3. Провести теоретическое исследование процессов взаимодействия рабочих органов картофелепосадочной машины с клубнями пророщенного картофеля в солевом растворе и получить аналитические выражения для определения ее конструкторско-режимных параметров.

4. Провести лабораторно-полевые исследования усовершенствованной картофелепосадочной машины по определению влияния факторов на травмируемость и равномерность распределения пророщенных клубней после

высадки в борозду и экспериментально проверить конструкторско-режимные параметры предлагаемых рабочих органов.

5. Провести производственные испытания картофелепосадочной машины с предлагаемыми рабочими органами и определить ее экономическую эффективность.

Объект исследований. Технологический процесс посадки пророщенных клубней картофеля, захватываемых из ковша-питателя, заполненного солевым раствором.

Предмет исследований. Закономерности работы питающего аппарата для посадки пророщенных клубней, захватываемых из ковша-питателя, заполненного солевым раствором.

Научная новизна диссертации заключается:

1. Разработана классификация конструкторско-технологических схем картофелепосадочной машины для пророщенного картофеля.

2. Предложена усовершенствованная конструкторско-технологическая схема высаживающей машины для посадки пророщенного картофеля и ее высаживающего аппарата.

3. Получены теоретические и экспериментальные зависимости влияния конструкторских и режимных параметров усовершенствованной машины на технологический процесс посадки пророщенного картофеля.

4. Разработана методика производственной проверки предложенного технологического процесса посадки пророщенного картофеля.

Теоретическая и практическая значимость работы:

Теоретическая значимость работы заключается в разработке аналитических зависимостей, описывающих процесс захвата клубней картофеля ложечками транспортера питающего аппарата картофелесажалки в жидкостной среде.

Усовершенствована и обоснована конструкция питающего аппарата картофелесажалки для посадки пророщенных клубней ярового картофеля. Новизна подтверждена патентом на изобретение РФ № 2357396.

Практическая значимость работы заключается в том, что усовершенствованная конструкция питающего аппарата картофелесажалки показала свою эффективность во время исследований на сельскохозяйственных предприятиях Саратовской обл. Калининского р-на – КХ «Родники» (пос. Роднички) и ООО «Степное» (с. Степной).

Методология и методы исследования. Теоретические исследования проводились на основе общепринятых законов классической механики, математики и математической статистики.

Экспериментальные исследования проводились в соответствии с общепринятыми методиками проведения экспериментов, действующих стандартов и нормативных документов.

Расчет и обработка полученных результатов выполнялись методами математической статистики с использованием ПК с пакетом прикладных программ Microsoft Excel 2010 и Statistica.

Научные положения, выносимые на защиту:

- классификация питающих аппаратов картофелепосадочных машин;
- конструкторско-технологическая схема питателя картофелепосадочной машины для посадки пророщенного ярового картофеля;
- аналитические зависимости эффективности использования питателя картофелепосадочной машины ложечно-транспортного типа, захват пророщенных клубней которого происходит из солевого раствора;
- результаты экспериментальных исследований влияния конструкторско-режимных параметров питателя картофелепосадочной машины на процесс захвата пророщенных клубней картофеля ложечками транспортера и их травмированности.

Степень достоверности и апробация результатов Основные научные положения, выводы и практические рекомендации доложены и одобрены на научно-практических конференциях ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова» (Саратов, 2005–2017), Международной научно-практической конференции, посвященной 70-

летию со дня рождения профессора А.Г. Рыбалко (Саратов, часть 1, 2006г.), Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения профессора В.Г. Кобы (Саратов, том 3, 2006), Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.В. Красникова (Саратов, 2008), конференции, посвященной 119-й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова (Саратов, часть 1, 2006), Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения профессора А.Г. Рыбалко (Саратов): Кубик, 2011, Международной научно-практической конференции «Инженерное обеспечение АПК» (Саратов-АГРО, 2011), международной научно-практической конференции «Инновация – основа развития сельского хозяйства» посвященной 20-летию Конституции Республики Таджикистан (Душанбе, 2014), Международной научно-практической конференции «Отечественная наука в эпоху изменений постулаты прошлого и теории нового времени» (Екатеринбург, 2015), 16-й международной научно-практической конференции «Научные перспективы 21 века. Достижения и перспективы нового столетия» (Новосибирск, 2015), 21-й международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения» (Москва, 2016), Международной научно-практической конференции «Наука и инновации в 21 веке. Актуальные вопросы достижения и тенденции развития» (Душанбе, 2017).

Материалы диссертации опубликованы в 14 печатной работе, в том числе 6 – в рецензируемых научных изданиях, и описании патента на изобретение РФ. Общий объем публикаций – 5,97 печ. л., из которых 2,73 печ. л. принадлежит лично соискателю.

Диссертация изложена на 173 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 разделов, заключения, списка использованной литературы, содержит 67 рисунков, 8 таблиц и 10 приложений. Список литературы включает 178 наименований, в том числе 11 – на иностранном языке.

1. АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

1.1. Предпосадочная подготовка семенного материала, условия и способы посадки пророщенных клубней картофеля.

Тимирязев К.А. указывал, что «...только изучив законы о жизни, только подметив или выпытав у самого растения, какими путями оно достигало своих целей, мы в состоянии направить его деятельность к своей выгоде, вынудив его давать, возможно, больше продуктов, возможно лучшего качества».[7]

Картофель – одно из интереснейших, культурных растений, причисляющееся к многолетним клубненосным растениям рода паслен, семейства пасленовых. Родиной картофеля считают - Южную Америку. В Россию картофель был завезён в 17 - 18 веке. Существует несколько способов проращивания клубней: на открытых солнечных площадках и в котлованах, на свету в теплых помещениях, во влажной среде и комбинированное проращивание — на свету и во влажной среде. В зависимости от возможностей можно избрать лучший для данных условий способ проращивания семенного материала. Проращивание на свету в теплых помещениях и комбинированное в основном применяют для получения раннего картофеля в летние сроки.

Под яровизацией картофеля подразумевается проращивание - это форма влияния на развитие ростка путем регулирования продолжительности периода прорастания и условий, в которых этот процесс протекает [15]. Задача проращивания семенного картофеля получить один или более ростков на клубне и не повредить их при посадке.

Проращивание посадочного материала способствует оздоровлению семенного материала, повышению его посевных качеств и является одним из приемов борьбы с болезнями картофеля и его вырождением. Кроме того, ранние сорта при проращивании успевают закончить вегетацию и накопление урожая клубней к моменту поражения растений грибком фитофторы. Таким

образом, этот агротехнический прием косвенно способствует сохранению урожая от значительных потерь, вызываемых фитофторой в годы ее появления.

При световом проращивании в клубнях накапливается соланин, изменяется содержание воды, сухого вещества, крахмала, витаминов, сахароз и других соединений. В озелененных клубнях, хотя и в слабой степени, протекает фотосинтез. Кроме того, в период проращивания больные клубни сгнивают, и на посадку можно будет отобрать только здоровые. Как отмечают некоторые авторы (Амбросов А.Л., Букасов С.М., Камераз А.Я., Davies Н.Т., Allaby E.S., Иванов А.Д., Moritz Н., Biadene G.), световое проращивание способствует повышению устойчивости клубней к болезням и увеличению полевой всхожести [9]. Кроме того, пророщенные клубни даже при посадке в холодную почву не загнивают и меньше поражаются болезнями [27].

Многие исследователи (Писарев Б.А., Гаизин Г.А., Трифонова Н.Е., Браун Э.Э., Мельник В.А., Буглева И.П., Якущенко Г.И), отмечают, что проращивание клубней способствует большему накоплению сухого вещества, крахмала и витамина С в клубнях нового урожая, чем на посадках с непророщенными клубнями [28].

Предпосадочное проращивание клубней широко применяется и в зарубежных странах.

Опытами установлено, что затраты, необходимые на проращивание семенного картофеля, полностью окупаются увеличением урожайности на 14 – 25 % [27].

До середины февраля семенной картофель хранят при 3–5°C, затем подвергают воздействию теплового шока, когда температуру в хранилище на 5–10 и более дней (и зависимости от сорта) повышают до 10–15°C. После появления на клубнях ростков температуру снижают до 6–10°C. Далее семенной материал проращивают на свету и закаливают [27].

В последнее время распространение получает хранение семенного материала и проращивание его в специальных теплицах, сооруженных из стекла. Благодаря хорошей освещенности на клубнях образуются короткие,

прочные ростки, что имеет положительное значение при механизированной посадке картофеля.

Для получения высокого урожая картофеля, обладающего качественными, как продукция, показателями, фундаментальным является не только предпосадочная подготовка семенного материала, подразумевающая проращивание, но и, как следствие, выполнение самой операции посадки. Если предпосадочная подготовка определяет успех дальнейших технологических операций, то при посадке закладывается основа всего цикла работ по выращиванию картофеля. Нарушение технологии посадки затрудняет выполнение дальнейших операций, приводит к задержке роста картофеля и потерям урожая (позеленению клубней, их механическому повреждению и пр.).

Посадка пророщенного картофеля, кроме того, вследствие механического воздействия рабочих органов сажалки на семенной материал, сопряжена с травмированием и обламыванием ростков, что является основной проблемой применяемых на сегодняшний день картофелеводческими хозяйствами посадочных машин.

Преждевременное прораствание семенного картофеля и последующее обламывание ростков приводит к снижению урожая клубней. По данным Лорха А.Г. обламывание одного ростка понижает урожай на 6%, двух - доводят потери урожая до 7-17%, а три обламывания - до 30% [75].

Влияние обрыва ростков клубней сорта Берлихенген на урожайность картофеля изучалось на Карельской сельскохозяйственной опытной станции. Полученные результаты свидетельствуют, что пророщенные клубни и клубни с одним обламыванием ростка дали всходы на 4 дня раньше, чем клубни с обламыванием двух ростков. Обламывание одного ростка снижало урожайность картофеля на 10 ц/га, а двух - на 21 ц/га (Бусарова Ж.Г., Абрамова Р.Н.) [14].

По данным Украинского научно-исследовательского института орошаемого земледелия [127] обнаружено, что обламывание ростков пророщенных клубней задерживает на 5-7 дней появление всходов, в фазу бутонизации отставание в развитии растений сокращается до 3-4 дней и до фазы

цветения разница практически исчезает. Так, у сорта Незабудка, при обламывании половины ростков на клубне (оставляли не меньше 2 ростков), количество стеблей увеличивается на 28%, а при обламывании всех ростков - на 54%.

Обламывание ростков картофеля при посадке существенно снижает урожай при уборке в полную физиологическую спелость. Это влияние возрастает с удлинением периода проращивания и зависит также от скорости физиологического созревания.

Кроме того при посадке следует учитывать высокую степень вероятности поражения клубней фитофторой.

Таблица 1.1 – Влияние проращивания клубней на урожай картофеля

<i>Сорт</i>	<i>Спелость</i>	<i>Урожай, кг с сотки</i>	
		<i>Без проращивания</i>	<i>Проращивание в течении 30 дней</i>
Местный (неизвест. репродукции)	-	150	180
Удача	ранний	760	980
Лукьяновский	ранний	730	930
Москворецкий	ранний	690	895
Жуковский	ранний	710	920
Заря	ранний	620	890
Голубизна	среднеспелый	750	980
Луговской	среднеспелый	720	960
Лорх улучшенный	среднеспелый	810	980
Родник	среднеспелый	750	930
Вестник	среднеспелый	740	920

Известны следующие способы посадки яровизированного картофеля:

- в зависимости от размещения клубней в почве по горизонтальной поверхности различают прямоугольную (в частности, рядовую и квадратную) и треугольную посадки;
- в зависимости от свойств семенного посадочного материала посадку производят целыми, резаными яровизированными клубнями и глазками;

- в зависимости от способа внесения удобрений известны посадки без внесения удобрений, с местным внесением и со сплошным внесением;
- в зависимости от законченности технологического процесса различают посадку отдельную и комбинированную машинную одновременно с подготовкой почвы.

Заделка клубней посаженного картофеля может быть гребнистой и гладкой.

Рядовая посадка картофеля состоит в том, что клубни размещаются в почве рядами с определенными междурядьями и заданными расстояниями между клубнями в ряду.

В различных странах применяется разное размещение клубней по площади при машинной посадке.

В РФ применяется также квадратно-гнездовая посадка картофеля с величиной квадрата 70×70 и гнездовая 60×80 см.

Исследования показывают, что посадку картофеля следует производить не гладким, а гребневым или полугребневым способами (В.И. Оверчук, Картофель в Среднем Поволжье)[47]. Гребневый способ посадки способствует лучшему прогреванию почвы, в ней более интенсивно протекают микробиологические процессы, быстрее появляются всходы и проходят все другие фазы роста. Кроме того, благодаря возможности проведения 2-3-разового довсходового рыхления междурядий более эффективно уничтожаются всходы сорняков в молодом возрасте.

Рассматривая технологии посадки пророщенного картофеля, можно непосредственно разделить их на следующие способы:

- с применением механизированного (ручного) труда;
- с применением полуавтоматических сажалок;
- с применением сажалок автоматического типа.

К орудиям механизированного типа относятся лункокопатели, бороздооткрывающие и бороздозакрывающие машины. Самой трудоемкой опе-

рацией при этом является ручная укладка или бросание клубней в лунку или борозду.

1.2. Агротехнические требования к машинной посадке пророщенного картофеля.

К машинной посадке картофеля предъявляются следующие по массе требования:

- для посадки используют здоровые, целые клубни, разделённые на три фракции (25-50, 50-80 и 80-120). По агротехническим требованиям в высаживаемой фракции не должно быть более 10 % клубней смежных фракций, в смеси целых и резанных клубней не должно быть более 30 % резанных клубней. А загрязнённость посадочного материала почвой, гнилью и растительными остатками не должна превышать 0,5% , у клубней ростки длиной более 3 см обламывают;
- норма высадки клубней на 1 га площади зависит от их размера и назначения картофеля; при мелких клубнях на 1 га следует высаживать не менее 70, при средних – не менее 50-55 тыс. шт.; на семенных участках посадка должна быть более плотной, чем при возделывании продовольственного картофеля;
- картофель обычно сажают по рядовой схеме с междурядьями 70 см и расстоянием между клубнями в рядке от 18 до 35 см;
- отклонение ширины основных междурядий допускается не более ± 2 см, стыковых – не более ± 10 см [27];
- глубина посадки картофеля на суглинистых почвах – 6-8 см, а на супесчаных – 8-10 см, считая от вершины гребня до верхней точки клубня;
- отклонение по глубине допускается в пределах ± 2 см;
- после посадки поле должно иметь ровную или выровненную гребнистую поверхность с заделанными поворотными полосами;
- на краях полей не должно быть просыпанных клубней и удобрений.

1.2.1. Полуавтоматические машины для посадки пророщенного картофеля

Полуавтоматические посадочные аппараты подразделяются на два типа: с подачей клубней на транспортер или бункер и с укладкой клубней в высаживающий аппарат.

Переоборудованием картофелесажалок для непророщенных клубней в машины, способные высаживать яровизированный картофель, занимаются многие предприятия, как отечественные, так и зарубежные.

Известна конструкция картофелесажалки СН-4Б, переоборудованная для высаживания пророщенных клубней (Рисунок 1.1). Бункер 1 для накопления семенного материала сохранили. В задней части сажалки сняли туковысевающие аппараты и к основной раме ее закрепили рамку 6, на которую установили четыре сиденья 5. Посадочные аппараты с механизмами привода демонтировали. [18]

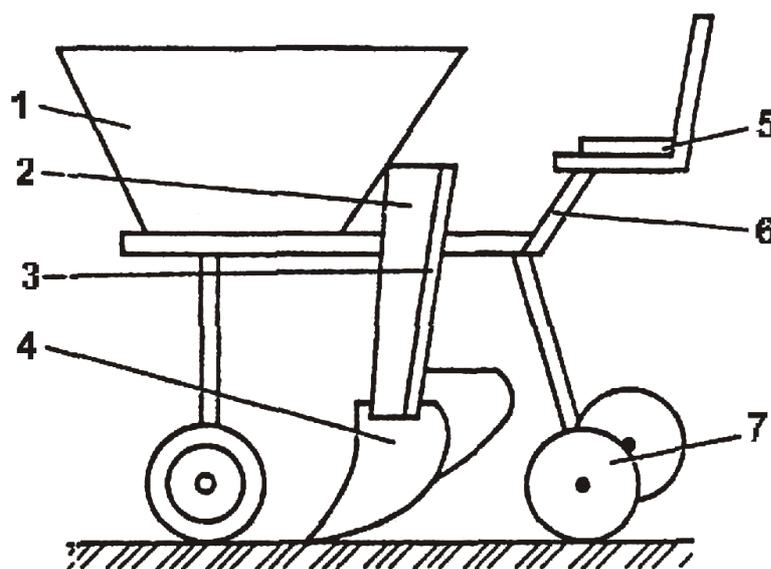


Рисунок 1.1 – Схема сажалки СН-4Б, переоборудованная для посадки яровизированного картофеля:

- 1 – бункер для клубней; 2 – клубнепровод; 3 – прорезиненный материал;
4 – сошник; 5 – сиденье; 6 – рамка; 7 – заделывающие диски

Клубнепроводы 2 вместе с сошниками 4 оставили, только с первых сняли отражатели клубней и поверхность внутри покрыли прорезиненным материалом 3, чтобы избежать повреждения ростков. Другие узлы машины сохранили.

Также известна переоборудованная полуавтоматическая картофелесажалка, созданная на базе Л-202 (Рисунок 1.2). Для переоборудования с базовой машины снимается основной и питательные бункеры, и устанавливаются дополнительные узлы и механизмы: площадка 4, платформа 2, приспособления для изменения направления вращения высаживающих аппаратов, оборудуются рабочие места. [39]

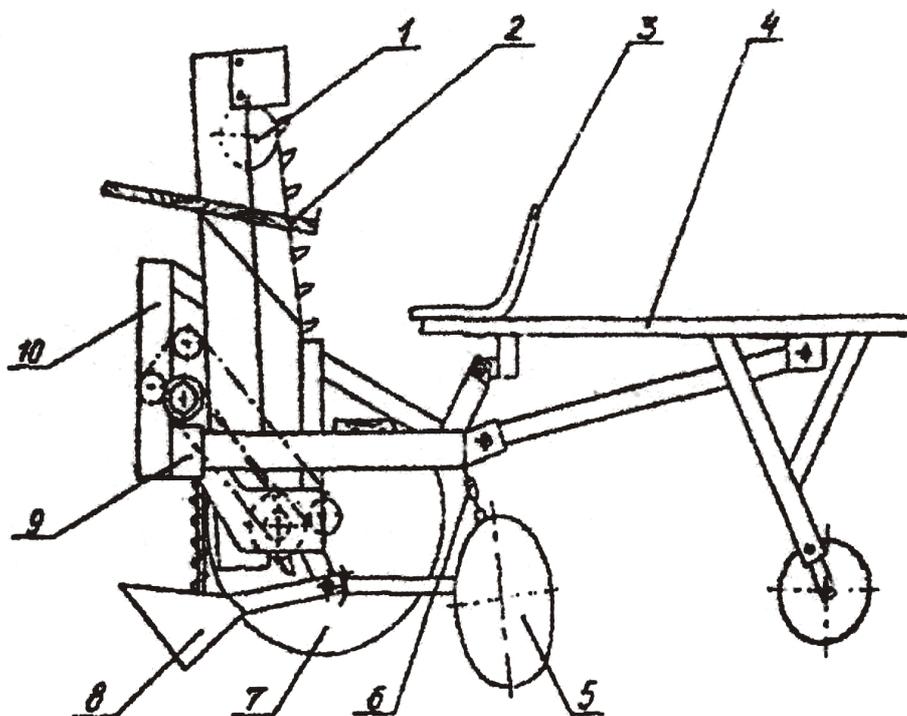


Рисунок 1.2 – Принципиальная схема полуавтоматической картофелесажалки Л-202:

- 1 – высаживающий аппарат; 2 – платформа; 3 – сиденье; 4 – площадка для сидений и емкостей для картофеля; 5 – бороздозакрыватель; 6 – цепь бороздозакрывателя; 7 – опорно-приводное колесо; 8 – сошник; 9 – рама; 10 – сцепка

Элеваторные аппараты нашли применение также в картофелесажалках СКК-1 и КП-2 (Рисунок 1.3). Первая машина рассчитана для посадки цельного, непропущенного, вторая – яровизированного картофеля [39].

Посадочный аппарат картофелесажалки КП-2 оборудован цепями 2, к которым прикреплены металлические пластинки 1, образующие ячейки. Верхняя ветвь их открыта и перемещается около стола, на котором находится посадочный материал.

Рабочие закладывают вручную в ячейки яровизированный картофель, который транспортируется в выводные рукава 3. Из этих рукавов картофель падает в борозду с высоты 30 - 35 см и размещается рядами. Расстояние между клубнями в рядах регулируется изменением поступательной скорости элеватора.

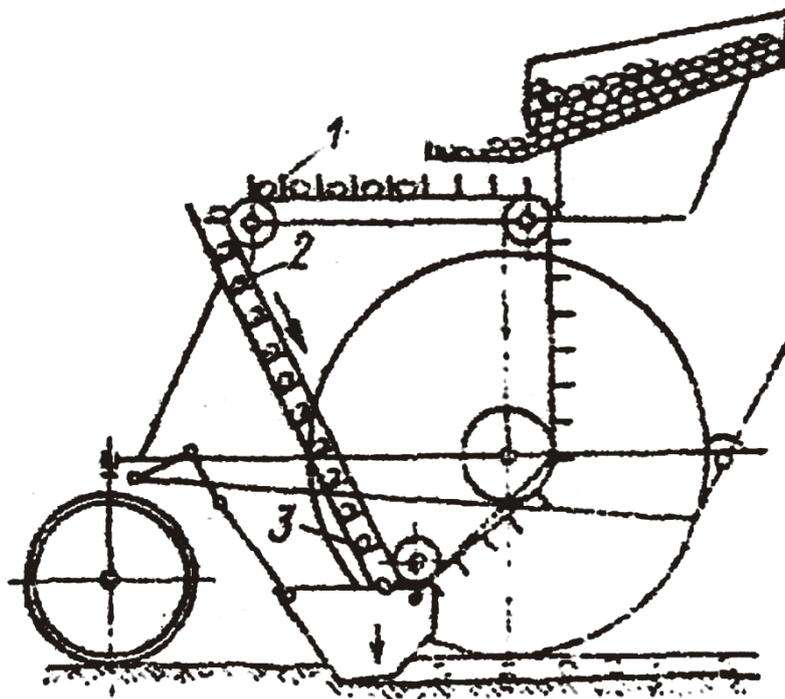


Рисунок 1.3 – Схема рабочего процесса картофелесажалки КП-2:

1 – металлические пластинки; 2 – цепи; 3 – выводные рукава

Более поздние исследования элеваторной машины КП-2 показали также, что она производит посадку картофеля неравномерно и с большими отклонениями от теоретического (расчетного шага) расстояния, так как

наклонный кожух, вследствие раскатывания по нему вороха картофеля, не обеспечивает равномерной подачи клубней в ячейки.

В настоящее время производство полуавтоматических картофелесажалок имеет место как в странах СНГ, так и зарубежом. В Республике Беларусь освоено производство полуавтоматических картофелесажалок СКН-4 и СПК-4.

Картофелесажалка СКН-4 предназначена для рядковой посадки пророщенных и непророщенных клубней картофеля с междурядьем 70 см. с одновременным внесением минеральных удобрений на почвах всех типов во всех зонах возделывания картофеля (Рисунок 1.4). Привод картофелесажалки осуществляется от приводных колёс. Картофель на сажалке находится в ящиках размером 600х400х200 мм, которые располагаются на полках этажерки. Загрузка картофелесажалки минеральными удобрениями производится вручную с транспортного средства или специально оборудованными автомобилями.



Рисунок 1.4 – Картофелесажалка пророщенного картофеля СКН-4

Аналогичной по принципу технологического процесса компании “ІМАС” (Польша) выпускает полуавтоматические картофелесажалки PPS-2F (Рисунок 1.5) и PPS-4F. Картофелесажалка такого типа используются для посадки пророщенных или обычных семян картофеля целыми и разрезанными клубнями.

Также как и в картофелесажалке СКН-4 высаживающий аппарат PPS-4F револьверного типа состоит из барабана с ячейками, в которые клубни вручную подаются оператором, и сошника для открытия борозды. Каждый ряд обслуживается одним оператором. Сзади машины устанавливаются диски или лемехи для образования гребня.



Рисунок 1.5 – Полуавтоматическая картофелесажалка PPS-2F.

Картофелесажалка СПК-6 (Рисунок 1.6) предназначена для грядовой посадки пророщенных и непророщенных клубней картофеля с междурядьем в гряде 40см с одновременным внесением минеральных удобрений на почвах всех типов во всех зонах возделывания картофеля [145]. Привод

картофелесажалки осуществляется от приводных колёс. Картофель на сажалке находится в ящиках размером 600х400х200мм, которые располагаются на полках этажерки.



Рисунок 1.6 – Полуавтоматическая картофелесажалка СПК-6

Известна картофелесажалка производства компании “MACON” (Нидерланды) (Рисунок 1.7). Сажалки производятся в 2-х и 4-х рядном исполнении, под междурядье 75 и 90 см.



Рисунок 1.7 – Полуавтоматическая картофелесажалка MACON-1202

Принцип действия картофелесажалки MACON-1202 аналогичен СПК-6: пророщенный картофель из ящиков вручную выкладывается на ленту транспортера, который максимально бережно опускает клубни в борозду, практически полностью исключая их свободное падение и обеспечивая тем самым минимальное обламывание ростков. Норма посадки регулируется изменением скорости транспортера при помощи сменных звездочек.

Таблица 1.2 – Технические характеристики полуавтоматических картофелепосадочных машин

Наименование параметра, характеристики	Единицы измерения	MACON-1202	СПК-6	СКН-4	PPS-4F
		Значение параметра			
Тип агрегатирования		навесная	навесная	навесная	навесная
Тип высаживающего аппарата		ложечно-транспор-тёрный	ложечно-транспор-тёрный	рево-льверный	рево-льверный
Производительность за 1ч основного времени	га/ч	0,15	0,3-0,6	0,2	0,25
Скорость движения: - рабочая, не более - транспортная, не более	км/ч	0,15-0,25 16	0,15-0,25 16	0,72 16	0,5-0,8 25
Количество высаживаемых рядов	шт.	2	6	4	4
Глубина посадки	см	5-16	5-12	5-15	н/д
Масса картофелесажалки	кг	1100	900	520	290
Ширина междурядий	см	75; 90	40	70	50-90
Габаритные размеры: - ширина - длина - высота	мм	2700 1900 1800	4200 2300 1750	2900 2150 1750	300 135 115
Суммарная вместимость ящиков для картофеля	кг	н/д	540	360	н/д
Равномерность заделки клубней, коэффициент вариации	%	н/д	15	15	н/д
Неравномерность внесения удобрений по длине гребня	%	н/д	20	20	н/д
Количество обслуживающего персонала: - тракторист - сельхозработчий	чел	1 2	1 6	1 4	1 4

Анализ технической характеристики полуавтоматических картофелесажалок (Таблица 1.2) показывает, что большинство сажалок выпускается в навесном исполнении с количеством высаживаемых рядков от 2 до 6 при ширине междурядий от 40 до 90 см и рабочей скорости 0,15-0,8 км/ч.

В рассмотренных полуавтоматических картофелесажалках в качестве единицы высаживающего механизма наибольшее распространение получили:

- одно либо двухрядными ложечно-транспортный высаживающий аппарат (Рисунок 1.8);
- револьверный высаживающий аппарат (Рисунок 1.9).



Рисунок 1.8 – Ложечно-транспортёрный высаживающий аппарат картофелесажалки СПК-6

Анализируя технологические процессы высаживающих аппаратов полуавтоматических картофелесажалок можно сделать следующий вывод. Ложечно-транспортёрный высаживающий аппарат в сравнении с револьверным высаживающим аппаратом обеспечивает меньшее травмирование ростков

клубней картофеля поскольку контактирование ростков происходит в момент раскладки клубня на ложечки и в момент падения на дно открытой борозды с ложечки с минимальной высоты транспортера. Тогда как в револьверном высота и скорость падения выше.



Рисунок 1.9 – Револьверный высаживающий аппарат картофелесажалки СКН

1.2.2 Автоматические машины для посадки пророщенного картофеля

Наиболее распространенной картофелесажалкой отечественного производства для посадки яровизированного картофеля является САЯ-4 (Рисунок 1.10) [39].

Сажалка САЯ-4 является четырехрядной полунавесной машиной, предназначенной для посадки пророщенного картофеля с междурядьем 70 см с одновременным внесением в борозды гранулированных минеральных удобрений.

На раме сажалки установлены бункеры 8 с транспортерами, высаживающие аппараты 9 с питательными ковшами, ходовые колеса 6, рыхлители 7 следов колес и электромагнитные муфты 5. К переднему брусу рамы крепят прицеп 1, опорные колеса 2, туковысевающие аппараты 10 и сошники 3 с бороздозакрывающими дисками 4. Производительность картофелесажалки в час основного времени 1,3 - 1,7 га. Ее ширина захвата 2,8

м. Сажалка работает на скоростях 4,8-6,3 км/ч. Вместимость бункеров для картофеля 470 кг, для удобрений 96 кг.

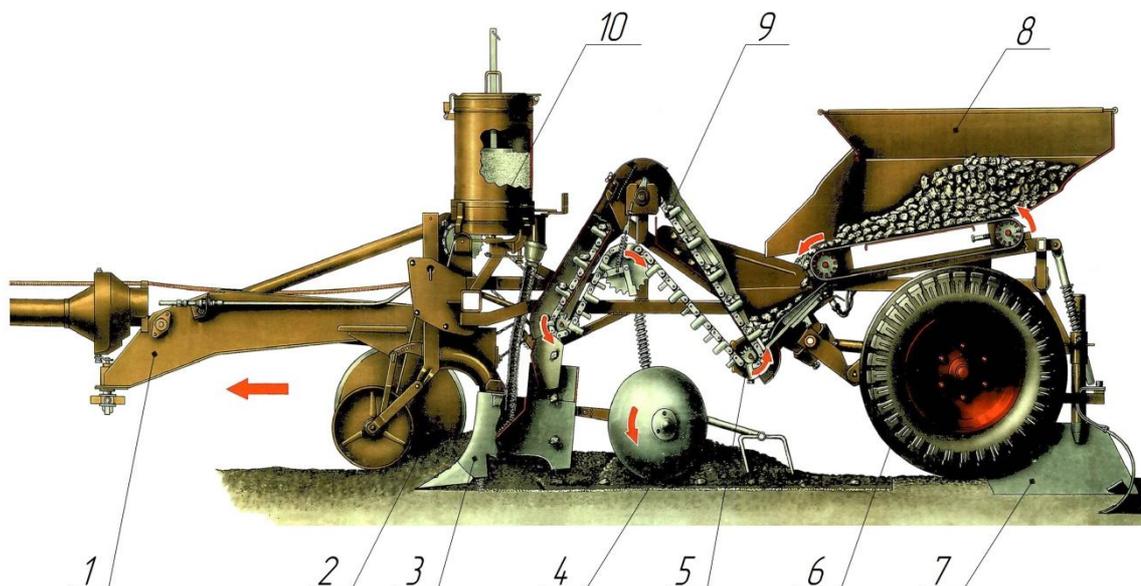


Рисунок 1.10 – Картофелесажалка САЯ-4:

1 – прицеп; 2 – опорное колесо; 3 – сошник; 4 – бороздозакрывающие рабочие органы; 5 – электромагнитная муфта; 6 – ходовое колесо; 7 – рыхлитель следа колеса; 8 – бункер с транспортерами; 9 – высаживающий аппарат с питательным ковшом; 10 – туковысевающий аппарат

При посадке пророщенного картофеля значительная часть ростков обламывается. По данным испытаний Прибалтийской МИС было доказано, что картофелесажалка САЯ – 4 повреждает 33,3% ростков, при загрузке сажалки 9,5% и 23,8% в высаживающем аппарате картофелесажалки [127].

Институтом картофельного хозяйства был разработан опытный образец картофелесажалки УКС-1 (Рисунок 1.11) [29], выбрасывающий клубни с горизонтальной составляющей скорости движения агрегата.

УКС-1 за счет горизонтальной составляющей скорости более равномерно раскладывает в борозду клубни, однако для посадки яровизированного картофеля данная машина имеет более длительное, чем в рассмотренных выше машинах, и активное воздействие рабочих органов на высаживаемый посадочный материал, что приводит к частому обламыванию ростков клубней.

Очевидно, что для применения УКС-1 в операции посадки пророщенного картофеля необходимо данную машину адаптировать, не только конструктивно, но и технологически, так как клубни на сажалке испытывают значительное воздействие рабочих органов.

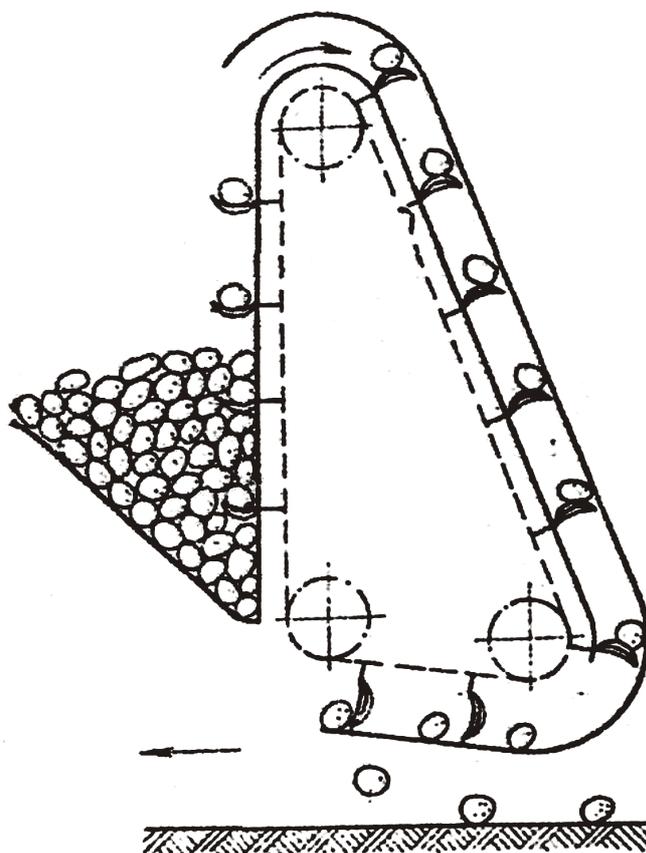


Рисунок 1.11 – Схема рабочего процесса картофелесажалки УКС-1

1.2.3. Высаживающие аппараты машин для посадки пророщенного картофеля.

Основным рабочим органом САЯ-4 является посадочный аппарат (Рисунок 1.12) с встроенным в дно бункера 1 двухрядным ложечно-транспортёрным устройством (элеватор) 2 с пружинными сбрасывателями лишних клубней 3.

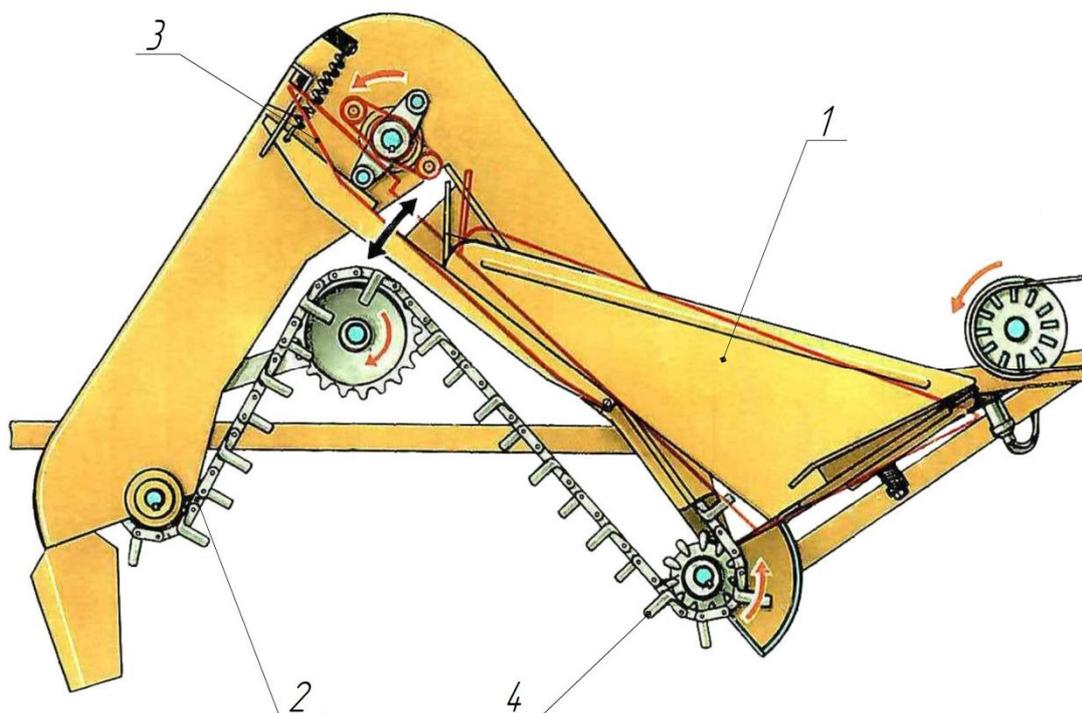


Рисунок 1.12 – Посадочный аппарат картофелесажалки САЯ-4:

1 – бункер; 2 – ложечно-транспортёрное устройство;

3 – сбрасыватель; 4 – ложка

Недостатки этого аппарата заключаются в том, что при захвате пророщенных клубней из бункера 1 ложечки 4 с захваченными ими клубнями, перемещаясь вверх, оказывают воздействие на соседние клубни, находящиеся в бункере, заставляя их перемещаться и перемешиваться. В результате возникающего взаимодействия между клубнями, находящимися в бункере, росткам этих клубней наносятся механические повреждения. Кроме того, ложечки захватывают лишние клубни, которые затем при помощи пружинных сбрасывателей лишних клубней возвращаются обратно в ковш-питатель. Они, скатываясь с определенной высоты, вызывают дополнительное травмирование ростков пророщенных клубней, находящихся в ковше-питателе, что негативно влияет на конечный результат – урожай картофеля.

Сравнительно недавно появился и сразу же был запатентован во многих странах ленточно-транспортёрный посадочный аппарат с непрерывным потоком клубней. Наиболее известной машиной с таким аппаратом является сажалка Смолфорд (Англия) (Рисунок 1.13) [170].

Аппарат представляет собой бесконечный прорезиненный ремень шириной 63 мм с длиной рабочей поверхности 1220 мм. По внутреннему контуру ремня приварен клиновидный ремень, а на наружном рабочем контуре плоского ремня расположены небольшие приливы для увеличения сцепления клубней. На каждом аппарате установлено по два ремня с углом 90° между ними в поперечном сечении. Ремни в сечении образуют V-образный посадочный желоб. Одна из лент аппарата быстроходная, вторая - тихоходная. Соотношение линейных скоростей лент 1:2. Механизм подачи клубней к аппарату - полуавтоматического типа и содержит расположенное у основания бункера колеблющееся днище, штифтовой валик и дозатор. Валик предназначен для распределения клубней перед дозатором в один слой и перекрытия потока клубней к дозатору в момент передачи клубней из дозатора на ленты аппарата.

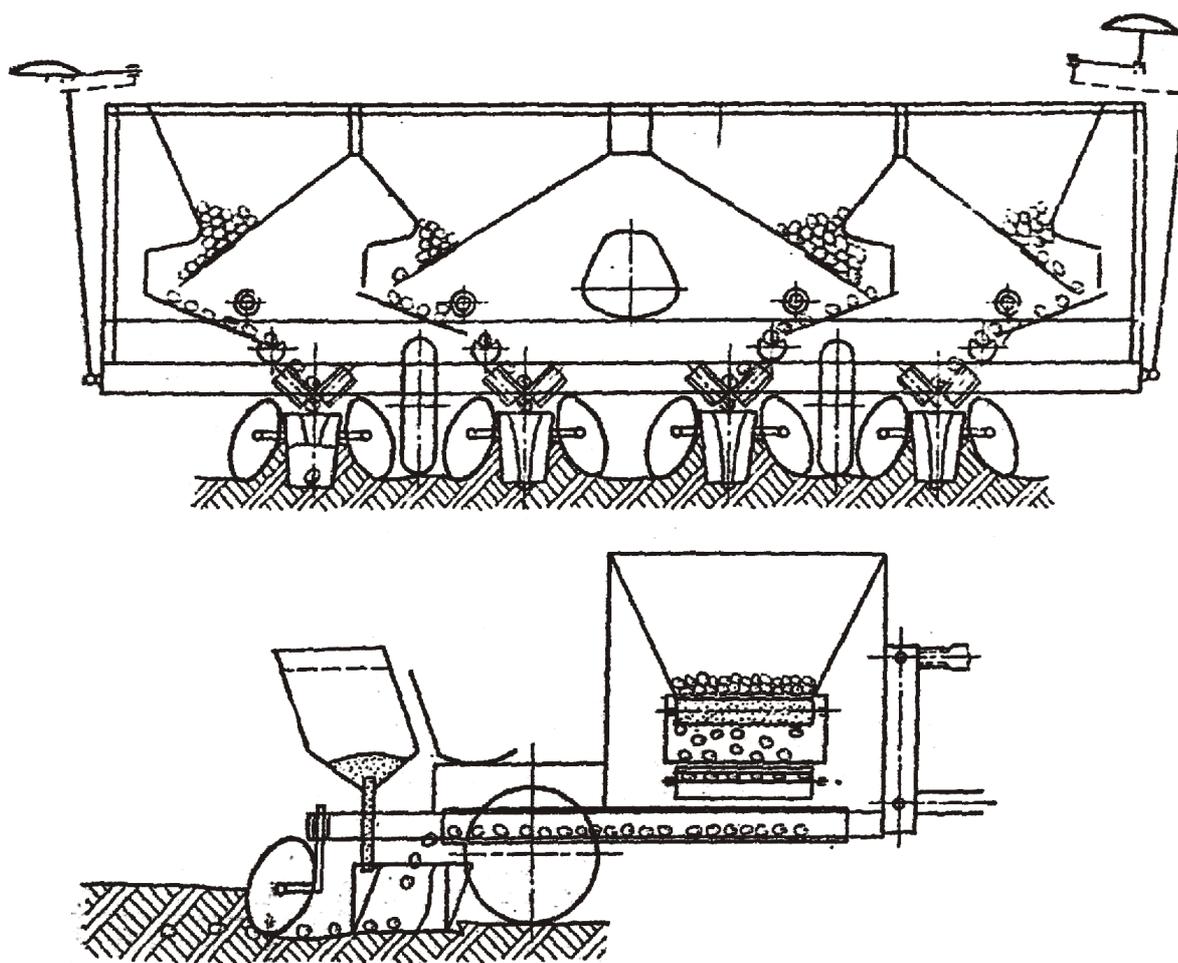


Рисунок 1.13 – Технологическая схема сажалки Смолфорд

Дозатор представляет собой цилиндр диаметром 64 мм, у которого по всей длине вырезан сектор под клубни.

Недостатками данной машины являются высокая требовательность в калибровке клубней при желательности округлости картофелин и неравномерность распределения клубней по длине борозды [81].

Так в Нидерландах разработан транспортерно-струнный механизм посадки, в котором на каждый из двух одновременно высаживаемых рядов для подачи клубней используется по 28 ремней [174]. Семенные клубни располагаются в одну линию. Ремни формируют желоб. Шесть центральных ремней образуют систему посадки семенных клубней, а оставшиеся двадцать два (по одиннадцать с каждой стороны) – систему подачи. Ремни подачи и ремни посадки вращаются в противоположных направлениях, способствуя тем самым вытягиванию клубней в линию. Шаг посадки регулируется путем выбора одной из шестнадцати передач с приводом от ходовых колес. Первичный ленточный транспортер, управляемый через электромагнитную муфту от реле давления в узле многоременной подачи, сбрасывает клубни в желоб, регулирующий норму посадки. Клубни из опрокидываемого лотка или питающего бункера сбрасываются на первичный транспортер. Каждый клубень в отдельности захватывается валиками из мягкой губчатой резины и помещается на посадочную ременную систему, а затем – в борозду, сформированную сошником сажалки [174].

Широкого распространения данная разработка не нашла так как система подачи не обеспечивала четкого распределения клубней в борозде. По существу, транспортерно-струнные посадочные аппараты производят не рядовую посадку с заданным расстоянием между клубнями, а рядовой посев с высадкой заданной массы клубней на 1 га.

На сегодняшний день существуют посадочные машины, которые можно отнести к комбинации из рассмотренных выше классов. К ним, в первую очередь, относится французская сажалка (Рисунок 1.14), созданная специально для высадки пророщенных клубней [145].

Механизм непосредственно состоит из ленточного транспортера 2, подающего клубни в бункер 8. На дне бункера располагаются сочлененные пластины 7, фиксирующие несколько попавших в бункер клубней и управляющие включением и выключением транспортера. Затем клубни поступают на нижний подающий ленточный транспортер 5, выполненный в форме V-образного желоба [83].

Цилиндрическая щетка 6 и возвратно-поступательные поперечные колебания транспортера 5 позволяют расположить клубни в один ряд.

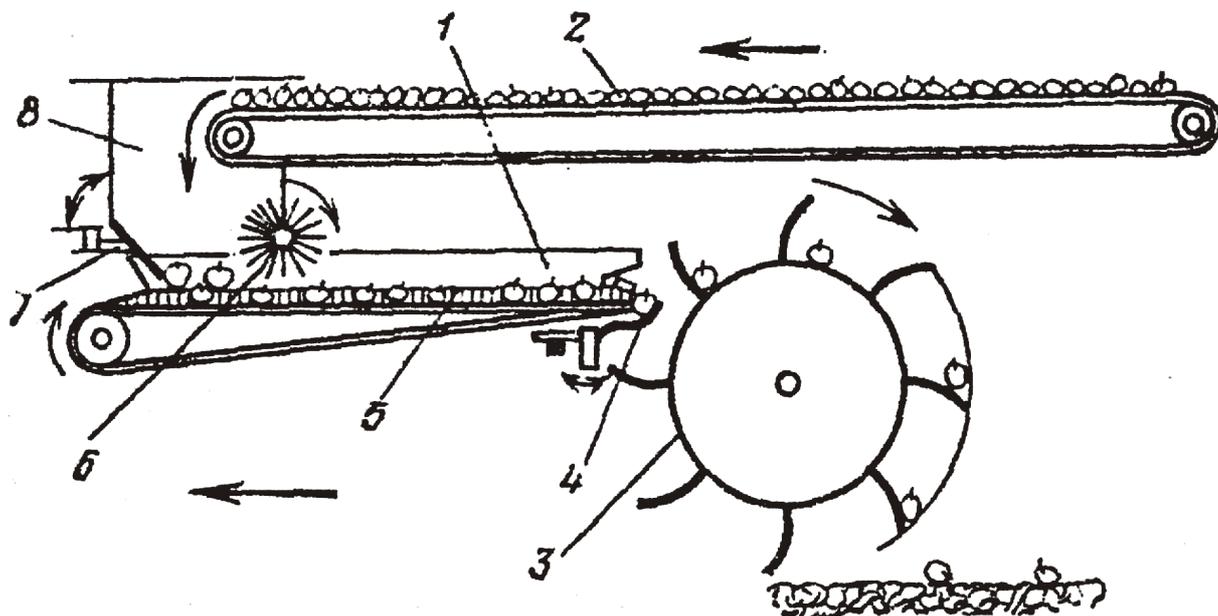


Рисунок 1.14 – Высаживающий механизм для пророщенных клубней фирмы «Жантиль» (Франция):

1 – устройство, обеспечивающее поперечные возвратно-поступательные колебания транспортера; 2 – плоскоремненный транспортер; 3 – колесо со специальными ложками; 4 – вилочная пластина; 5 – транспортер; 6 – цилиндрическая щетка; 7 – шарнирно закрепленная пластина; 8 – бункер.

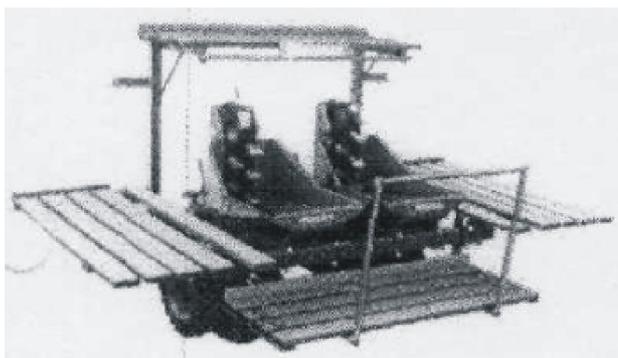
В конце транспортера клубни один за другим падают на шарнирно закрепленную вилочную пластину 4, которая, опрокидываясь под весом клубня, размыкает электромагнитную муфту и останавливает транспортер. Затем клубень подхватывается непрерывно вращающимся колесом 3 со специальными ложками и доставляется в почву. Как только вилочная пластина

4 освобождается от очередного клубня, транспортер 5 приводится в действие, и процесс в той же последовательности повторяется.

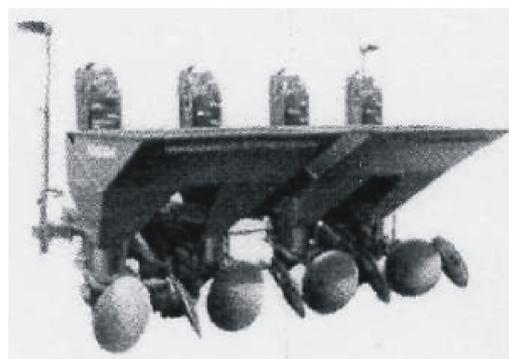
Заслуживает внимания сажалка с накальвающими высаживающими аппаратами, предназначенная главным образом для высадки разрезанных клубней. Тем не менее, ее можно использовать и для высадки целых клубней, хотя в этом случае деликатное обращение с клубнями не гарантируется. Механизм снабжен колесами, на которых установлены рычаги, которые состоят из зуба и сбрасывающего кулачка. Клубни накальваются и размещаются на вилках. В точке разгрузки вилки протягиваются через головку, освобождающую клубни. Норма высева регулируется путем выбора звездочки в механизме привода. Накальвающие аппараты не обеспечивают равномерной раскладки клубней и требуют тщательного удаления из посадочного материала камней, что при уборке картофеля на полях, засоренных камнями, очень сложно. Кроме того, при накальвании клубней происходит их травмирование и велика вероятность заражения семян болезнями.

За рубежом для посадки пророщенного материала, используются полуавтоматические машины, оборудованные высаживающими дисками с ячейками, в которые клубни укладывали вручную.

Фирма "Hassia" (Рисунок 1.15) [39] выпускает двух- и трехрядные картофелесажалки GLV-2D и GLE-3D, приспособленные для посадки пророщенного картофеля. Они имеют ременно-чашечный посадочный аппарат и гладкий ременный транспортер для подачи клубней из бункера. Привод сажалок осуществляется от ходовых колес. Ширина междурядья 75 см и расстояние в рядке регулируется от 35 до 50 см. Сажалки GLV-2D и GLE-3D серийно оснащаются площадками для ящиков с пророщенным посадочным материалом, включая опорную доску и спинку для сажальщика, и ложечные вставки для пророщенного картофеля.



а)



б)

Рисунок 1.15 – Картофелесажалки: а) Hassia GLV-2D; б) Hassia GLE-3D

Ширина междурядья у этих машин регулируется от 62,5 до 75 см. Производительность составляет 0,6 - 0,8 га/ч [34].

Фирма «Cramer» выпускает две запатентованные картофелесажалки: ковшовую и черпаковую [145]. Ковшовая сажалка предназначена для посадки отсортированных клубней, снабжена встряхивателем и легко заменяемыми пластмассовыми вставками, обеспечивающими точность захвата клубней ковшами и предупреждающими попадание в гнездо двух и более клубней. Черпаковая сажалка предназначена для посадки удлиненных и крупных клубней. Лишние клубни с помощью редукционного мостика вновь возвращаются в бункер. В обеих сажалках привод осуществляется от опорного колеса [145].

1.3 Анализ работы и классификация высаживающих аппаратов.

По мере развития технологии возделывания картофеля изменяются и требования, предъявляемые к высаживающим аппаратам.

На сегодняшний день к посадочным машинам предъявляются следующие, общие для операции посадки как пророщенного, так и непророщенного картофеля, требования: все аппараты, установленные на одной сажалке, должны подавать определенное количество клубней; подача клубней не должна зависеть от продолжительности работы и степени заполнения бункеров картофелем; подача клубней должна производиться через равные отрезки пути, проходимого агрегатом; уровень пропусков, двоек и повреждений клубней не должен превышать допустимый действующими агротехническими требованиями; аппараты должны предусматривать

возможность перехода на подачу клубней разных фракций; регулировка частоты подачи клубней должна обеспечивать возможность высадки заданного количества клубней на 1 га с отклонением от заданной густоты не более 8-10%.

При посадке яровизированного картофеля, как показывает обзор литературных источников и практика картофелеводческих хозяйств, на первый план выдвигается требование деликатного отношения рабочих органов высаживающих аппаратов к росткам клубней, так как от этого напрямую зависит объем и качество урожая данного продукта.

Как показывает практика, обзор периодической и патентной информации, в настоящее время лимитирующим фактором увеличения производства раннего картофеля, помимо трудоемкости операций по подготовке семенного материала, является отсутствие машин, способных в пределах допустимых агротехнических требований по повреждению ростков (до 8%), совершать посадку яровизированного картофеля. Применяемые сегодня в производстве автоматические картофелесажалки при выполнении технологической операции дают повреждение ростков выше регламентируемого уровня. Так, например, отечественная картофелесажалка САЯ-4 при посадке пророщенных клубней дает повреждения ростков до 40 %.

В связи с этим возникает необходимость в изыскании и исследовании рабочих органов сажалки для посадки пророщенных клубней, используя которую можно было бы найти компромисс при удовлетворении требований деликатности обращения с проросшими клубнями и равномерности расстояния между ними в борозде. Для соответствия разрабатываемого аппарата выше обозначенным требованиям, необходимо выполнить анализ известных устройств аналогичного назначения, провести их систематизацию и определить перспективные направления их создания и совершенствования.

Первая подробная классификация посадочных аппаратов была предложена И. П. Гудзенко [39], однако установившейся, общепризнанной классификации посадочных аппаратов для пророщенных клубней картофеля нет до сих пор.

Обзор существующих устройств для посадки яровизированного картофеля, проведенный в данном исследовании, позволяет осуществить разработку необходимой для анализа посадочных машин классификации, что отображено на Рисунок 1.16.

Условно все известные аппараты могут быть разделены на аппараты с ручной закладкой клубней, полуавтоматические и автоматические. Аппараты с ручной закладкой клубней и полуавтоматические, требующие периодического участия обслуживающего персонала в технологическом процессе, применяют преимущественно в селекционных сажалках. Согласно обзору литературных источников и патентной информации различают следующие виды аппаратов: элеваторные, ячеисто-дисковые, чашечно-дисковые, трубчато-пальчатые, игольчато-дисковые накалывающие аппараты, ложечно-барабанные аппараты с ячейками, пневматические.

Как показали многочисленные исследования и испытания, современный однорядный ложечно-дисковый аппарат с фиксаторами-зажимами в ложечках обеспечивает высокую частоту подачи клубней по сравнению с одно- и двухрядными ложечно-транспортными или элеваторно-ковшовыми аппаратами, уступая по этому параметру лишь ленточно-транспортным аппаратам. При работе на скоростях 7 - 9 км/ч и высадке 50 - 80 тыс. клубней он превосходит все другие известные аппараты. Однако ложечно-дисковые аппараты повреждают ростки и клубни и весьма чувствительны к загрязнению посадочного материала мокрой гнилью, ростками и другими примесями.

Ложечно-транспортные и элеваторно-ковшовые аппараты уступают ложечно-дисковым по частоте подачи клубней, которая зависит в первую очередь от размеров и формы клубней и не обеспечивают качественной раскладки клубней на повышенных скоростях при большой густоте посадки, однако меньше повреждают клубни и ростки. К недостаткам аппаратов такого типа следует также отнести необходимость относительно точной дозировки массы клубней в зоне захвата, более высокую сложность и меньшую надежность по сравнению с аппаратами ложечно-дискового типа.



Рисунок 1.16 – Классификация питающих аппаратов.

Накалывающие аппараты хорошо подают резаные клубни, но не обеспечивают равномерной раскладки клубней и требуют тщательного удаления из посадочного материала камней, что при уборке картофеля на полях, засоренных камнями, очень сложно.

Ленточно-транспортные аппараты обеспечивают самую высокую частоту подачи клубней и наименьший уровень повреждений клубней и ростков, однако дают наихудшую раскладку клубней, ненадежны в работе (частое сползание лент при попадании на шкивах, почвы и др.).

Анализируя точность посадки современными аппаратами можно сделать заключение, что наибольший разброс клубней, в зависимости от колебания их размеров, у ленточно-транспортных аппаратов, однако вероятность повреждения ростков при сбросе клубней на твердую почву у этих аппаратов меньше, чем у ложечно-транспортных.

При высадке раннего картофеля резкое снижение равномерности раскладки у сажалок с такими аппаратами компенсируется снижением уровня повреждений, то при основной посадке такая раскладка оставляет желать лучшего из-за ее влияния на однородность клубней в урожае.

Сравнительными испытаниями картофелесажалок САЯ-4 и Смолфорд на Центральной машиноиспытательной станции установлено, что по равномерности раскладки клубней, уровню пропусков и доек сажалка с ленточно-транспортными аппаратами уступает сажалке с ложечно-транспортными аппаратами, однако по густоте посадки и уровню повреждений клубней и ростков обеспечивает более качественные показатели.

Этот вывод был подтвержден сравнительными испытаниями сажалок с ленточно-транспортными, ложечно-транспортными и транспортно-струнными посадочными аппаратами. Качественные показатели сажалки с транспортно-струнными аппаратами оказались наихудшими [1].

Многочисленными исследованиями накалывающих аппаратов, проведенными в Пермском сельскохозяйственном институте, установлено, что эти аппараты по качеству раскладки клубней также значительно уступают ложечно-дисковым аппаратам.

Ложечно-дисковые аппараты с фиксаторами клубней в ложечках по качеству раскладки клубней превосходят дисковые аппараты с подпружиненными захватами. Ложечно-дисковые аппараты интенсивнее повреждают ростки и клубни, а также весьма чувствительны к загрязнению посадочного материала обломанными ростками и другими примесями.

Таким образом, по частоте подачи клубней наилучшие показатели обеспечивают аппараты с непрерывным потоком клубней ленточно-транспортного или ленточно-вибрационного типа, по равномерности раскладки клубней ложечно-дисковые аппараты.

В настоящее время продолжают работы по усовершенствованию используемых высаживающих аппаратов, однако у всех рассмотренных посадочных аппаратов проблема деликатного отношения к росткам

пророщенных клубней, в рамках агротехнических требований не решена и остается актуальной до сих пор.

1.4. Цели и задачи исследования

В настоящее время, с учетом тенденций развития средств механизации сельскохозяйственного производства, в условиях дефицита материальных и финансовых средств, наиболее перспективным направлением в создании картофелепосадочных агрегатов следует считать расширение функциональных возможностей серийных картофелепосадочных машин, путем комплектования их дополнительными системами.

В связи с этим цель работы – повышение эффективности картофелепосадочной машины путем разработки и обоснования ее конструкторско-режимных параметров.

В соответствии с поставленной целью в работе необходимо решить следующие задачи:

- Провести анализ существующих картофелепосадочных машин и результатов исследований для выявления направлений совершенствования рабочих органов, адаптированных к физико-механическим свойствам пророщенного картофеля.

- Разработать классификацию и обосновать перспективную конструктивно-технологическую схему картофелепосадочной машины для пророщенного картофеля.

- Провести теоретическое исследование процессов взаимодействия рабочих органов картофелепосадочной машины с клубнями пророщенного картофеля и получить аналитические выражения для определения ее конструкторско-режимных параметров.

- Провести лабораторно-полевые исследования усовершенствованной картофелепосадочной машины по определению влияния факторов на травмируемость и равномерность распределения пророщенных клубней после

высадки в борозду и экспериментально проверить конструкторско-режимные параметры предлагаемых рабочих органов.

- Провести производственные испытания картофелепосадочной машины с предлагаемыми рабочими органами и определить ее экономическую эффективность.

1.5. Выводы по разделу

На основании внедрения в картофелеводство нового технологического процесса – за счет более деликатного обращения с клубнями при захвате их из ковша питателя проведен анализ технологий и технических средств посадки пророщенного картофеля, который позволил сделать следующие выводы.

1. Эффективность посадки картофеля определяется требованием деликатного обращения с проросшими клубнями и равномерности распределения в продольно – поперечном направлении посадочных борозд. Этим требованиям наиболее полно отвечает технология с применением ложечно–транспортного посадочного аппарата.

2. Основной резерв повышения эффективности производства – совмещение операций обработка фунгицидом и посадка картофеля, что возможно при использовании комбинированных картофелепосадочных агрегатов.

3. Применяемые до настоящего времени картофелепосадочные машины не отвечают агротехническим требованиям указанной технологии посадки пророщенного картофеля из-за несовершенства технологического процесса и рабочих органов, имеют низкие технико-экономические показатели. Поэтому необходимо изыскание технологического процесса и технического решения, наиболее полно отвечающих указанным требованиям.

2. ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ И ЕГО ФИЗИКО- МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Решение поставленных нами задач, по сути дела, направлено на создание машины для выполнения производственного процесса, который до настоящего времени осуществлялся с большими отклонениями от агротехнических требований. Для теоретического анализа пока еще нет объекта исследований, а существующие отечественные и зарубежные машины не соответствуют предъявляемым к ним требованиям. Поэтому сначала рассмотрим существующие и обоснуем предлагаемую технологию посадки клубней яровизированного картофеля [130].

2.1. Агробиологические и физико-механические свойства пророщенного картофеля

2.1.1. Состояние вопроса и задачи исследований

Результаты многолетних исследований (Лорх А.Г., Гаврилов В.Н., Писарев Б.А., Гудзенко И.П., Фирсов Н.В., Головицин С.К., Большаков И.Ф. и др.), производственный опыт научно-исследовательских учреждений и специализированных картофелеводческих хозяйств свидетельствуют о целесообразности перехода к более удобной и рациональной технологии посадки картофеля..

Изучение физико-механических свойств сельскохозяйственных материалов началось ещё при жизни академика В.П.Горячкина. Начиная с 1930 года, в нашей стране быстро развивается сельскохозяйственное машиностроение, которое требует знания свойств обрабатываемых материалов. В середине 20-ого века в ВИСХОМе («Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения» в настоящее время ОАО «ВИСХОМ» научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения им. В.П.Горячкина) была создана лаборатория, в которой

исследовались физико-механические свойства зерновых колосовых культур, риса сахарной свеклы, подсолнечника, кукурузы, многих других культур, возделываемых в Советском Союзе, в том числе и картофеля.

Картофель возделывается как однолетняя культура с вегетативным размножением клубнями, прежде всего, имеет важное продовольственное значение (картошка - второй хлеб). Среднее количество потребления картофеля на душу населения составляет порядка 120 - 130 кг в год. Кроме того, картофель скармливают свиньям и крупному рогатому скоту, а ботва картофеля отлично пригодна для силосования.

Обычно картофель размножают вегетативным путем - клубнями. Его с успехом можно размножать и частями клубней, а также ростками и черенками. В селекционной практике часто используют семенное размножение. Самое широкое распространение в культуре «картофель» получил род *Solanum tuberosum* L. Другие виды картофеля, отличающиеся многими ценными биологическими и хозяйственно полезными признаками, часто используют в селекции при выведении новых сортов.

Клубень картофеля представляет собой утолщенный и укороченный стебель. На клубне в раннем возрасте имеются мелкие чешуйчатые листочки, не содержащие хлорофилла, в пазухах чешуйчатых листочков закладываются покоящиеся почки, образующие так называемые глазки. Зрелые клубни покрыты тонкой кожурой из пробковой ткани, не позволяющей клубням высыхать и предохраняющей от заболеваний. Форма клубней довольно разнообразна и характерна для каждого сорта.

Содержание крахмала в клубнях картофеля колеблется от 12...14 до 22...25 % (в отдельных случаях - до 29 %). В клубнях столовых сортов обычно содержится 13...16 % крахмала, а в заводских - не менее 18, а часто и 20 %. Наиболее крахмалистые клубни у позднеспелых сортов.

По биологическим свойствам картофельное растение существенно отличается от большинства сельскохозяйственных растений. Обусловлено это рядом особенностей, выработанных в процессе исторического развития этой

культуры. Важная особенность биологии культурного картофеля – вегетативный способ размножения.

Для обеспечения гарантированного высокого урожая хорошего качества продукта при возделывании картофеля важную роль играют качество клубней и их предпосадочная подготовка.

Высаженные клубни картофеля обычно начинают прорасти через 10...15 дней после посадки. Всходы появляются через 15...20 дней. Таким образом, от посадки клубней в почву до появления на поле всходов проходит 25...35 дней.

Для того чтобы ускорить появление всходов и последующее развитие растений, семенные клубни необходимо проращивать. Этот прием обязателен в районах с коротким летом и ранними осенними заморозками. Проращивание клубней применяют также во влажных западных и северо-западных районах, где картофель осенью сильно поражается фитофторозом.

Проращивание клубней – старейший прием подготовки посадочного материала. При проращивании картофеля под влиянием тепла и света ускоряется деятельность ферментов в клубнях и создается повышенная концентрация растворимых питательных веществ в зоне расположения глазков. Это в значительной мере стимулирует прорастание почек и дальнейшее развитие ростков.

На клубнях картофеля при проращивании хорошо развиваются не только верхушечные глазки, но и большинство боковых. Из глазков при световом проращивании появляются короткие толстые ростки темно-зеленой окраски. В нижней части ростков образуются корневые бугорки, из которых через 5...6 дней после посадки клубней развивается мощная корневая система. От пророщенных клубней всходы появляются на 10...12 дней раньше, быстрее начинается цветение и клубнеобразование, сбор урожая в зависимости от сорта картофеля возможен на 15...20 дней раньше. Как показали исследования, прибавка урожая раннего картофеля от проращивания клубней достигает

40...60 %, а в северных и северо-восточных районах урожай возрастает в 2...3 раза.

В северных и восточных районах Российской Федерации безморозный период очень короткий. В этих условиях даже раннеспелые сорта картофеля не успевают сформировать высокий урожай. Рано наступающие осенние заморозки убивают еще мощную ботву в период наиболее активного роста молодых клубней. Проращивание картофеля в этих условиях как бы удлиняет безморозный период для растений и тем самым обеспечивает получение более высокого урожая. В условиях короткого вегетационного периода на Крайнем Севере предпосадочное проращивание семенных клубней ускоряет появление всходов на 15...20 дней, повышает выход товарных клубней и их крахмалистость.

В южных и юго-восточных районах, где вторая половина лета, как правило, отличается засушливой погодой, проращивание клубней, ускоряя развитие растений, дает возможность последним сформировать значительную часть урожая до наступления засушливого периода. В этом случае значительно лучше используются растениями зимне-весенние запасы почвенной влаги.

Преимущество проращивания клубней в условиях центральных и северо-западных районов Нечерноземной зоны особенно сильно сказывается в те годы, когда происходит массовое поражение растений фитофторозом. У картофельного растения, полученного из пророщенного клубня, урожай накапливается до появления болезни. Нередко многие клубни, внешне совершенно здоровые, имеют скрытые болезни, которые обнаруживаются лишь во время роста растений по их внешнему виду и увяданию. Проращивание позволяет выявить заболевание до посадки клубней в почву, так как пораженные клубни, как правило, при проращивании загнивают.

Для получения высокого урожая картофеля, обладающего качественными, как продукция, показателями, фундаментальным является не только предпосадочная подготовка семенного материала, подразумевающая проращивание, но и, как следствие, выполнение самой операции посадки. Если

предпосадочная подготовка определяет успех дальнейших технологических операций, то при посадке закладывается основа всего цикла работ по выращиванию картофеля. Нарушение технологии посадки затрудняет выполнение дальнейших операций, приводит к задержке роста картофеля и потерям урожая (позеленению клубней, их механическому повреждению и пр.).

Посадка яровизированного картофеля, кроме того, вследствие механического воздействия рабочих органов сажалки на семенной материал, сопряжена с травмированием и обламыванием ростков, что является основной проблемой применяемых на сегодняшний день картофелеводческими хозяйствами посадочных машин.

Правильно пророщенные на свету клубни должны иметь прочные окрашенные ростки длиной не более 1,0...1,5 см с хорошо выраженными основания коренными бугорками (Hagman C.G., ; Tisch, ; Будин К.З., ; Бохова Ф.Т.,) [168, 169, 12, 11].

Большое значение имеет продолжительность светового проращивания. Длительность ее зависит, прежде всего, от сорта картофеля. В широкой практике ранние сорта обычно принято проращивать на свету в течение 25...30 дней, поздние 30...45 дней.

Другие исследователи (Андрушко О.Д. ; Кустарев А.И., Кусьянчук В.П.) [21, 22] отмечают, что продолжительность светового проращивания клубней должна составлять 45...50 дней. По данным ВНИИКХ (Писарев Б.А.) [87], проращивание клубней ранних сортов в течение 15 дней увеличивало урожайность картофеля на 72%, а в течение 30 дней на 96% и 45 дней - на 129% по сравнению с урожаем от не проращенных клубней.

Сроки проращивания следует увязывать со сроками поступления продукции и скороспелостью сорта. В первые сроки копki повышение урожая от проращивания происходит в основном за счет большего количества клубней под кустом, а в последующие сроки определения - за счет средней массы молодых клубней.

По многочисленным данным исследований [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 17, 24, 28, 29, 39, 40, 44, 46, 49, 50, 74, 75, 84, 85, 88, 96, 104], при посадке пророщенными клубнями всходы появляются на 8 - 12 дней быстрее, цветение наступает на 7-14 дней раньше, сбор урожая возможен на 12...15 дней раньше, и урожайность значительно увеличивается в разные сроки уборки.

В северных и северо-восточных районах России с коротким летом и ранними заморозками проращивание является обязательным приемом повышения урожайности [9, 50, 104, 124, 130].

В южных и юго-восточных районах многие исследователи рекомендуют использовать проращивание клубней в качестве меры борьбы с засухой (Арнаутов В.В; Букасов СМ.; Мухамедов М.М.; Янатьева Е.А.)

Во влажных западных и северо-западных районах страны проращивание клубней применяется как мера борьбы с фитофторозом, особенно при размещении картофеля на пойменных, торфяных и орошаемых участках (Благовещенский Н.И., 1958, 1969; Писарев Б.А., 1958; Головкин Д.Г., 1962, 1967; Дорожкин Н.А. и др., 1976; Попкова К.В., Шнейдер Ю.И., 1980).

Справочных данных, охватывающих комплекс физико-механических свойств яровизированного картофеля, которые можно было бы использовать при проектировании машин для посадки данной культуры до сих пор нет. Такие данные позволят выбрать оптимальную технологическую схему машины для посадки пророщенных клубней, установить форму и размеры рабочих органов проектируемых машин и нагрузки на них. Вот почему изучению технологических свойств картофеля в данной работе уделено важное место.

Исследования проводились в 2005...2017 гг в КХ Родники и на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК». Изучению подвергались широко распространенные сорта: Розара, Удача.

При проведении экспериментов была использована методика, разработанная на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК», с учетом методики научно-исследовательского института сельскохозяйственного машиностроения им. В.П.Горячкина [30]. Вид и способ

исследований во многом определялся предполагаемым способом посадки клубней.

С целью разработки рациональной схемы посадочной машины, определения оптимальных конструктивных и режимных параметров её работы, необходимо исследовать и обобщить следующие физико-механические свойства клубней и ростков картофеля: усилие на обламывание ростков клубня, геометрические параметры сорта картофеля «Розара», «Удача».

2.1.2. Исследование физико-механических свойств картофеля

Полученные данные служат основанием научно - исследовательской работы для модернизации высаживающего аппарата для посадки пророщенного картофеля. Одним из этапов работы играющий немаловажную роль являются исследования механических свойств ростков районированных сортов в нашей зоне.

Определялась прочность ростков пророщенных клубней в период посадки следующим образом. Накладывалась петля на росток соединенная с динамометром с погрешностью до **0,1 кгс**. Исследования проводились как у боковых ростков так и у вершинных. Замеры диаметров ростков проводились по наибольшему поперечному диаметру. Исследовались сорта картофеля: Розара и Удача.

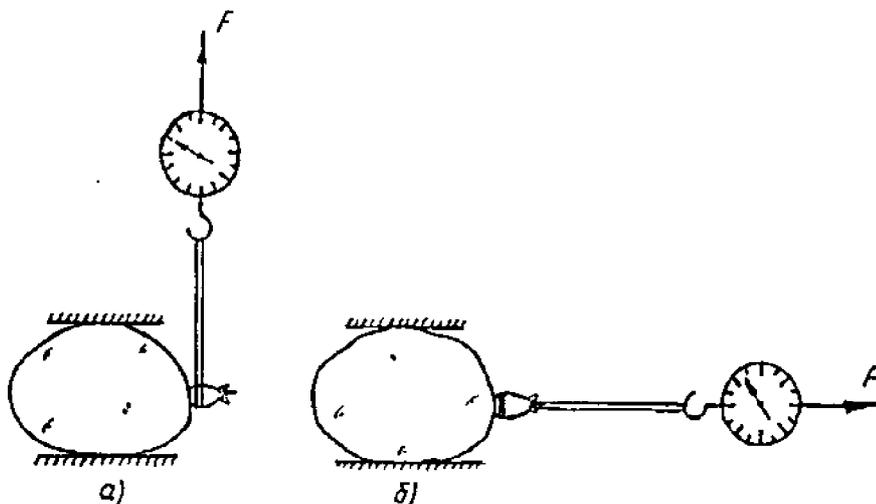


Рисунок 2.1 – Способы определения прочности ростков:
а) обламывание; б) отрывание.

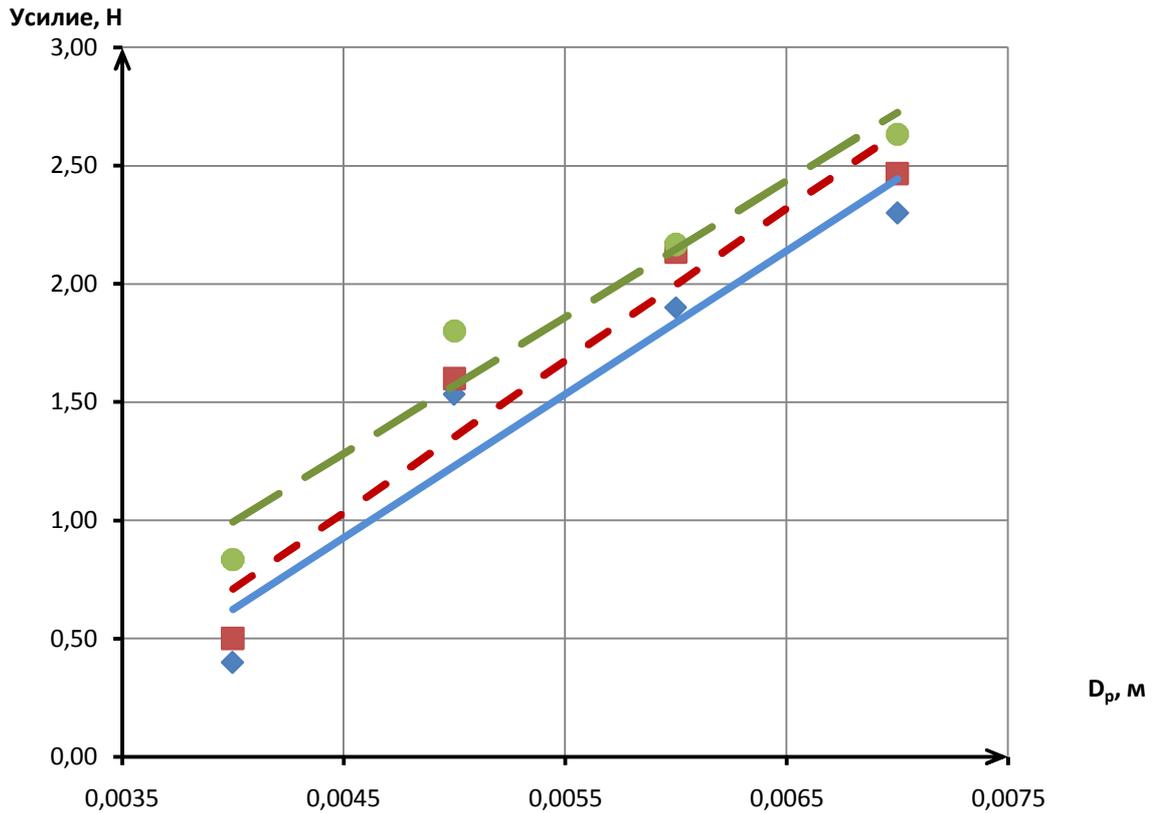


Рисунок 2.2 – Зависимость усилия (F_0) обламывания ростков от диаметра ростков (D_p) сорта картофеля «Розара»

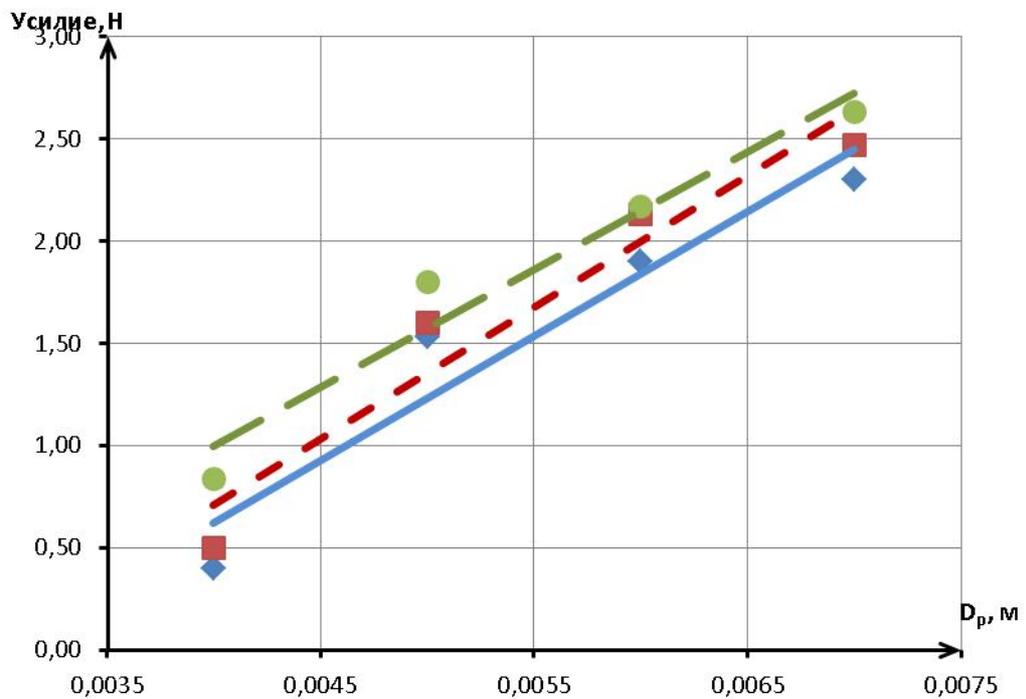


Рисунок 2.3 – Зависимость усилия (F_0) обламывания ростков от диаметра ростков (D_p) сорта картофеля «Удача»

Анализ зависимостей (Рисунок 2.2-2.3) показывает, что с увеличением размерной фракции семенного материала увеличивалось усилие на обламывание.

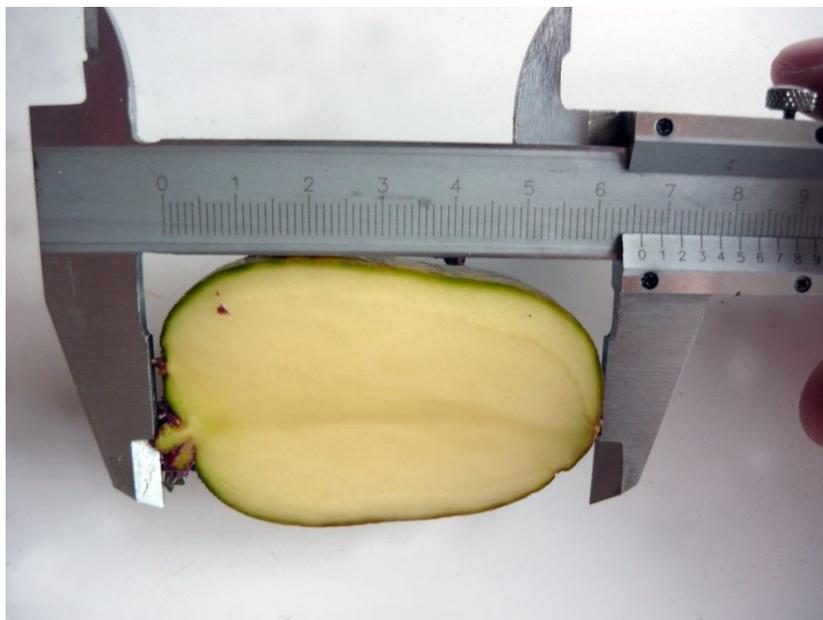


Рисунок 2.4 – Определение размерной характеристики пророщенных клубней сорта «Розара»

2.2. Существующие технологии посадки пророщенных клубней.

2.2.1. Возделывание картофеля на гладкой поверхности.

Наиболее широкое распространение получила европейская технология производства картофеля (в России ее принято называть «голландской»). Особенность этой технологии — посадка семенных клубней на гладкую поверхность непосредственно после проведения предпосевной обработки почвы [81]. При этом непосредственно перед посадкой зябь обрабатывают культиваторами с активными или пассивными рабочими органами (в зависимости от физико-механического состава почв) за один проход агрегата на глубину размещения семенных клубней. Затем через 7...14 дней после прохода посадочного агрегата однократно формируют высокие гребни максимально возможного объема — либо фрезерными гребнеобразователями с активными

рабочими органами (для тяжелых и средних почв), либо гребнеобразователями с пассивными рабочими органами (для легких почв).

По данной технологии за два этапа обработки почвы формируется высокообъемный гребень с мелкокомковатой структурой. Минимальное количество проходов агрегатов в период вегетации исключает уплотнение междурядий, формирование комков в сепарируемом слое, улучшает условия для роста и развития растений. Отсутствие крупных комков в клубнеобитаемом слое не только обуславливает высокую производительность уборочной техники за счет хорошей сепарации вороха, но и исключает повреждение клубней острыми кромками комков.

Наибольшее распространение технология посадки картофеля на гладкой поверхности получила в зоне умеренного климата на почвах, не засоренных камнями. Основные ее преимущества - возможность применения в самых различных почвенных условиях, а также высокая производительность агрегатов практически на всех этапах возделывания картофеля.

Недостатком данной технологии является то, что мы находимся в зоне рискованного земледелия с засушливым климатом и недостатком влаги.

2.2.2. Возделывание картофеля на гребнях.

Наибольшее распространение данная технология получила в зонах с недостаточным увлажнением, где каждая технологическая операция по обработке почвы приводит к значительным потерям почвенной влаги, особенно в весенний период. Гребни формируют осенью с помощью культиваторов-гребнеобразователей с пассивными рабочими органами после проведения зяблевой вспашки. Влага, выпадающая поздней осенью в виде осадков, зимой под действием отрицательных температур формирует мелкокомковатую структуру почвы внутри гребня. Весной почва внутри гребней прогревается на 1...2 недели раньше, чем на гладкой поверхности. Поэтому можно посадить картофель в прогретую и рыхлую почву в более ранние сроки, когда запас

влаги достаточен для благоприятного развития растений даже в засушливых условиях.

После посадки картофеля в гребни проводится однократная междурядная обработка почвы с формированием высокообъемного гребня теми же орудиями и в те же сроки, как в предыдущей технологии. Питательный режим при возделывании картофеля на предварительно нарезанных гребнях формируют также в несколько этапов: осенью перед нарезкой гребней или при их формировании, весной совместно с посадкой картофеля и затем одновременно с внекорневыми подкормками в период вегетации растений.

Возделывание картофеля на гребнях, предварительно нарезанных с осени, до минимума сокращает число проходов почвообрабатывающих орудий в период вегетации растений (один проход во время междурядной обработки почвы), что и обеспечивает максимальное использование запасов почвенной влаги. Данная технология позволяет создать все необходимые условия для выращивания высоких урожаев картофеля в засушливых условиях. Известен отдельный способ посадки картофеля заключающийся в том, что сначала образуют борозды или лунки для картофеля, затем в них укладывают клубни, которые потом заделывают (Машины для возделывания и уборки картофеля. Гудзенко И.П., Фирсов Н.В. М., Машгиз, 276 с. Стр. – 29. – аналог) [39].

Недостатками рассмотренного выше способа являются: необходимость прохождения трактора по одному и тому же месту поля несколько раз, низкая производительность, высокая себестоимость.

Рассматриваемую технологию посадки пророщенного картофеля, можно разделить на три способа:

- с применением ручного труда;
- с применением полуавтоматических сажалок;
- с применением автоматических сажалок.

К первому способу относятся технологии с применением лункокопателя, бороздооткрывателя и бороздозакрывающей машины. Самой трудоемкой операцией при этом является ручная укладка или бросание клубней в лунку или

борозду. Этот способ давно уже не применяется при посадке пророщенного картофеля, но он применим при механизации селекционно-семеноводческих посадках.

Посадку пророщенного картофеля в основном проводят полуавтоматическими и автоматическими сажалками. Полуавтоматические картофелесажалки, по роли участия сажальщика, подразделяются на два типа: с укладкой клубней в высаживающий аппарат и с высыпанием клубней на подающий транспортер или бункер.

2.3. Предлагаемая технология для посадки пророщенного картофеля.

Рассмотрена значимость применения яровизированного картофеля при возделывании его ранних сортов. При посадке яровизированного картофеля, как показывает обзор литературных источников и практика картофелеводческих хозяйств, на первый план выдвигается требование деликатного отношения рабочих органов высаживающих аппаратов к росткам клубней, так как от этого напрямую зависит объем и качество урожая данного продукта. Как показывает практика, обзор периодической и патентной информации в настоящее время лимитирующим фактором увеличения производства раннего картофеля, помимо трудоемкости операций по подготовке семенного материала, является отсутствие машин, способных в пределах допустимых агротехнических требований по повреждению ростков (до 8%), совершать посадку яровизированного картофеля [42]. Используемые сегодня в производстве картофелесажалки при выполнении технологической операции дают повреждение ростков выше регламентируемого уровня. Так, например, отечественная картофелесажалка САЯ-4 при посадке пророщенных клубней дает повреждения ростков до 40%.

В результате проведения анализа имеющихся технологических решений разработан посадочный аппарат (патент на изобретение № 2357396), разработанный на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в

АПК» Саратовского ГАУ в составе серийной картофелепосадочной машины САЯ-4 высаживающий аппарат для посадки пророщенного картофеля [41].

Применение предлагаемого изобретения позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней картофеля при их посадке картофелепосадочной машиной за счет достижения более деликатного обращения с клубнями при захвате их из ковша-питателя и при их транспортировке в зону сброса клубней в посадочную борозду, а также обеспечит эффективную обработку пророщенных клубней протравливающей жидкостью в процессе их посадки. В свою очередь все это будет способствовать повышению урожайности картофеля.

Он содержит раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, установленный на раме бункер с встроенным в его дно транспортером, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортерный посадочный аппарат с пружинными сбрасывателями лишних клубней.

Недостатки прототипа заключаются в том, что при захвате пророщенных клубней из ковша-питателя, ложечки двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата с захваченными ими клубнями, перемещаясь вверх, оказывают воздействие на соседние клубни, находящиеся в ковше-питателе, заставляя их перемещаться и перемешиваться. В результате возникающего взаимодействия между клубнями, находящимися в ковше-питателе, росткам данных клубней наносятся механические повреждения. Вследствие этого и происходит травмирование ростков пророщенных клубней. Кроме того, ложечками двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата захватываются лишние клубни, которые затем при помощи пружинных сбрасывателей лишних клубней возвращаются обратно в ковш-питатель, скатываясь с определенной высоты, что приводит к дополнительному травмированию ростков пророщенных клубней, находящихся в ковше-питателе.

Технической задачей изобретения является снижение травмирования

ростков пророщенных клубней картофеля при их посадке картофелепосадочной машиной за счет достижения более деликатного обращения с клубнями при захвате их из ковша-питателя, а также расширение функциональных возможностей картофелепосадочной машины за счет обработки клубней в процессе посадки протравливающей жидкостью.

Задача достигается в предлагаемом способе посадки пророщенных клубней картофеля с использованием картофелепосадочной машины, включающем подачу клубней из бункера в ковш-питатель для захвата отдельных клубней ложечками двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата и транспортировку клубня в зону сброса в посадочную борозду, где согласно изобретению, в процессе посадки проводят обработку клубней протравливающей жидкостью, для чего ковш-питатель предварительно заполняют протравливающей жидкостью, с поверхности которой и осуществляют захват отдельных клубней картофеля, причем в качестве протравливающей жидкости используют жидкость, плотность которой превышает удельный вес единичных клубней; кроме того, в качестве протравливающей жидкости используют раствор контактного фунгицида в солевом растворе, плотность которого превышает $1,16 \text{ г/см}^3$ [42]. Устройство для посадки пророщенных клубней картофеля, содержащем раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, установленный на раме бункер с встроенным в его дно транспортером, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортный посадочный аппарат, где согласно изобретению, на раме установлена емкость для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем, кроме того, ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата выполнены в виде пары ложечек имеющих общее днище, причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват проросших клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель.

Ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата захватывают из ковша-питателя отдельные клубни, плавающие на поверхности протравливающей жидкости. Благодаря этому другие клубни, находящиеся в ковше-питателе, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой захватившей его, будут отплывать в стороны или погружаться в протравливающую жидкость не нанося росткам друг друга механических повреждений. А это в свою очередь позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней в процессе их посадки картофелепосадочной машиной, так как именно за счет захвата клубней с поверхности жидкости будут обеспечиваться условия более деликатного обращения с ними при их захвате из ковша-питателя.

В процессе перемещения захваченных клубней в зону высадки, цепь с ложечками огибает верхнюю звездочку, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки захватившей его на тыльную сторону нижней соседней ложечки. Таким образом, предлагаемая конструкция ложечек обеспечит более плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек с клубнем в момент его перехода с одной ложечки на другую.

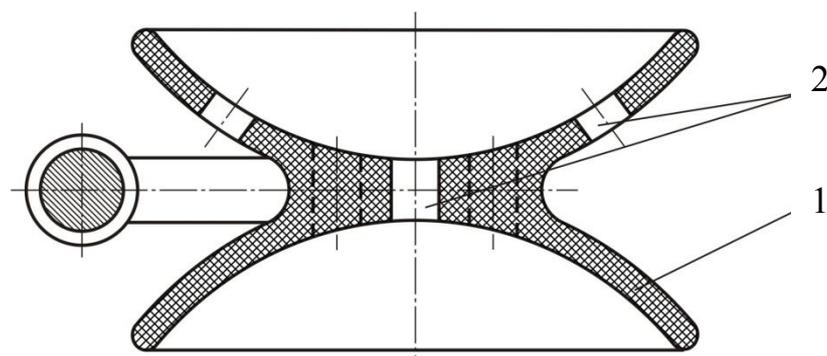


Рисунок 2.5 – Устройство ложечки

1 – двусторонняя ложечка; 2 – дренажные отверстия.

Отличия предлагаемого способа посадки пророщенных клубней картофеля от прототипа заключаются в том, что клубни подаются из бункера в ковш-питатель, который предварительно заполняют протравливающей

жидкостью. Причем, попадая в протравливающую жидкость, вся поверхность клубня и его ростков полностью смачивается в данной жидкости. К тому же перед захватом клубня ложечками двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата, для его перемещения к месту высадки, он некоторое время будет находиться в ковше-питателе, а значит, будет обеспечен достаточно длительный временной интервал для эффективной протравки поверхности клубня и его ростков.

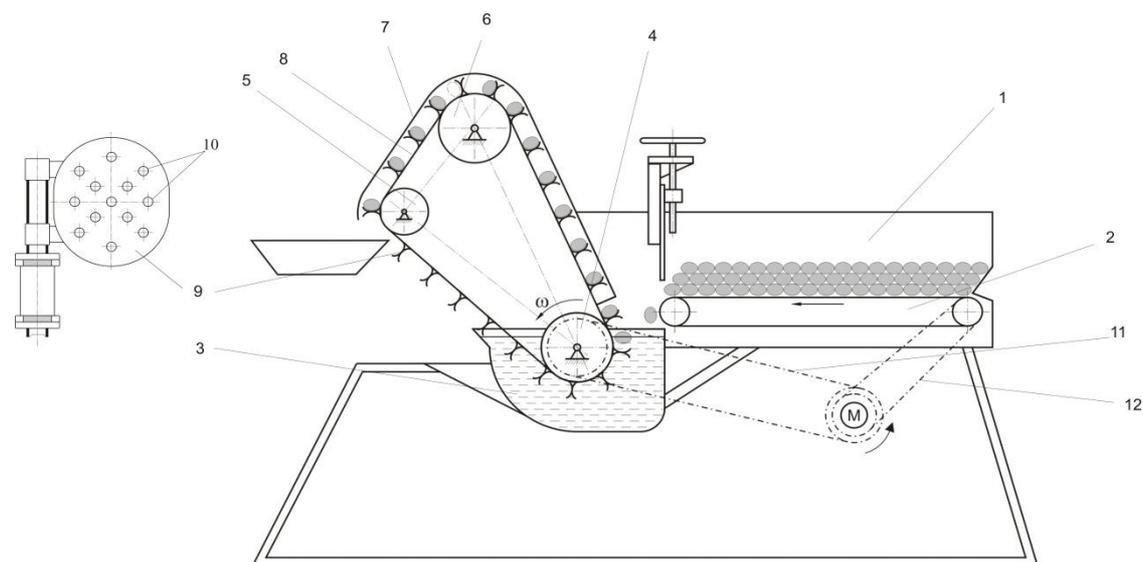


Рисунок 2.6 – Принципиальная схема ложечно-ленточного высаживающего аппарата: 1 – бункер семенных клубней; 2 – донный транспортер; 3 – питательный ковш, 4 – ведущая звездочка; 5, 6, – ведомые звездочки; 7 – кожух; 8 – элеваторный транспортер; 9 – ложечка; 10 – дренажные отверстия; 11, 12 – цепная передача, 13 – электродвигатель, 14 – ограничитель.

Кроме того, после попадания клубней в протравливающую жидкость они всплывают и плавают на ее поверхности, это происходит за счет того, что для обработки используется протравливающая жидкость, плотность которой превышает удельный вес единичных клубней (согласно [39] максимальный удельный вес единичных клубней составляет $1,16 \text{ г/см}^3$). Таким образом, ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата захватывают из ковша-питателя отдельные клубни, плавающие на поверхности протравливающей жидкости. Благодаря этому другие клубни,

находящиеся в ковше-питателе, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой захватившей его, будут отплывать в стороны или погружаться в протравливающую жидкость не нанося росткам друг друга механических повреждений. А это в свою очередь позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней в процессе их посадки картофелепосадочной машиной, так как именно за счет захвата клубней с поверхности жидкости будут обеспечиваться условия более деликатного обращения с ними при их захвате из ковша-питателя.

При этом для получения протравливающей жидкости необходимой плотности контактный фунгицид растворяют в солевом растворе, плотность которого превышает $1,16 \text{ г/см}^3$. Для обработки клубней можно использовать один из контактных фунгицидов: пеннкоцеб, дитан М-45, утан, новозир, при норме расхода $2 \dots 2,5 \text{ кг/т}$ [42]. Данные препараты позволяют снизить спороношение гриба на поверхности клубней и сократить число первичных очагов инфекции. Также для заполнения ковша-питателя протравливающей жидкостью на раме картофелепосадочной машины установлена емкость для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем. Кроме того, ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата выполнены в виде пары ложечек имеющих общее днище, причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель. В процессе перемещения захваченных клубней в зону высадки, цепь с ложечками огибает верхнюю звездочку, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки захватившей его на тыльную сторону нижней соседней ложечки. Таким образом, предлагаемая конструкция ложечек обеспечит более плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек с клубнем в момент его перехода с одной ложечки на другую. К тому же такая конструкция ложечек позволит уменьшить вероятность попадания ростков клубней в пространство между ложечками и

стенками защитного кожуха в момент перехода клубня с одной ложечки на другую, а также позволит снизить вероятность контакта ростков клубней со стенками защитного кожуха. Что в свою очередь будет способствовать снижению травмирования ростков клубней при транспортировке последних в зону сброса клубней в посадочную борозду.

Предлагаемое устройство для посадки пророщенных клубней картофеля включает раму 1 с задними опорными колесами 2, опорный каток 3, копирующее колесо 4, сошник 5, бороздозакрывающие диски 6, установленный на раме 1 бункер 7 с ограничителем 8 и встроенным в его дно транспортером 9, ковш-питатель 10 и двухрядный ложечно-транспортерный посадочный аппарат, состоящий из ведущей звездочки 11, ведомых звездочек 12, 13, 14, защитного кожуха 15 и цепи 16 с ложечками 17.

Ложечки 17 выполнены в виде пары ложечек имеющих общее днище (фиг 2, 3), причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя 10, выполнены отверстия 18 для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель 10.

Также на раме 1 установлена емкость 19 для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки 20 и гибкого трубопровода 21 соединена с ковшом-питателем 10.

Привод ведущей звездочки 11 двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата осуществляется от задних опорных колес 2 через цепную передачу 22. Также от задних опорных колес 2 через цепную передачу 23 приводится в движение транспортер 9 встроенный в дно бункера 7.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом работы емкость 19 заполняют протравливающей жидкостью, плотность которой превышает удельный вес единичных пророщенных клубней картофеля (согласно [42] максимальный удельный вес единичных клубней составляет $1,16 \text{ г/см}^3$). Для приготовления такой протравливающей жидкости контактный фунгицид растворяют в солевом

растворе, плотность которого превышает $1,16 \text{ г/см}^3$. Причем для обработки клубней можно использовать один из контактных фунгицидов: пеннкоцеб, дитан М-45, утан, новозир, при норме расхода $2 \dots 2,5 \text{ кг/т}$ [41].

Затем устройство при помощи трактора перемещают к месту посадки картофеля и после заезда устройства в борозду производят загрузку бункера 7 пророщенными клубнями. Одновременно с этим открывают задвижку 20, в результате чего протравливающая жидкость из емкости 19 по гибкому трубопроводу 21 поступает в ковш-питатель 10 и постепенно заполняет его. После заполнения ковша-питателя 10 протравливающей жидкостью производят закрытие задвижки 20 и поступление протравливающей жидкости из емкости 19 в ковш-питатель 10 прекращается.

Далее, за счет перемещения трактором устройства по полю, производится посадка картофеля.

Процесс посадки протекает следующим образом.

При перемещении устройства по полю крутящий момент от задних опорных колес 2 через цепную передачу 23 передается на вал транспортера 9, который в результате этого приводится в движение. При этом находящиеся в бункере 7 клубни начинают перемещаться транспортером 9 в сторону ковша-питателя 10. Благодаря установленному в бункере 7 ограничителю 8 перемещаемые транспортером 9 клубни, перед их попаданием в ковш-питатель 10, распределяются в один слой. Таким образом, при помощи транспортера 9 клубни из бункера 7 направляют в предварительно заполненный протравливающей жидкостью ковш-питатель 10 (Рисунок 2.6).

Одновременно с этим сошник 5 образуют в грунте посадочную борозду.

Попадая в ковш-питатель 10, клубни погружаются в протравливающую жидкость, а затем всплывают и плавают на ее поверхности, проходя обработку. Причем, попав в протравливающую жидкость, вся поверхность клубня и его ростков полностью смачивается в данной жидкости. При этом ложечками 17 двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата будет осуществляться захват отдельных клубней, плавающих на поверхности

протравливающей жидкости. В результате этого другие клубни, находящиеся в ковше-питателе 10, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой 17 захватившей его, будут отплывать в стороны или погружаться в протравливающую жидкость не нанося росткам друг друга механических повреждений. Что в свою очередь позволит снизить травмирование ростков у пророщенных клубней в процессе их посадки. Попавшая при захвате клубня в ложечку 17 протравливающая жидкость будет стекать обратно в ковш-питатель через отверстия 18, выполненные в ложечке 17. Причем привод ведущей звездочки 11 двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата осуществляется от задних опорных колес 2 через цепную передачу 22.

В процессе перемещения захваченных ложечками 17 клубней в зону сброса клубней в посадочную борозду, цепь 16 с ложечками 17 огибает верхнюю звездочку 12, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки 17 захватившей его на тыльную сторону нижней соседней ложечки 17. При этом предлагаемая конструкция ложечек 17 обеспечивает плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек 17 с клубнем в момент его перехода с одной ложечки 17 на другую. К тому же такая конструкция ложечек 17 позволит уменьшить вероятность попадания ростков клубней в пространство между ложечками 17 и стенками защитного кожуха 15 в момент перехода клубня с одной ложечки 17 на другую, а также позволит снизить вероятность контакта ростков клубней со стенками защитного кожуха 15. Что в свою очередь будет способствовать снижению травмирования ростков клубней при транспортировке последних в зону сброса клубней в посадочную борозду.

Далее клубни транспортируются до зоны сброса, где под действием силы тяжести они укладываются на дно посадочной борозды. Затем бороздозакрывающие диски 6, образуют над высаженными клубнями заданных размеров гребень.

Перед началом посадки картофеля протравливают протравливающую жидкость. Для ее приготовления вначале получают солевой раствор, плотность которого превышает $1,16 \text{ г/см}^3$, для этого в воде, доведенной до температуры

кипения, растворяют пищевую поваренную соль. Затем полученный солевой раствор охлаждают. После охлаждения солевого раствора, для получения протравливающей жидкости, в нем растворяют контактный фунгицид. Причем для обработки клубней можно использовать один из контактных фунгицидов: пеннкоцеб, дитан М-45, утан, новозир, при норме расхода 2...2,5 кг/т [41]. Далее полученную протравливающую жидкость заливают в емкость для протравливающей жидкости, которая установлена на раме предлагаемого устройства.

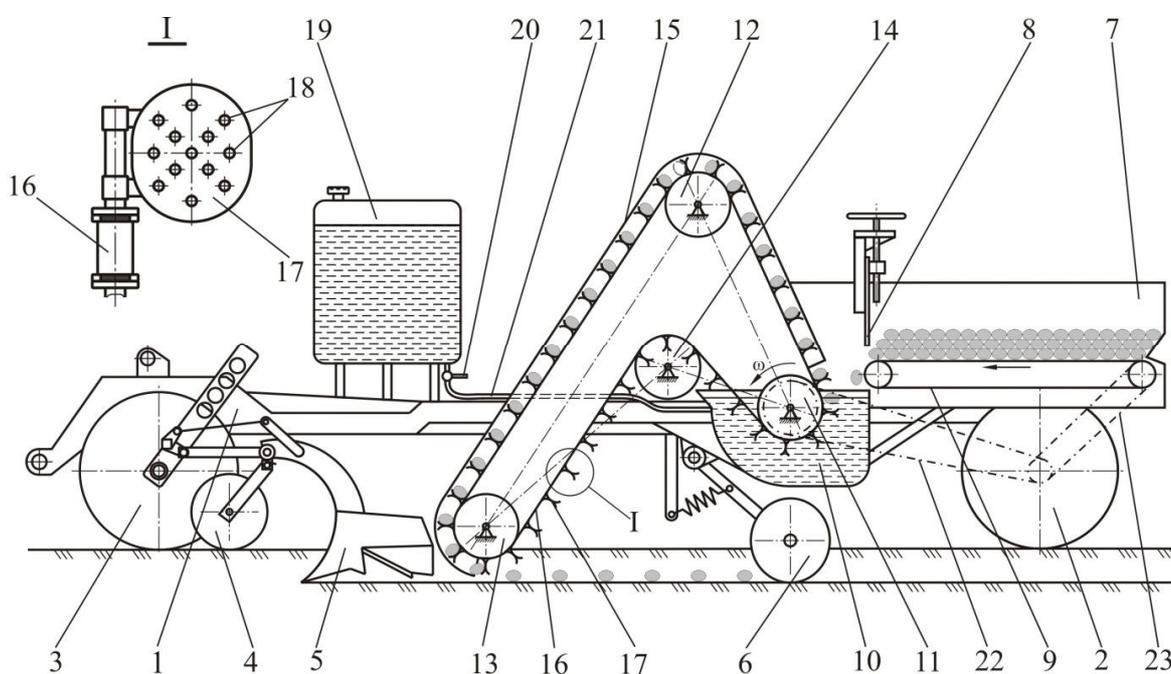


Рисунок 2.7 – Картофелепосадочная машина: 1 – рама; 2 – колесо опорно-приводное заднее; 3 – каток опорный; 4 – колесо копирующее; 5 – сошник-бороздообразователь; 6 – загортач; 7 – бункер семенных клубней; 8 – заслонка бункера; 9 – донный транспортер; 10 – питательный ковш, 11 – ведущая звездочка; 12, 13, 14 – ведомые звездочки; 15 – кожух; 16 – элеваторный транспортер; 17 – ложечка; 18 – дренажные отверстия; 19 – резервуар рабочего раствора; 19 – колесо копирующее; 20, 21 – гидравлические коммуникации; 22, 23 – цепная передача.

После этого предлагаемое устройство при помощи трактора перемещают к месту посадки картофеля и после заезда устройства в борозду в бункер предлагаемого устройства загружают пророщенные клубни. Одновременно с этим ковш-питатель заполняют протравливающей жидкостью, подаваемой из

емкости для протравливающей жидкости.

Затем при помощи трактора предлагаемое устройство перемещают по полю и осуществляют посадку картофеля. При этом пророщенные клубни поступают из бункера в ковш-питатель, в котором клубни обрабатываются протравливающей жидкостью. Из ковша-питателя ложечками двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата осуществляют захват отдельных обработанных клубней, плавающих на поверхности протравливающей жидкости. Захваченные клубни транспортируются в зону сброса в посадочную борозду, где под действием силы тяжести они укладываются на дно посадочной борозды. Затем бороздозакрывающие диски предлагаемого устройства образуют над высаженными клубнями заданных размеров гребень.

Предлагаемое устройство для посадки пророщенных клубней картофеля (Рисунок 2.6) включает раму 1 с задними опорными колесами 2, опорный каток 3, копирующее колесо 4, сошник 5, бороздозакрывающие диски 6, установленный на раме 1 бункер 7 с ограничителем 8 и встроенным в его дно транспортером 9, ковш-питатель 10 и двухрядный ложечно-транспортный посадочный аппарат, состоящий из ведущей звездочки 11, ведомых звездочек 12, 13, 14, защитного кожуха 15 и цепи 16 с ложечками 17.

Ложечки 17 выполнены в виде пары ложечек имеющих общее днище (Рисунок 2.5), причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя 10, выполнены отверстия 18 для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель 10.

Также на раме 1 установлена емкость 19 для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки 20 и гибкого трубопровода 21 соединена с ковшом-питателем 10.

Привод ведущей звездочки 11 двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата осуществляется от задних опорных колес 2 через цепную передачу 22. Также от задних опорных колес 2 через цепную передачу 23

приводится в движение транспортер 9 встроенный в дно бункера 7.

Устройство работает следующим образом.

Перед началом работы емкость 19 заполняют протравливающей жидкостью, плотность которой превышает удельный вес единичных пророщенных клубней картофеля (согласно [42] максимальный удельный вес единичных клубней составляет $1,16 \text{ г/см}^3$). Для приготовления такой протравливающей жидкости контактный фунгицид растворяют в солевом растворе, плотность которого превышает $1,16 \text{ г/см}^3$. Причем для обработки клубней можно использовать один из контактных фунгицидов: пеннкоцеб, дитан М-45, утан, новозир, при норме расхода $2 \dots 2,5 \text{ кг/т}$ [42].

Затем устройство при помощи трактора перемещают к месту посадки картофеля и после заезда устройства в борозду производят загрузку бункера 7 пророщенными клубнями. Одновременно с этим открывают задвижку 20, в результате чего протравливающая жидкость из емкости 19 по гибкому трубопроводу 21 поступает в ковш-питатель 10 и постепенно заполняет его. После заполнения ковша-питателя 10 протравливающей жидкостью производят закрытие задвижки 20 и поступление протравливающей жидкости из емкости 19 в ковш-питатель 10 прекращается.

Далее, за счет перемещения трактором устройства по полю, производится посадка картофеля.

Процесс посадки протекает следующим образом.

При перемещении устройства по полю крутящий момент от задних опорных колес 2 через цепную передачу 23 передается на вал транспортера 9, который в результате этого приводится в движение. При этом находящиеся в бункере 7 клубни начинают перемещаться транспортером 9 в сторону ковша-питателя 10. Благодаря установленному в бункере 7 ограничителю 8 перемещаемые транспортером 9 клубни, перед их попаданием в ковш-питатель 10, распределяются в один слой. Таким образом, при помощи транспортера 9 клубни из бункера 7 направляют в предварительно заполненный протравливающей жидкостью ковш-питатель 10.

Одновременно с этим сошник 5 образуют в грунте посадочную борозду.

Попадая в ковш-питатель 10, клубни погружаются в протравливающую жидкость, а затем всплывают и плавают на ее поверхности, проходя обработку. Причем, попав в протравливающую жидкость, вся поверхность клубня и его ростков полностью смачивается в данной жидкости. При этом ложечками 17 двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата будет осуществляться захват отдельных клубней, плавающих на поверхности протравливающей жидкости. В результате этого другие клубни, находящиеся в ковше-питателе 10, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой 17 захватившей его, будут отплывать в стороны или погружаться в протравливающую жидкость не нанося росткам друг друга механических повреждений. Что в свою очередь позволит снизить травмирование ростков у пророщенных клубней в процессе их посадки. Попавшая при захвате клубня в ложечку 17 протравливающая жидкость будет стекать обратно в ковш-питатель через отверстия 18, выполненные в ложечке 17. Причем привод ведущей звездочки 11 двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата осуществляется от задних опорных колес 2 через цепную передачу 22.

В процессе перемещения захваченных ложечками 17 клубней в зону сброса клубней в посадочную борозду, цепь 16 с ложечками 17 огибает верхнюю звездочку 12, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки 17 захватившей его на тыльную сторону нижней соседней ложечки 17. При этом предлагаемая конструкция ложечек 17 обеспечивает плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек с клубнем в момент его перехода с одной ложечки на другую. К тому же такая конструкция ложечек позволит уменьшить вероятность попадания ростков клубней в пространство между ложечками и стенками защитного кожуха 15 в момент перехода клубня с одной ложечки 17 на другую, а также позволит снизить вероятность контакта ростков клубней со стенками защитного кожуха 15. Что в свою очередь будет способствовать снижению травмирования ростков клубней при транспортировке последних в зону сброса клубней в посадочную борозду.

Далее клубни транспортируются до зоны сброса, где под действием силы тяжести они укладываются на дно посадочной борозды. Затем бороздозакрывающие диски 6, образуют над высаженными клубнями заданных размеров гребень.

При новой загрузке бункера 7 клубнями, ковш-питатель 10 пополняют необходимым объемом протравливающей жидкости, подаваемой из емкости 19 при открытии задвижки 20.

Использование предлагаемого высаживающего аппарат является тем необходимым компромиссным решением деликатного обращения с проросшими клубнями и их равномерного распределения в продольно–поперечном направлении посадочных борозд, которое во многом предопределяет высокую рентабельность возделывания ранних сортов картофеля.

2.4. Выводы по разделу

1. С использованием литературных источников проведены исследования агробиологических и физико–механических свойств пророщенного картофеля, которые позволили получить данные, необходимые для изучения процесса взаимодействия между клубнями и конструктивных элементов (питательный ковш) .

2. Поисковые опыты и результаты лабораторных исследований высаживающего аппарата, позволили обосновать перспективную конструктивно–технологическую схему ложечно–транспортного высаживающего аппарата, технологический процесс которого был объектом дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

3. Наибольшее влияние при посадке пророщенного картофеля оказывает травмирование ростков о поверхность питательного ковша захвате и сбрасывании лишних клубней, значение чего следует учитывать при оптимизации конструктивно–технологических параметров разрабатываемого высаживающего аппарата.

3. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПИТАТЕЛЯ ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННОГО КАРТОФЕЛЯ

При проектировании машин для посадки пророщенных клубней картофеля необходимо выполнить расчет основных параметров их механизмов. Специфические особенности физико-механических свойств пророщенных клубней в сочетании с качеством выполнения процесса посадки предопределили цель настоящих исследований. А именно теоретические исследования заключаются в том, чтобы найти необходимые зависимости между конструктивными и кинематическими параметрами ложечно-транспортного высаживающего и питательного аппаратов, взаимодействия их с клубнем и рабочей жидкостью, а также разработать методику их расчета. Разработка такой методики возможна при наличии теоретических и экспериментальных исследований работы высаживающего аппарата.

Для достижения этой цели последовательно выполнены следующие теоретические исследования:

- рассчитать геометрические параметры ложечного транспортера;
- определить кинематические параметры высаживающего аппарата;
- процесса движения трех (глухая, с отверстиями радиально расположенная, с отверстиями, расположенная под углом относительно центра вращения) вариантов конструкции ложечки высаживающего аппарата в жидкости с целью определения её оптимальной формы;
- процесса захвата ложечкой клубня и выноса его на поверхность жидкости, определены пределы скорости движения ложечки, при которых не происходит выбрасывания клубня;
- процесса опорожнения от рабочей жидкости ложечки, имеющей разное количество отверстий;
- обосновать параметры питающего устройства высаживающего аппарата (скорость движения питающего транспортера, параметры приемного ковша, какой слой клубней должен быть в нем).

3.1. Динамика процесса работы высаживающего аппарата в жидкой среде

При посадке пророщенных клубней картофеля с помощью картофелепосадочной машины требуется техническое решение, позволяющее с одной стороны - обеспечить сохранность появившихся ростков, с другой – их протравливание. Решением поставленной задачи является технологический процесс, включающий в себя подачу клубней из бункера в ковш-питатель, предварительно заполненный протравливающей жидкостью, захват клубней ложечками двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата и транспортировку клубня в зону сброса в посадочную борозду. В качестве протравливающей жидкости используют раствор контактного фунгицида в солевом растворе, плотность которого превышает удельный вес клубней, не менее $1,16 \text{ г/см}^3$.

3.1.1. Анализ движения ложечного транспортера в жидкости

Процесс захвата клубней картофеля из жидкой среды требует определения геометрических и кинематических параметров транспортного посадочного аппарата, обеспечивающих их надежное удержание в ложечках, а следовательно, и предотвращения пропусков при посадке. Кроме того важно изучить процесс взаимодействия ложечки с жидкостью и определить параметры наименьшего возмущающего воздействия, также определяющего надежный захват клубней.

Рассмотрим взаимодействие ложечки, имеющей форму усеченной сферы (Рисунок 3.1), радиусом r и глубиной ℓ , расположенной радиально относительно центра вращения O' , вращающейся с постоянной угловой скоростью ω с неподвижной жидкостью в приемном ковше. Определим силу P_x , с которой жидкость действует на ложечку.

Выберем систему координат XoY , жестко связанную с движущейся ложечкой. И рассмотрим силу действия жидкости на ложечку, не имеющую отверстий. При этом к действующим на ложечку силам необходимо добавить

центробежную силу инерции $F_{ин}$ (силы инерции действуют на жидкость внутри ложечки).

Для определения силы давления жидкости на ложечку в направлении оси X воспользуемся теоремой об изменении количества движения: изменение количества движения жидкости в единицу времени в выбранном направлении равно проекции всех сил, действующих на жидкость в этом направлении или в дифференциальном виде:

$$dP_x \cdot dt = d(mv).$$

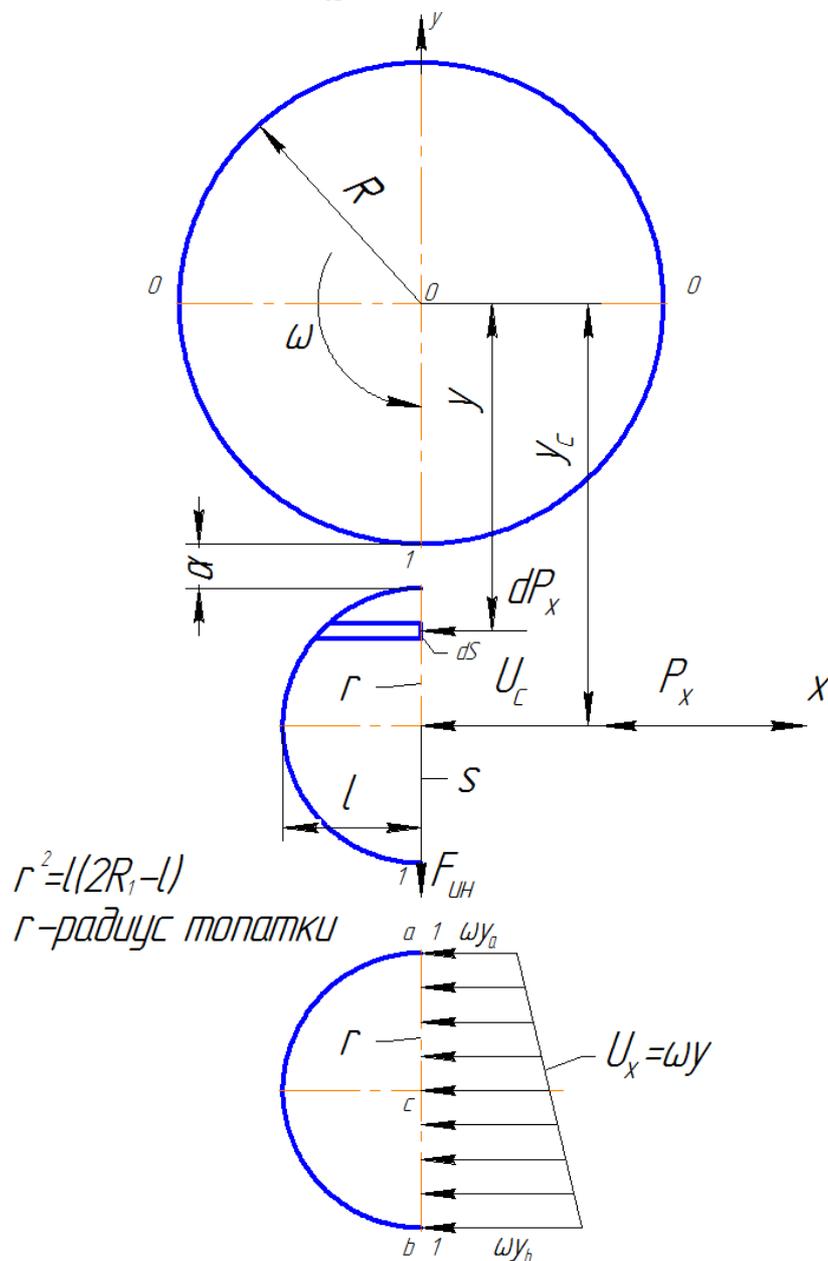


Рисунок 3.1 – Взаимодействие радиально расположенной ложечки с жидкостью

Выделим на поверхности лопатки элементарную площадку, проекция которой на ось Y (поверхность 1-1) равна dS .

Имеем:

$$dP_x \cdot dt = d(mv) = \rho dQ v_x = \rho Q \cdot dt v_x = \rho v_x^2 dS \cdot dt ,$$

где $\rho dQ = dm$ - элементарная масса жидкости, перемещаемая поверхностью dS в направлении оси X в единицу времени;

$$dQ - \text{элементарный расход жидкости } dQ = v_x \cdot dS.$$

Тогда элементарная сила давления жидкости на поверхность лопатки

$$dP_x = \rho v_x^2 dS = \rho \omega^2 y^2 dS \quad (3.1)$$

где ρ - плотность жидкости, кг/м³.

Интегрируя выражение (3.1) по площади S проекции лопатки на направление движения, получим:

$$P_x = \int_S dP_x = \rho \omega^2 \int_S y^2 dS = \rho \omega^2 \left[I_{cc} + y_c^2 S \right] \quad (3.2)$$

где I_{cc} - момент инерции площади S (круга) относительно оси $c-c$, проходящей через ее центр тяжести и параллельной оси X . Имеем:

$$I_{cc} = \frac{\pi r^4}{64}$$

где r - радиус поверхности S (круг), м.

Тогда:

$$P_x = \rho \omega^2 \left[\frac{\pi r^4}{64} + y_c^2 S \right]$$

Учитывая, что $S = \pi r^2$; $y_c = R + a + r$, получим

$$P_x = \rho \omega^2 \left[\frac{\pi r^4}{64} + (R + a + r)^2 \pi r^2 \right] \quad (3.3)$$

В данном выражении учтено, что сила инерции $F_{ин}$ направлена перпендикулярно оси X и проецируется на направление движения в ноль.

Проведенные расчеты определили, что влияние первого члена в квадратных скобках выражения (3.3) пренебрежимо мало и его можно записать в виде:

$$P_x = \rho \omega^2 y_c^2 S = \rho \omega^2 (R + a + r)^2 \pi r^2 \quad (3.4)$$

Выражение (3.4) показывает, что сила давления жидкости на поверхность ложечки P_x определяется скоростью движения ее центра тяжести U_c :

$$U_c = \omega y_c,$$

что равносильно обтеканию ложечки равномерным потоком со скоростью U_c

Определим среднюю величину давления P , которое действует на жидкость в плоскости 1-1:

$$P = \frac{P_x}{S} = \frac{P_x}{\pi r^2} = \rho \omega^2 y_c^2 = \rho U_c^2 \quad (3.5)$$

Согласно формуле (3.5) давление жидкости внутри ложечки, обусловленное торможением набегающего потока (или давление движущейся ложечки на неподвижную жидкость) равно удвоенному динамическому давлению набегающего потока:

$$P = 2 \frac{\rho U_c^2}{2}$$

Для удобообтекаемых тел сила сопротивления движению (сила лобового сопротивления) стремится к нулю и определяется только силами трения, возникающими при движении тела в жидкости. Для плохообтекаемых тел (каким является наша ложечка) сила лобового сопротивления значительно больше силы трения, однако она меньше значения, определяемого выражением (3.5) и находится следующим образом:

$$P_l = C_x S_m \frac{\rho U_x^2}{2} = C_x \frac{P_x}{2}, \quad (3.6)$$

где C_x – коэффициент лобового сопротивления, определяемый опытным путем, и зависит от формы тела, числа Рейнольдса, угла набегания потока и ряда других параметров;

S_m – площадь миделева сечения ложечки, м.

Впервые такие данные встречаются в трудах Ньютона [45]. Коэффициент лобового сопротивления по Ньютону равен 2,0 – это максимально возможная теоретическая величина. Однако, если в кормовую часть тела, вблизи него, установить другое тело с тем же миделевым сечением, то общее сопротивление давления системы тел уменьшается.

Во время поисковых опытов определялось сопротивление 2-х вариантов ложечек: прямая и обратная ложечки, имеющие сплошные доньшки, и прямая и обратная ложечка с боковыми отверстиями в первой, а в месте их соединения имелось одно общее центральное отверстие. Для простоты рисунков обратная ложечка на них не показана.

Для плохообтекаемых тел сила давления на кормовую часть зависит от условий обтекания тела, т.е. его формы, определяющей отрыв потока от тела и образования вихрей за ним (формой вихревого следа) и будет всегда меньше силы давления на лобовую часть тела. В результате возникает результирующая сила давления, определяющая величину лобового сопротивления движению. В нашем случае за прямой ложечкой установлена обратная ложечка, находящаяся в тыльной части первой.

Тогда силу сопротивления движению прямой и обратной ложечки первого варианта можно записать в виде:

$$P_{л} = C_x S \frac{\rho v_c^2}{2} = C_x \frac{1}{2} \rho \omega^2 (R + a + r)^2 \pi r^2, \quad (3.7)$$

где C_x - коэффициент лобового сопротивления, можно принять, согласно расчетам Ньютона, $C_x \leq 1,43$.

S – площадь ложечки на линии 1-1, м²;

R – радиус ведущей звездочки привода ложечного транспортера, м;

a – расстояние между звездочкой и ложечкой, м;

ρ - плотность раствора, г/см³.

Рассмотрим второй вариант ложечек, имеющих центральное и боковые отверстия.

Учтем влияние отверстий в ложечке на величину силы P_x . При наличии в ложечке отверстий, общей площадью S_0 количество движения будет равно:

$$\rho Q_{oms} v_c = \rho \mu_0 S_0 v_c \cdot v_c = \rho \mu_0 S_0 v_c^2,$$

где μ_0 - коэффициент расхода отверстий,

Q_{oms} - расход жидкости через отверстия, л/с.

$$\text{Тогда } P_x = \rho \omega^2 y_c^2 S - \rho \mu_0 S_0 \omega^2 y_c^2 = \rho \omega^2 y_c^2 (S - \mu_0 S_0)$$

$$\text{или } P_x = \rho \omega^2 y_c^2 S \left(1 - \mu_0 \frac{S_0}{S}\right)$$

$$\text{Откуда } P_x = \rho \omega^2 (R + a + r)^2 \pi r^2 \left[1 - \mu_0 \frac{n r_{oms}^2}{r^2}\right],$$

где r_{oms} - радиус единичного отверстия, м;

S_0 - площадь отверстия, м²;

n - количество отверстий.

Сила лобового сопротивления в этом случае будет равна:

$$P_l = C_x \frac{P_x}{2} = \frac{1}{2} C_x S \omega^2 (R + a + r)^2 \pi r^2 \left[1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{oms}}{r}\right)^2\right]. \quad (3.8)$$

Коэффициент расхода отверстий μ_0 зависит от числа Рейнольдса:

$$Re = \frac{v_c d_{oms}}{\nu},$$

при $Re > 10^2$ величина $\mu_0 \approx 0,62 - 0,65$ [45].

Норма посадки и производительность картофелесажалки зависит от линейной скорости транспортера высаживающего аппарата.

При диаметре отверстия $d_{oms} = 0,005$ м и расчетной скорости транспортера $v_c = 0,5$ м/с имеем:

$$Re = \frac{0,5 \cdot 0,005}{1 \cdot 10^{-6}} = 2500 .$$

Отверстия в лопатке необходимы для предотвращения дополнительного расхода протравливающей жидкости в борозду, хотя наличие отверстий в них и может повлиять на коэффициент лобового сопротивления C_x в сторону его уменьшения. Однако, все равно величина $C_x \leq 2,0$.

Как видно из графиков (Рисунок 3.2 и Рисунок 3.3), на скорость лобового сопротивления ложечки без отверстий и с отверстиями влияет радиус и скорость движения ложечки. При этом у ложечки без отверстий сила лобового сопротивления возрастает по экспоненте, а у ложечки с отверстиями имеет линейную зависимость. Из графика влияния радиуса ложечки и скорости движения на силу лобового сопротивления ложечки с отверстиями видно, что при увеличении радиуса ложечки сила лобового сопротивления уменьшается, а при увеличении скорости – увеличивается, в то время как у ложечки без отверстий радиус и скорость движения ложечки приводят к увеличению силы лобового сопротивления.

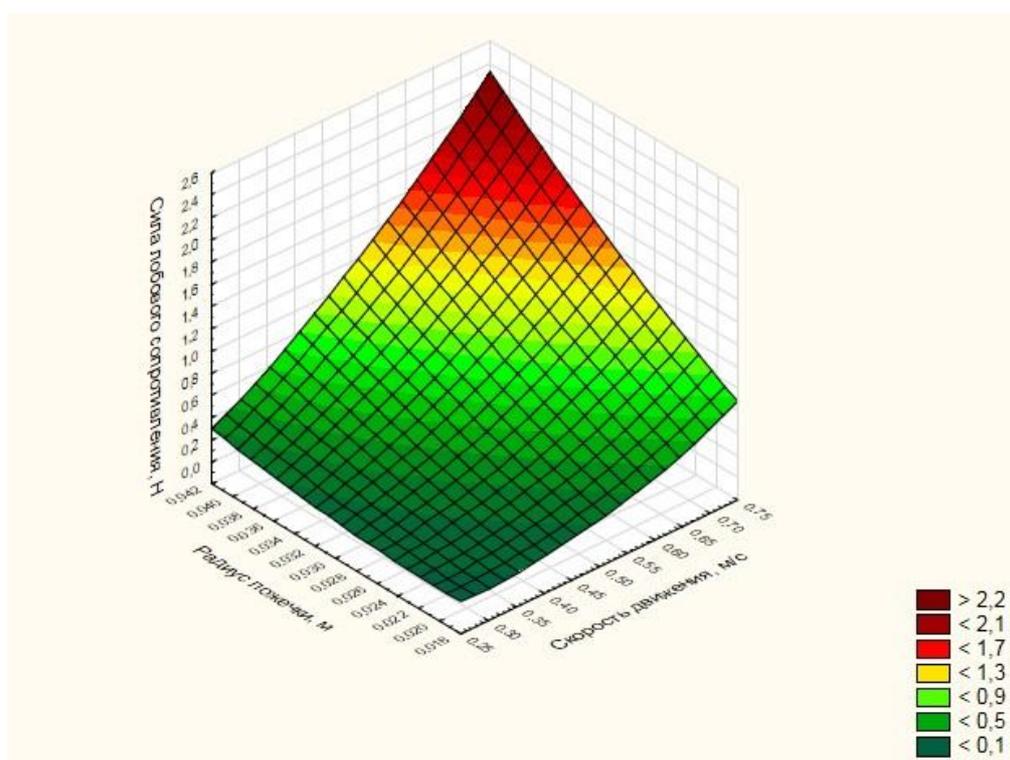


Рисунок 3.2 – График влияния радиуса ложечки и скорости движения на силу лобового сопротивления ложечки без отверстий

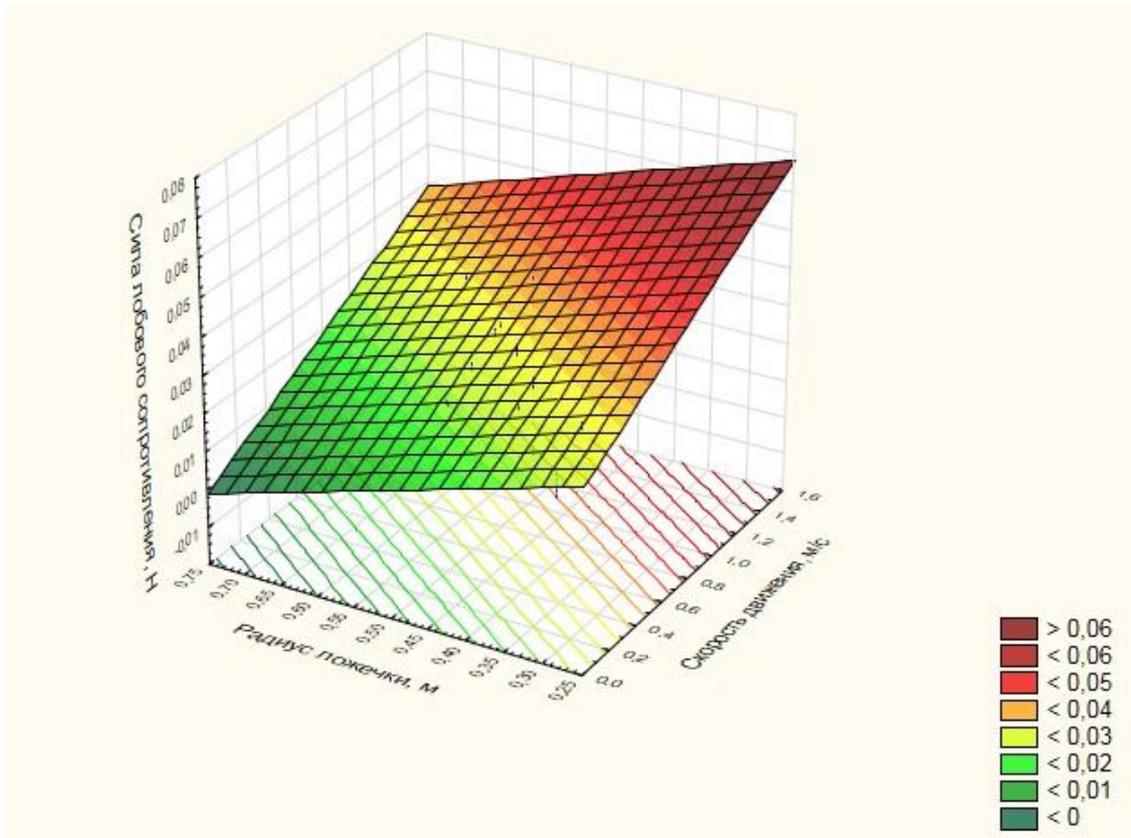


Рисунок 3.3 – График влияния радиуса ложечки и скорости движения на силу лобового сопротивления ложечки с отверстиями

3.1.2. Взаимодействие клубня с ложечкой в жидкости.

В момент выхода лопатки транспортера высаживающего аппарата на поверхность протравливающей жидкости существует опасность «выброса» клубня за ее пределы. Определим условия, при которых захватываемый клубень будет надежно удерживаться в ложечке.

Будем считать, что клубень представляет собой шар с эквивалентным радиусом r_2 . В статическом состоянии, находясь на поверхности жидкости (Рисунок 3.4) клубень находится под действием веса G и архимедовой силы P_A .

Условие равновесия относительно вертикальной оси Z имеет вид:

$$G = P_A . \quad (3.9)$$

$$G = \rho_T g W_T = \rho_T g \frac{4}{3} \pi r_2^3$$

Имеем:

$$P_A = \rho g W_{\text{погр}}$$

где ρ_T и ρ - плотность клубня и жидкости соответственно, кг/м³;

W_T - объем клубня, м³;

$W_{погр}$ - объем погруженной части клубня, м³.

$$\text{Получаем: } 4 r_2^3 \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho}\right) = h_1^2 (3 r_2 - h_1) \quad (3.10)$$

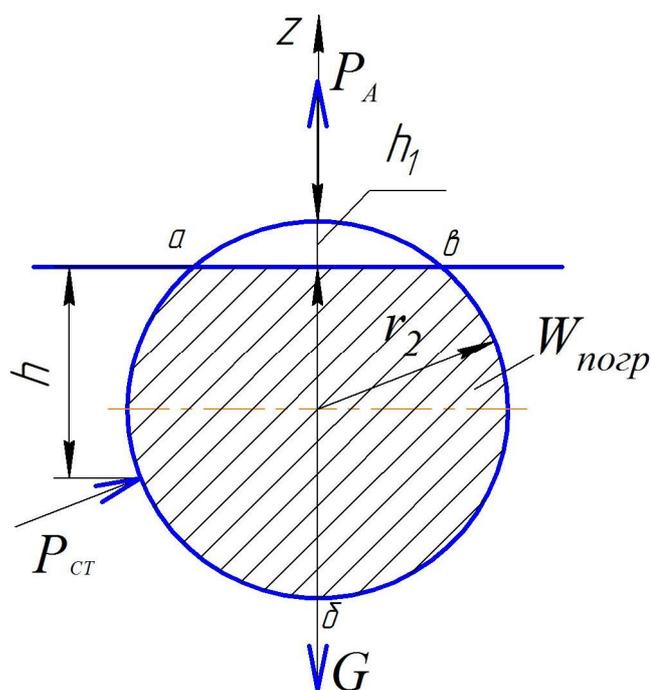


Рисунок 3.4 – Схема к определению сил, действующих на погруженный в жидкость клубень

Выражение (3.10) позволяет определить выход клубня на поверхность жидкости h_1 при заданном значении отношения ρ_T/ρ и величины радиуса r_2 . В статическом состоянии клубень находится под действием силы давления жидкости, величина которой в произвольной точке поверхности клубня равна $P_{ст} = \rho gh$. Результатом действия силы статического давления на погруженную в жидкость поверхность клубня abv и является архимедова сила P_A , которая уравновешивала вес клубня G .

При подходе вращающейся ложечки к клубню часть его поверхности abv погружается внутрь ложечки (Рисунок 3.5). Сечение клубня на уровне площадки 1-1 составляет в этот момент площадь S_1 . И на поверхность ложечки, кроме сил статического давления, начинают действовать силы

гидродинамического давления, которые проецируются на вертикальное направление Z и вызывают подъем клубня над свободной поверхностью жидкости (увеличение h_1).

Гидродинамическое давление в произвольной точке жидкости внутри ложечки определяется двумя факторами. С одной стороны, на жидкость, вращающуюся вместе с ложечкой с угловой скоростью ω , действует ускорение центробежных сил инерции:

$$j = \omega^2 y = v\omega; \quad v = \omega y$$

где v – линейная скорость движения точки 1.

В результате в точке 1 действует центробежное давление:

$$P_{ц} = \rho \frac{\omega^2 y^2}{2} = \rho \frac{v^2}{2}. \quad (3.11)$$

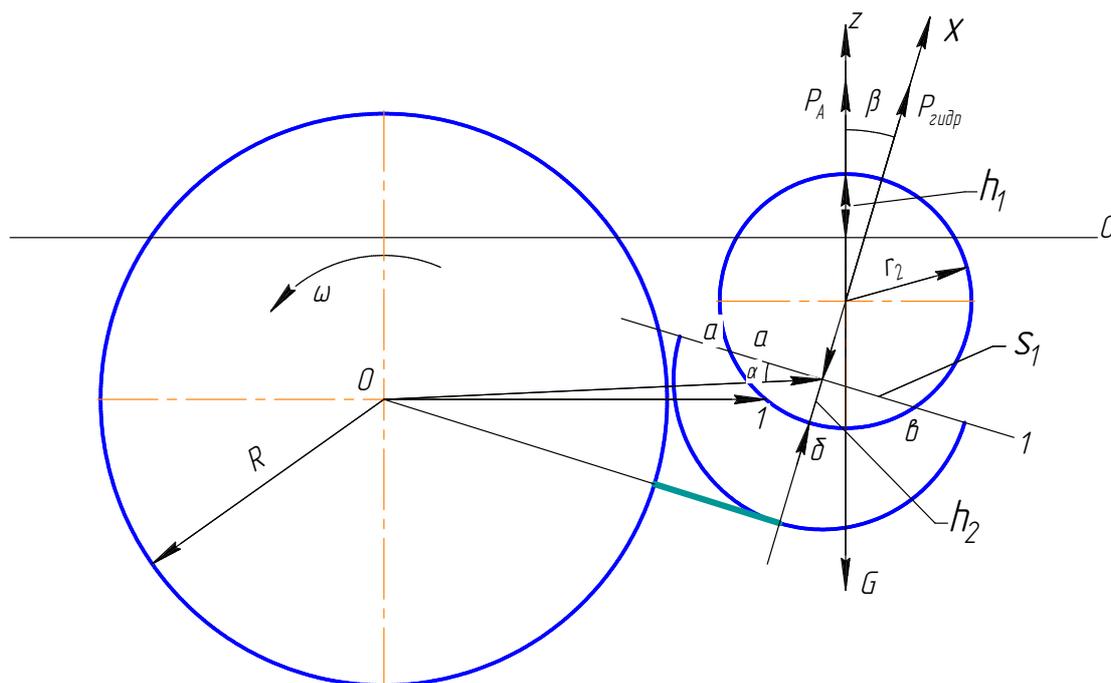


Рисунок 3.5 – Схема к определению сил при захвате клубня ложечкой

С другой стороны, в системе координат жестко связанной с ложечкой, происходит торможение набегающего потока, имеющего скорость v .

$$v = \omega y$$

В результате в точке 1 возникает дополнительное динамическое давление, связанное с торможением набегающей жидкости в обратимом движении или

давлением неподвижной жидкости в камере на движущуюся жидкость в ложечке в прямом движении:

$$P_{\partial} = \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3.12)$$

Тогда гидродинамическое давление в произвольной точке жидкости внутри лопатки будет равно

$$P_{гидр} = P_{ц} + P_{\partial} = \rho v^2 = \rho \omega^2 y^2 \quad (3.13)$$

Сила гидродинамического давления $P_{гидр}$ в направлении оси X (перпендикулярно плоскости (1-1) на поверхности клубня abv , будет эквивалентна силе давления на проекцию этой поверхности – S_l в том же направлении. Сила гидродинамического давления на этой поверхности изменяется от величины

$$P_a = \rho \omega^2 y_a^2 \text{ до } P_b = \rho \omega^2 y_b^2,$$

где y_a и y_b – расстояния (радиусы) соответствующих точек клубня.

Элементарная сила гидродинамического давления, действующая на поверхность S_l , будет равна:

$$dP = P dS_1 = \rho \omega^2 y^2 dS_1$$

Точная сила гидродинамического давления на поверхность S_l :

$$P = \int_{S_1} dP = \rho \omega^2 \int_{S_1} y^2 dS_1$$

Расчеты показали, что величиной момента инерции площадки S_l можно пренебречь и сила гидродинамического давления для радиальной ложечки будет равна:

$$P_{гидр} = \rho \omega^2 y_c^2 S_1 = \rho v_c^2 S_1 \quad (3.14)$$

Проекция гидродинамической силы $P_{гидр}$ на вертикальную ось Z будет равна:

$$(P_{гидр})_z = P_{гидр} \cos \beta = \rho v_c^2 S_1 \cos \beta \quad (3.15)$$

При движении ложечки происходит изменение, как величины площадки S_l , так и угла β . Максимальная величина $(P_{гидр})_Z$ будет при $h_2=r_2$ и $\beta=0$. Для выполнения этих условий необходимо задаться параметрами ложечки и величиной семенного материала.

Примем допущение, что клубень располагается симметрично относительно ложечки.

Условие равновесия сил вдоль вертикальной оси Z :

$$P_A + P_{гидр} = G$$

Определяем данные силы:

$$G = \rho_T g \frac{4}{3} \pi r_2^3$$

$$P_A = \rho g \frac{4}{3} \pi r_2^3 - \frac{1}{3} \rho g \pi h_1^2 (3r_2 - h_1)$$

$$P_{гидр} = \rho v_c^2 \pi r_2^2$$

После подстановки решаем относительно v_c^2

$$v_c^2 = \frac{1}{3} g \left[\frac{h_1^2}{r_2^2} (3r_2 - h_1) - 4r_2 \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho} \right) \right] \quad (3.16)$$

$$(r_2 < \ell; S_1 = \pi r^2; \beta = 0; \ell < \ell_1)$$

Из выражения (3.16) возможно определить максимальный вынос клубня на свободную поверхность жидкости h_1 при заданной скорости движения v_c , радиусе клубня r_2 и значении ρ_T/ρ .

Определим из (3.16) скорость v_c , при которой ложечка подходит к поверхности жидкости О-О, вынося клубень наполовину ($h_1 = r_2$). Тогда

$$(v_c)_{r_2}^2 = \frac{4}{3} g r_2 \left(\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{2} \right) \quad (3.17)$$

Например, при $r_2 = 0,025$ м и $\rho_T/\rho = 1,15$ $(v_c)_{r_2} = 0,461$ м/с.

Используя данное выражение, следует учитывать, что ложечка, при движении к свободной поверхности, поворачивается на некоторый угол β . Поэтому предыдущее выражение правильнее записать в виде:

$$(v_c)_{r_2} = \sqrt{\frac{4gr_2\left(\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{2}\right)}{3 \cos \beta}} \quad (3.18)$$

Влияние радиуса клубня на скорость движения ложечки показан на графике (Рисунок 3.6).

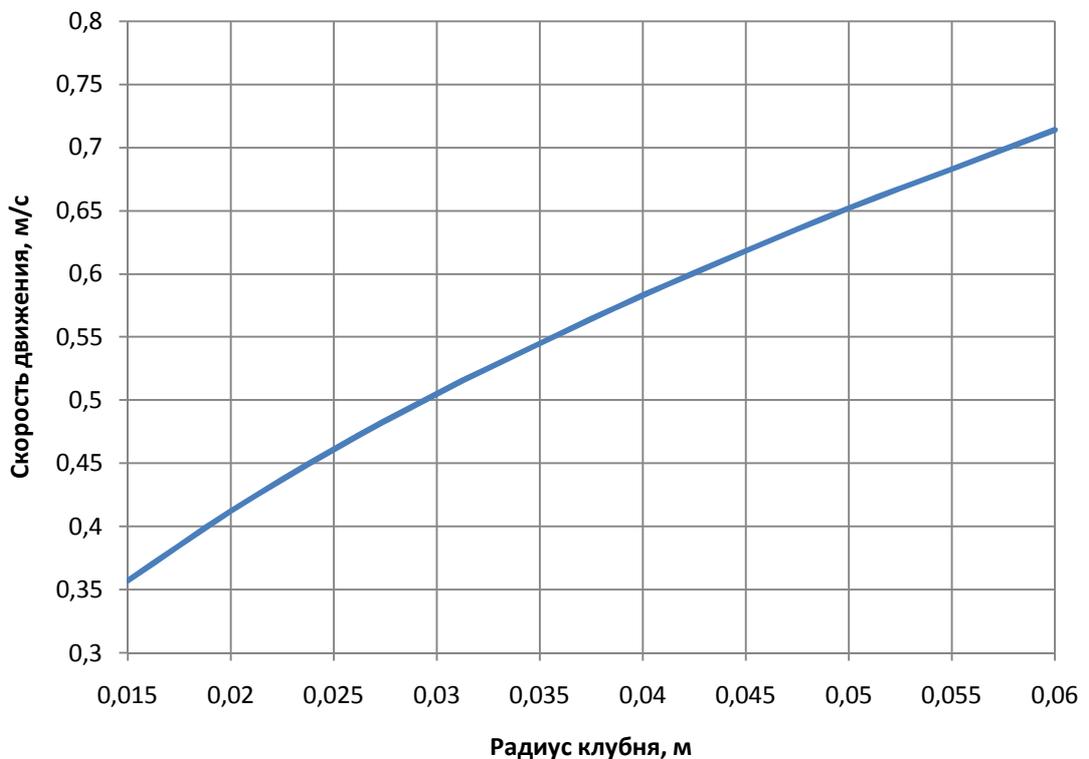


Рисунок 3.6 – График скорости движения, при которой ложечка подходит к поверхности жидкости

На графике видно, что радиус клубня и скорость движения имеют квадратичную зависимость, то есть при увеличении радиуса клубня, увеличивается скорость движения клубня при взаимодействии с ложечкой.

Таким образом, нами определена скорость движения ложечки транспортера, при которой происходит захват и перемещение клубня к поверхности жидкости.

3.1.3. Движение ложечки транспортера при выходе на поверхность жидкости и влияние отверстий ложечки на процесс захвата клубней

Рассмотрим действие сил на захваченный и движущийся в ложечке клубень при подходе к свободной поверхности.

Максимальный вынос клубня на поверхность будет при пересечении плоскости ложечки $l-l$ свободной поверхности жидкости $0-0$. В этом случае

$$h_2 = r_2 - \Delta h_1$$

Тогда

$$v_c^2 = \frac{4}{3} g \left[\frac{\rho_T}{\rho} \frac{r_2^3}{r_2^2 - \Delta h_1^2} - \frac{1}{4} \frac{(2r_2 + \Delta h_1)(r_2 - \Delta h_1)}{r_2 + \Delta h_1} \right] \quad (3.19)$$

Таким образом, имеем зависимость выноса клубня на поверхность от скорости движения ложечек транспортера.

Учтем влияние отверстий в ложечке на величину гидродинамической силы $P_{гидр}$ интегрально следующим образом. Средняя скорость набегающего на ложечку потока жидкости в обратимом движении v_c , определяется расходом потока $Q = v_c S_M$.

При малых углах наклона ложечки к поверхности жидкости площадь ее миделева сечения $S_M \approx \pi r^2$

$$Q = \pi r^2 v_c \quad (3.20)$$

При наличии отверстия в ложечке расход жидкости, увлекаемый ею в прямом движении или расход «торможения» в обратимом движении (поток набегаёт на ложечку) будет меньше (3.20) на величину расхода через отверстия ложечки $Q_{отв}$, что эквивалентно уменьшению скорости набегающего потока v_c . Тогда, при наличии отверстий, общей площадью $n s_o$ получим

$$Q' = v_c' S_M - Q_{отв}$$

$$Q_{отв} = \mu_o n s_o v_c' \quad (3.21)$$

где n – число отверстий;

v'_c - скорость жидкости в отверстиях, м/с.

Истечение через отверстия происходит за счет среднего гидродинамического давления внутри ложечки $P_{гидр} = \rho v'_c{}^2$ что и приводит к выражению (3.21).

Тогда

$$Q' = v'_c S_M \left(1 - \frac{\mu_o n S_o}{S_M}\right). \quad (3.22)$$

Сравнивая выражения (3.21) и (3.22), получим

$$v'_c = v_c \left(1 - \frac{\mu_o n S_o}{S_M}\right). \quad (3.23)$$

Принимая $S_M = \pi r^2$, получим

$$v'_c = v_c \left[1 - \mu_o n \left(\frac{r_{омв}}{r}\right)^2\right]. \quad (3.24)$$

Радиус r можно выразить через радиус ложечки r_1 и её глубину l

$$r^2 = l(2r_1 - l).$$

Тогда гидродинамическое давление внутри ложечки при наличии отверстий будет равно:

$$P_{гидр} = \rho v'^2 = \rho v^2 \left[1 - \mu_o n \left(\frac{r_{омв}}{r}\right)^2\right]^2 = \rho \omega^2 y^2 \left[1 - \mu_o n \left(\frac{r_{омв}}{r}\right)^2\right]^2. \quad (3.25)$$

Выражение (3.25) можно записать в виде $P_{гидр} = \rho \omega_*^2 y^2$,

$$\text{где } \omega_* = \omega \left[1 - \mu_o n \left(\frac{r_{омв}}{r}\right)^2\right]^2,$$

приведенная к пересчитанной линейной скорости движения v'_c угловая скорость ложечки.

Другими словами влияние отверстий в ложечке можно свести к изменению (уменьшению) её угловой скорости ω . Физический смысл этого в

том, что каждая жидкая частица в объеме ложечки за счет расхода отверстий приобретает скорость в направлении, обратном вращению ложечки. В результате, в произвольной точке ложечки скорость движения жидкой частицы будет равна:

$$v' = v^2 \left[1 - \mu_o n \left(\frac{r_{омв}}{r} \right)^2 \right]. \quad (3.26)$$

Таким образом, можно рассматривать все полученные выражения как для ложечки с отверстиями, так и без (в том числе ускорение сил инерции, действующих в жидкости, путем замены реальной угловой скорости ω на приведенную ω^*). Однако это не касается угловой скорости самой ложечки, как механического объекта, который вращается с угловой скоростью ω . Так, если клубень садится на дно ложечки, на него будут действовать центробежные силы, определенные её угловой скоростью.

Если скорость движения ложечки близка к $(v_c)_{г}$ (3.18), а её глубина $l \leq r_2$, то клубень при выходе ложечки на поверхность жидкости садится на дно ложечки и на него, как на твердое тело, начинает действовать центробежная сила инерции, которая стремится «выбросить» клубень из ложечки (рисунок 3.4).

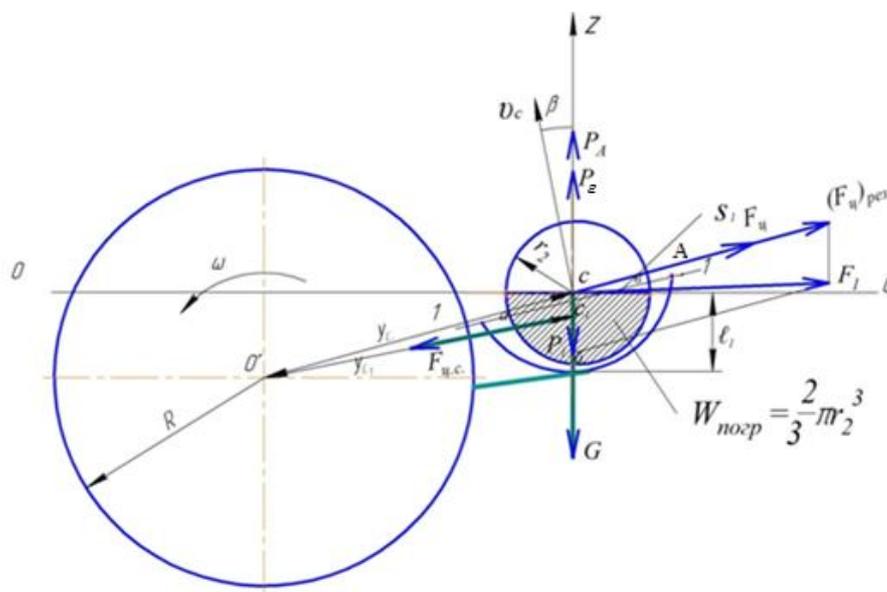


Рисунок 3.7 – Схема момента выхода ложечки из жидкости

$$F_u = \rho_T W_T j_c = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \omega^2 y_c = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T v_c \omega \quad (3.27)$$

где j_c - ускорение сил инерции $j_c = \omega^2 y_c = \frac{v_c^2}{y_c}$, м/с².

Одновременно на погруженную часть клубня действует центростремительная сила F_{uc}

$$F_{uc} = \rho W_{погр} j_{c'} = \frac{2}{3} \pi r_2^3 \rho \omega^2 y_{c'}$$

где $y_{c'}$ – координата центра тяжести погруженной части клубня, м.

Принимая $y_{c'} \approx y_c$, получим:

$$F_{uc} = \frac{2}{3} \pi r_2^3 \rho \omega^2 y_c = \frac{2}{3} \pi r_2^3 v_c \omega \rho \quad (3.28)$$

Центростремительная сила обусловлена радиальной составляющей силы гидродинамического давления на поверхность клубня *абв* (эффект центрифугирования). Тогда результирующая центробежная сила, действующая на клубень, будет равна:

$$(F_u)_{рез} = F_u - F_{uc} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 v_c \omega \rho_T \left(1 - \frac{\rho}{2\rho_T}\right) \quad (3.29)$$

Строго говоря, необходимо сложить два вектора F_u и F_{uc} и их сумма будет несколько меньше, чем это даёт выражение (3.29).

Вес тела G , архимедова сила P_A и гидродинамическая сила P_2 в момент выхода лопатки на поверхность взаимно компенсированы. Результирующая центробежная сила $(F_u)_{рез}$ будет стремиться «выбросить» клубень из лопатки, если вектор этой силы проходит выше края ложечки (точка А). После выхода ложечки на свободную поверхность сила динамического давления исчезает, так как отсутствует торможение набегающего потока жидкости и гидродинамическое давление становится равным центробежному давлению:

$$P_{гидр} = P_{центр} = \frac{\rho v_c}{2}$$

Пользуясь масштабами сил можно построить векторные диаграммы сил, действующих на клубень, при выходе ложечки на свободную поверхность при $r_2 \sim l$.

Если до момента выхода ложечки на свободную поверхность клубень «садится» на её дно (Рисунок 3.8) то на него, как на твердое тело, действует центробежная сила инерции, направленная под углом α к горизонту, и создающая условия для выбрасывания клубня из ложечки в направлении точки A . При $\vartheta_c^2 = (\vartheta_c)_{r_2}^2$ все остальные силы, действующие на клубень скомпенсированы и сила P_1 , прижимающая клубень к дну ложечки равна нулю.

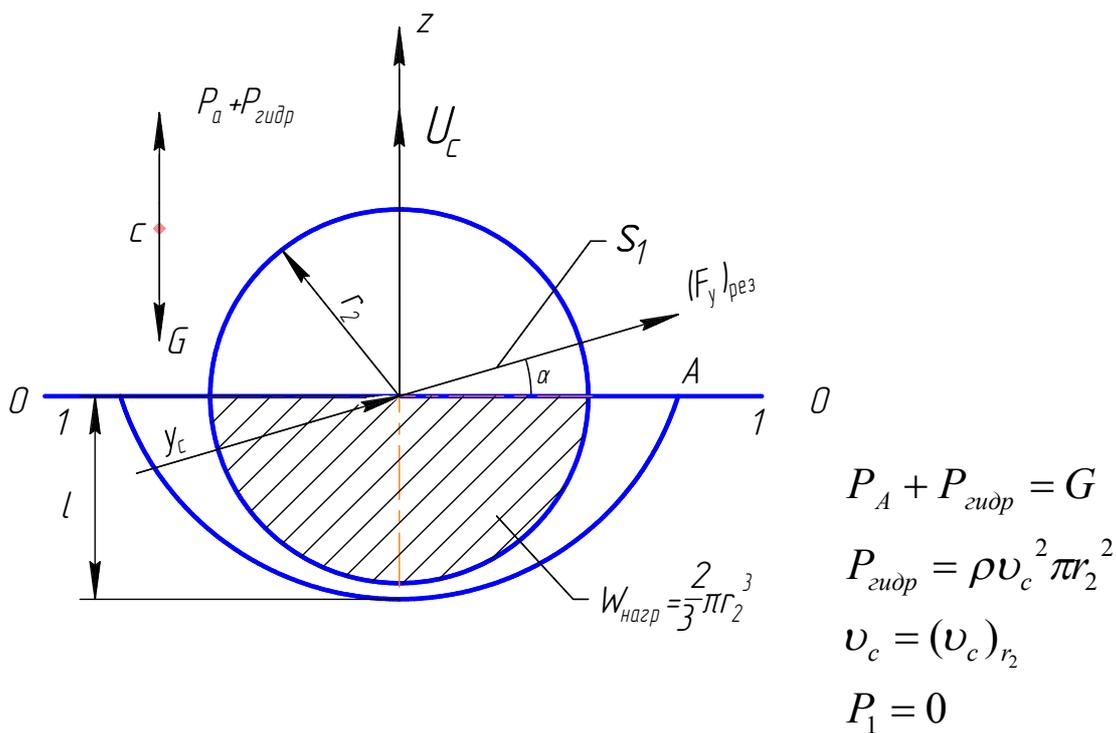


Рисунок 3.8 – Схема подхода ложечки к поверхности жидкости

Результирующая центробежная сила $(F_{ц})_{рез} = F_{ц} + F_{ис}$ $(F_{ц})_{рез}$ является результатом действия центробежного ускорения $j_c = \omega^2 y_c$ на массу клубня

$$\rho_T W_T \quad (\text{где } W_T \text{ – объем клубня)} \quad F_{ц} = \rho_T W_T j_c = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \omega^2 y_c = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \frac{v_c^2}{y_c} \quad \text{и}$$

центростремительной силы $F_{ц.с.} = \rho W_{погр} j_c = \frac{2}{3} \pi r_2^3 \omega^2 y_c \rho = \frac{2}{3} \pi r_2^3 \rho \frac{v_c^2}{y_c}$ $F_{ц.с.} =$

$\rho W_{погр} j_c = \frac{2}{3} \pi r_2^3 \omega^2 y_c \rho = \frac{2}{3} \pi r_2^3 \rho \frac{v_c^2}{y_c}$, действующей на погруженную часть

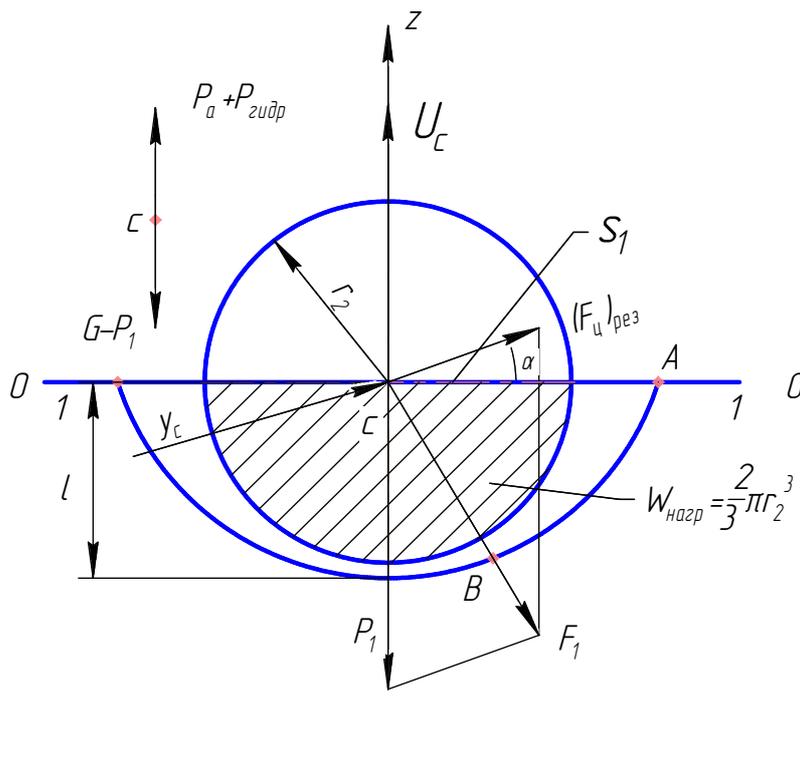
клубня, объемом $W_{погр}$. Тогда

$$(\vec{F}_ц)_{рез} = \vec{F}_ц - \vec{F}_{ц.с.} \approx \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \frac{v_c^2}{y_c} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{\rho}{\rho_T}\right) \quad (3.30)$$

Как только поверхность ложечки 1-1 пересекает свободную поверхность жидкости (Рисунок 3.9) динамическое давление внутри ложечки исчезает, так как исчезает торможение «набегающего» потока жидкости.

Сила гидродинамического давления уменьшается в два раза и клубень прижимается к дну ложечки с силой P_1 :

$$P_1 = \rho v_c^2 \pi r_2^2$$



$$P_A + P_{гидр} + P_1' = G$$

$$P_{гидр} = \frac{1}{2} \rho v_c^2 \pi r_2^2$$

$$v_c = (v_c)_{r_2}$$

Рисунок 3.9 – Схема сил действующих на клубень при пересечении ложечки поверхности жидкости

Результирующая сила F_1 , действующая на клубень, приложена в точке B и прижимает клубень к ложечке:

$$\frac{(F_u)_{рез}}{P_1} = \frac{8 r_2}{3 y_c} \left(\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{2} \right) \quad (3.31)$$

Таким образом, мы пришли к выводу, что критическим состоянием для клубня в ложечке будет момент ее выхода на свободную поверхность при сохранении полной величины силы гидродинамического давления и касания клубнем дна ложечки, когда величина силы $P_1 = 0$. Вероятность захвата клубня ложечкой, при этом, будет минимальной.

При уменьшении скорости движения ложечки ($v_c < (v_c)_{r_2}$) клубень садится на дно еще до подхода ее к свободной поверхности жидкости (Рисунок 3.7).

$$\text{В этом случае:} \quad F_{ц} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \frac{v_c^2}{y_c}; F_{ц.с.} = \rho W_{погр} \frac{v_c^2}{y_c}$$

$$W_{погр} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 - \frac{1}{3} \pi h_1^2 (3r_2 - h_1)$$

$$F_{ц.с.} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \frac{v_c^2}{y_c} \rho - \frac{1}{3} \pi h_1^2 (3r_2 - h_1) \rho \frac{v_c^2}{y_c}$$

$$(F_{ц})_{рез} = F_{ц} - F_{ц.с.} = \frac{1}{3} \pi \frac{v_c^2}{y_c} [4r_2^3 (\rho_T - \rho) + h_1^2 (3r_2 - h_1) \rho] \quad (3.32)$$

При $\rho > \rho_T$ выражение (3.30) имеет отрицательный знак.

При условии $4r_2^3 (\rho_T - \rho) + h_1^2 (3r_2 - h_1) \rho = 0$, результирующая центробежная сила $(F_{ц})_{рез} = 0$

Тогда $h_1^2 (3r_2 - h_1) \rho = 4r_2^3 (\rho - \rho_T)$, или

$$4r_2^3 \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho} \right) = h_1^2 (3r_2 - h_1) \quad (3.33)$$

Выражение (3.33) совпадает с выражением (3.10) для статического состояния клубня, находящегося под действием сил тяжести и архимедовой силы. Другими словами центробежная сила будет отсутствовать $[(F_{ц})_{рез}]$ до тех пор, пока клубень не придет в движение вверх в результате действия на него гидродинамических сил, обусловленных динамическим и инерционным давлением внутри лопатки. При этом, до момента касания клубня ложечки, на клубень будет действовать только центростремительная сила $F_{ц.с.}$, направленная

к оси вращения и стабилизирующая положение клубня в ложечке, прижимая его к точке B .

$$\begin{aligned} (F_{ц})_{рез} = F_{ц.с.} &= \frac{4}{3} \pi r_2^3 \frac{\vartheta_c^2}{y_c} \rho - \frac{1}{3} \pi h_1^2 (3r_2 - h_1) \rho \frac{\vartheta_c^2}{y_c} = \\ &= \frac{1}{3} \pi \rho \frac{\vartheta_c^2}{y_c} \left[4r_2^3 - \frac{1}{3} h_1^2 (3r_2 - h_1) \right] \end{aligned}$$

Определим условие касания клубнем дна ложечки при $r_2 \sim l$.

$$G = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T g$$

$$P_{гидр} = \pi r_2^2 \rho \vartheta_c^2 = \rho \vartheta_c^2 S_1$$

$$P_A = \rho g W_{погр} = \rho g \left[\frac{4}{3} \pi r_2^3 - \frac{1}{3} \pi h_1^2 (3r_2 - h_1) \right]$$

В момент касания имеем: $P_A + P_{гидр} = G$

После подстановки и решения относительно скорости получаем:

$$\vartheta_c^{*2} = \frac{1}{3} g \left[\frac{h_1^{*2}}{r_2^2} (3r_2 - h_1^*) - 4r_2 \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho} \right) \right] \quad (3.34)$$

Выражение (3.34) совпадает с выражением (20) и устанавливает связь между скоростью движения ложечки ϑ_c^* и выходом клубня на свободную поверхность жидкости h_1^* при условии, что клубень садится на дно ложечки и появляется центробежная сила инерции $F_{ц}$ ($\vartheta_c = \vartheta_c^*$) $F_{ц} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \frac{\vartheta_c^2}{y_c}$

Результирующая центробежная сила $(F_{ц})_{рез}$ будет, согласно (38) равна:

$$(F_{ц})_{рез} = \frac{1}{3} \pi \frac{\vartheta_c^2}{y_c} \left[h_1^2 (3r_2 - h_1) \rho - 4r_2^3 (\rho - \rho_T) \right], \quad (3.35)$$

где h_1 определяется из выражения (3.34).

При выводе (3.34) и (3.35) не учтен угол наклона поверхности ложечки 1-1 к горизонту, который будет несколько снижать величину гидродинамической силы

$$(P_{гидр})_z = \pi r_2^2 \rho \vartheta_c^2 \cos \beta$$

Кроме того, при наличии отверстий в ложечке, при определении гидродинамической силы необходимо изменить частоту вращения ложечки на приведенную (см. выше)

$$\omega_* = \omega \left[1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r} \right)^2 \right]$$

Тогда гидродинамическая сила будет равна

$$P_{\text{гидр}} = \pi r_2^2 \rho \vartheta_c^2 \left[1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r} \right)^2 \right] \quad (3.36)$$

где $\vartheta_c^2 = \omega^2 y_c^2$

Выражение для скорости ϑ_c^* в этом случае, принимает вид

$$\vartheta_c^{*2} = \frac{1}{\left[1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r} \right)^2 \right]} \frac{1}{3} g \left[\frac{h_1^2}{r_2^2} (3r_2 - h_1) - 4r_2 \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho} \right) \right]$$

При наличии отверстий выражение для гидродинамической силы (3.35) необходимо вводить во все ранее полученные соотношения. Так, например, величина скорости (3.17)

$$(\vartheta_c)_{r_2}^2 = \frac{1}{\left[1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r} \right)^2 \right] \cos \beta} \cdot \frac{3}{4} g r_2 \left(\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{2} \right)$$

Учитывая, что величина $\left[1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r} \right)^2 \right] = A = \text{const}$ для данной конструкции ложечки, то получим выражение для гидродинамической силы ложечки с отверстием в виде:

$$P'_{\text{гидр}} = A \rho \vartheta_c^2 S_1 = A P_{\text{гидр}},$$

где $P_{\text{гидр}}$ - гидродинамическая сила при заданной величине угловой скорости ω .

Согласно (3.35) максимальная величина результирующей центробежной силы $(F_{\text{ц}})_{\text{рез}}$ достигает при $h_1 = r_2$, то есть в момент выхода ложечки на свободную поверхность. Тогда:

$$(F_{\text{ц}})_{\text{рез}} = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T \frac{\vartheta_c^2}{y_c} \left(1 - \frac{1}{2} \frac{\rho}{\rho_T} \right) \quad (3.37)$$

С уменьшением скорости движения ложечки ϑ_c уменьшается величина результирующей силы инерции и увеличивается сила давления клубня на ложечку P'_1 . В результате клубень надежно фиксируется в ней.

Если ложечка выходит на поверхность в условиях равномерного прямолинейного движения, то центробежное давление будет равно нулю и останется только динамическое давление $P_d = \frac{\rho v_c^2}{2}$.

Центробежная сила инерции $F_{ц}$ в этом случае отсутствует, а сила динамического давления, равная $P_{гидр}$, будет направлена в сторону движения ложечки. В этом случае вероятность захвата клубня резко возрастает. При выходе ложечки на свободную поверхность жидкости на клубень будут действовать только вес клубня G и архимедова сила P_A .

3.2. Влияние размеров ложечки на захват клубня

Рассмотрим случай, когда глубина ложечки будет меньше радиуса клубня.

При $l < r_2$ (Рисунок 3.10) в момент касания клубня ложечки имеем:

$$P_A + P_{гидр} = G,$$

$$G = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g,$$

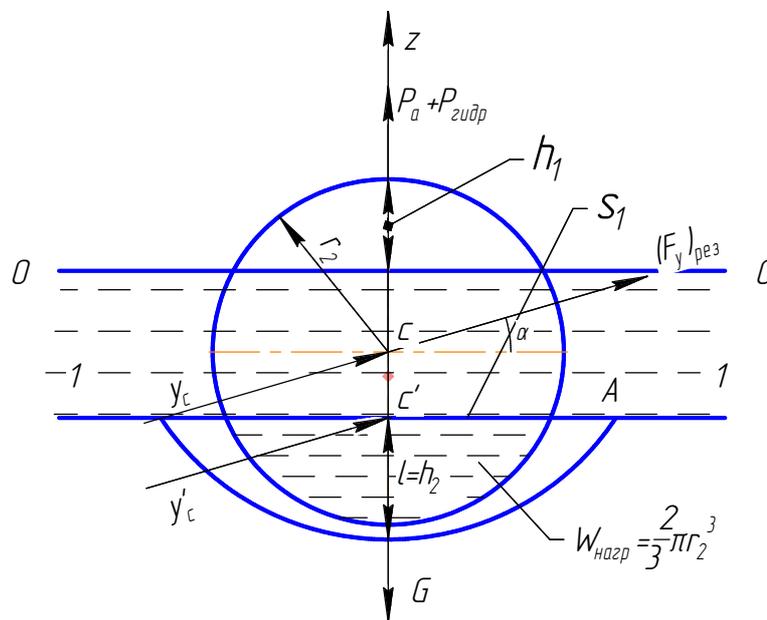


Рисунок 3.10 – Схема сил действующих на клубень в момент касания ложечки

$$P_A = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g - \frac{1}{3}h_1^2 \pi (3r_2 - h_1) \rho g,$$

$$P_{гидр} = \rho v_c^2 S_1 = \rho v_c^2 \pi l^2 = \rho v_c^2 \pi l (2r_2 - l),$$

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho g - \frac{1}{3}\pi h_1^2(3r_2 - h_1)\rho g + \pi l(2r_2 - l)\rho \vartheta_c^2 &= \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g, \\ \pi l(2r_2 - l)\rho \vartheta_c^2 &= \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g \left[\left(1 - \frac{\rho}{\rho_T}\right) + \frac{1}{3}\pi \frac{h_1^2}{r_2^3} (3r_2 - h_1) g \frac{\rho}{\rho_T} \right], \\ \vartheta_c^{*2} &= \frac{4}{3} \frac{\rho}{\rho_T} \frac{r_2^3 g}{l(2r_2 - l)} \left[\frac{1}{4} \frac{h_1^{*2}}{r_2^3} (3r_2 - h_1) \frac{\rho}{\rho_T} - \left(\frac{\rho}{\rho_T} - 1\right) \right] \end{aligned} \quad (3.38)$$

Задаваясь скоростью ϑ_c сложно определить выброс клубня на поверхность жидкости h_1^* в момент касания клубня поверхности ложечки.

В этот момент величина результирующей центробежной силы $(F_{ц})_{рез}$, действующая на клубень будет равна:

$$(F_{ц})_{рез} = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T \frac{\vartheta_{c'}^2}{y_{c'}} \left[\frac{1}{4} \frac{h_1^{*2}}{r_2^3} (3r_2 - h_1) \frac{\rho}{\rho_T} - \left(\frac{\rho}{\rho_T} - 1\right) \right],$$

или, полагая, что $\vartheta_{c'} \approx \vartheta_c$ и $y_{c'} = y_c$, получим:

$$(F_{ц})_{рез} = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T \frac{\vartheta_c^2}{y_c} \left[\frac{1}{4} \frac{h_1^{*2}}{r_2^3} (3r_2 - h_1) \frac{\rho}{\rho_T} - \left(\frac{\rho}{\rho_T} - 1\right) \right] \quad (3.39)$$

Величина h_1^* определяется из (3.38) при заданной скорости движения ϑ_c . Подставляя в (3.39) величину ϑ_c из (3.38), получим

$$(F_{ц})_{рез} = \frac{16}{9} \frac{\pi r_2^6 \rho_T^2 g}{y_c l (2r_2 - l)} \left[\frac{1}{4} \frac{h_1^{*2}}{r_2^3} (3r_2 - h_1^*) - \left(1 - \frac{\rho_T}{\rho}\right) \right]^2. \quad (3.40)$$

С увеличением скорости движения ϑ_c происходит рост величины h_1^* и, соответственно, рост результирующей центробежной силы $(F_{ц})_{рез}$. При заданной скорости движения ϑ_c с уменьшением величины l (глубины ложечки), уменьшается выброс клубня на поверхность h_1^* за счет уменьшения гидродинамической силы и, соответственно, согласно (3.39), уменьшается величина результирующей центробежной силы. Покажем это.

Пренебрегая в выражениях (3.38) и (3.40) вторыми членами в квадратных скобках (принимая $\rho \approx \rho_T$), получим

$$(F_{ц})_{рез} \approx \frac{\pi \rho l (2r_2 - l) \vartheta_c^4}{y_c g} \quad (h_2 = l) \quad (3.41)$$

В момент касания клубня дна ложечки результирующая центробежная сила пропорциональна скорости движения ложечки ϑ_c в четвертой степени. Это

связано с тем, что с ростом скорости одновременно растет гидродинамическое давление внутри ложечки и выброс клубня на свободную поверхность h_1^* , который пропорционален квадрату скорости ϑ_c . Так как $\rho > \rho_T$, то величина $(F_{ц})_{рез}$ будет несколько меньше, чем это следует из (5.41).

Аналогичное выражение для ложечки с $l \sim r_2$ будет иметь вид:

$$(F_{ц})_{рез} \approx \frac{\pi \rho r_2 (2r_2 - r_2) \vartheta_c^4}{\gamma_c g} \approx \frac{\rho r_2^2 \vartheta_c^4}{\gamma_c g} \quad (h_2 = r_2) \quad (3.42)$$

То есть центробежная сила вырастает. Однако, уменьшать глубину ложечки l с целью уменьшения центробежной силы не следует, так как с уменьшением l вырастает плечо центробежной силы относительно точки А и вырастает вероятность выброса из ложечки не только за счет центробежной силы, а даже случайных динамических воздействий на клубень, связанных с вихревыми потоками, возникающими при движении ложечек в ограниченной камере. Так как клубень, в этом случае (момент касания ложечки) не прижимается к ней, то небольшие моменты сил могут выбросить его.

После касания клубня ложечки при $h_1 = h_1^*$, Клубень вместе с ложечкой продолжает двигаться вверх и прижимается к ней с силой P_1 (Рисунок 3.11).

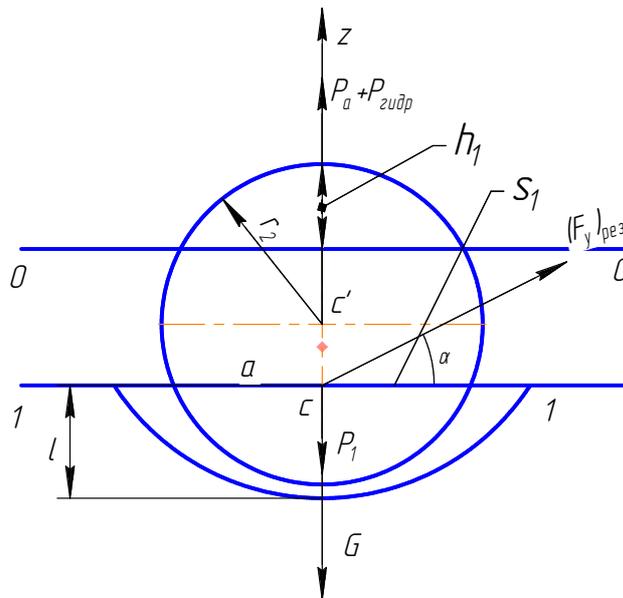


Рисунок 3.11 – Схема действия сил действующих на клубень при выходе его на поверхность

Площадь поверхности S_1 (сечение клубня) остается неизменной:

$$S_1 = \pi l(2r_2 - l).$$

Условие равновесия вдоль вертикальной оси Z имеет вид:

$$P_A + P_{\text{гидр}} + P'_1 = G,$$

где P'_1 - реакция ложечки на клубень:

$$P'_1 = -P_1.$$

После подстановки и расчетов имеем:

$$P_1 = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho_T g \left[\frac{1}{4} \frac{h_1^2}{r_2^3} (3r_2 - h_1) \frac{\rho}{\rho_T} - \left(\frac{\rho}{\rho_T} - 1 \right) - \frac{3}{4} \frac{\rho}{\rho_T} \frac{l(2r_2 - l)}{r_2^3} \frac{\vartheta_c^2}{g} \right] \quad (3.43)$$

При пересечении поверхности ложечки 1-1 свободной поверхности жидкости 0-0 динамическое давление, связанное с торможением «набегающего» потока исчезает, тогда:

$$P_1 = \frac{4}{3} \pi r_2^3 \rho g \left[\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{4} \frac{l(3r_2 - l)}{r_2^3} - \frac{3}{8} \frac{\pi l(2r_2 - l)}{r_2^3} \frac{\vartheta_c^2}{g} \right].$$

Результирующая центробежная сила $(F_{\text{ц}})_{\text{рез}}$ при этом не изменяется. Но отношение $(F_{\text{ц}})_{\text{рез}}/P_1$ уменьшается и клубень с большей силой P_1 прижимается к ложечке. Суммарный вектор сил F_1 поворачивается вниз и вероятность выбрасывания клубня из ложечки уменьшается (рисунок 3.6). Уменьшение глубины ложечки ($l < r_2$) с одной стороны, приводит к уменьшению максимальной гидродинамической силы $P_{\text{гидр}}$, за счет уменьшения максимальной величины площади S_1 . В результате этого ложечка подходит к поверхности жидкости с конечной величиной прижимающей силы P_1 . Однако, клубень выходит в этом случае на поверхность жидкости при наличии полного гидродинамического давления (ложечка не пересекла поверхности 0-0) с большей величиной h_1 , что приводит к росту результирующей центробежной силы $(F_{\text{ц}})_{\text{рез}}$ (она пропорциональна величине h_1). Кроме того, результирующая центробежная сила $(F_{\text{ц}})_{\text{рез}}$ имеет больший момент относительно края ложечки (точка А). При малой величине l клубень может покинуть ложечку даже при отсутствии центробежных сил, за счет импульса «случайных» сил,

воздействующих на него (вихревые потоки внутри камеры, вибрация оборудования при работе машины и т.п.). Поэтому уменьшать глубину лопатки l с целью уменьшения максимальной гидродинамической силы не следует, тем более, что площадь S_1 незначительно зависит от l при ее величине, близкой к r_2 .

$$S_1 = \pi l(2r_2 - l).$$

Так, при изменении l от r_2 до $0,5r_2$, т.е. в два раза площадь S_1 изменяется только на 25%. В то же время объем клубня над свободной поверхностью, которая прямо влияет на величину результирующей центробежной силы $(F_{ц})_{рез}$, изменится в 1,5 раза. Если скорость ложечки при этом равна

$$\vartheta_c^2 \geq (\vartheta_c)_l^2 = \frac{4}{3} \frac{r_2^3 g}{l(2r_2 - l)} \left[\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{4} \frac{l(3r_2 - l)}{r_2^3} \right],$$

то прижимающая сила P_1 будет равна нулю и клубень будет выброшен из ложечки моментом силы $(F_{ц})_{рез}$ относительно края ложечки (точка А) в горизонтальном направлении:

$$M_{гор} = [(F_{ц})_{рез} \sin \alpha] b.$$

При параметрах, принятых нами как исходные, и глубине ложечки $l = 0,025$ м, получаем:

$$(\vartheta_c)_l^2 = 0,558 \frac{м}{с} \quad (P_1 = 0).$$

В общем случае, критическая скорость $(\vartheta_c)_{h_2}^2$ (Рисунок 3.12), при которой клубень выходит на поверхность жидкости на высоту h_1 до выхода ложечки на свободную поверхность жидкости, равна:

$$(\vartheta_c)_{h_2}^2 = \frac{4}{3} \frac{r_2^3 g}{h_2(2r_2 - h_2)} \left[\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{4} \frac{h_2^2(3r_2 - h_2)}{r_2^3} \right] \quad (3.44)$$

Если выбрать скорость движения ложечки $\vartheta_c > (\vartheta_c)_{h_2}$, то клубень не «сядет» на дно до ее выхода на свободную поверхность и будет выброшен из ложечки результирующей центробежной силой. Поэтому нет смысла делать глубину ложечки ($l > h_2$).

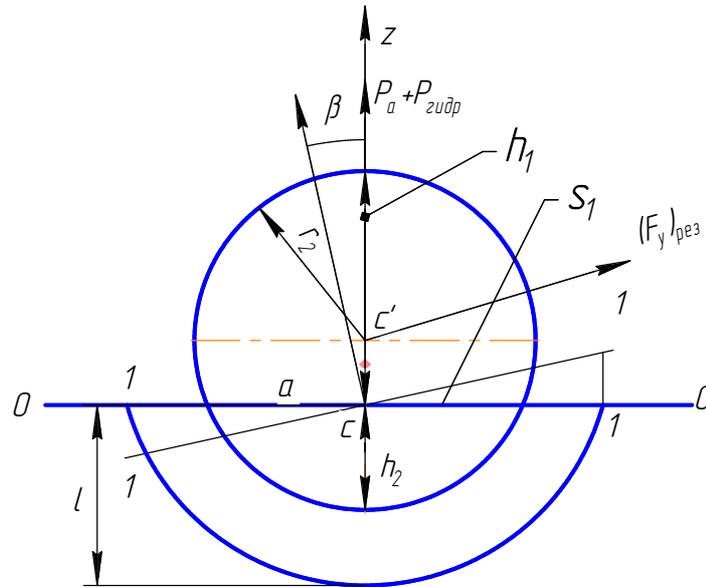


Рисунок 3.12 – Схема сил, действующих на клубень при выносе его мелкой ложечкой

То, что ложечка выходит под некоторым углом β к вертикали (Рисунок 3.12) изменяет величину скорости $(v_c)_{h_2}^2$ в большую сторону по сравнению (3.44). Дополнительно ее значение увеличивают отверстия в ложечке. Так как $v_c^2 = \omega^2 y_c^2$, то в соответствии с приведенной угловой скоростью $\omega_* = \omega [1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r}\right)^2]$ выражение (3.44) можно приближенно записать в виде:

$$(v_c)_{h_2}^2 \approx \frac{4}{3} \frac{r_2^3 g}{h_2(2r_2 - h_2)} \frac{1}{\cos \beta [1 - \mu_0 n \left(\frac{r_{\text{отв}}}{r}\right)^2]^2} \left[\frac{\rho_T}{\rho} - \frac{1}{4} \frac{h_2^2(3r_2 - h_2)}{r_2^3} \right], \quad (3.45)$$

где r – радиус поверхности S_1 , м;

$$r^2 = l(2r_1 - l);$$

r_1 – радиус ложечки 0,074, м.

Расчеты показали, что глубину ложечки необходимо увеличивать только в случае малых скоростей, когда клубень садится на дно ложечки до ее выхода на свободную поверхность.

Рассмотрим действие сил на клубень при малых скоростях движения ложечного транспортера и малой глубине ложечки. В этом случае клубень садится на дно ложечки до ее выхода на свободную поверхность (Рисунок 3.12).

Принимаем ($r_2 < l < r_1$). В этом случае вероятность захвата клубня лопаткой увеличивается. С уменьшением скорости движения ϑ_c уменьшается величина $(F_{ц})_{рез}$ и вырастает прижимающая сила P_1 . В этом случае легко составить аналогичные уравнения равновесия относительно вертикальной оси z и определить масштаб сил.

Увеличивать скорость лопатки $(\vartheta_c)_{r_2}$ не следует, так как клубень окажется на поверхности жидкости большим своим объемом ($h_1 = r_2 + \Delta h_1$) при отсутствии прижимающей силы P_1 . В результате вероятность его выброса из лопатки вырастает. Лопатка рассчитываем на размер клубня, близкий к максимальному. Клубни меньшего размера будут надежнее фиксироваться лопаткой, однако вырастает вероятность захвата нескольких клубней одновременно.

Оптимальным вариантом является выход ложечки на поверхность при отсутствии центробежных сил инерции, то есть переход ложечки в режим прямолинейного движения со скоростью ϑ_c . В этом случае до пересечения ложечкой свободной поверхности будет действовать только динамическое давление, связанное с торможением набегающей жидкости, а после выхода ее на поверхность - только сила тяжести и архимедова сила.

Любое уменьшение скорости движения ложечки ϑ_c во всех вариантах варьирования ее параметров положительно скажется на вероятности захвата клубня ложечкой, однако, одновременно может увеличивать вероятность захвата нескольких клубней при их меньших размерах. Поэтому к выбору радиуса ложечки r_1 , ее глубины l и скорости движения ϑ_c необходимо подходить комплексно, учитывая все факторы.

Так же необходимо отметить, что мы рассматривали жидкость в камере как неподвижную. Однако в камере ограниченных размеров при движении прямой и, особенно, обратной ложечки, будут возникать вихревые потоки, которые могут существенно изменить гидромеханическую картину. Каждая последующая лопатка будет двигаться в вихревом следе предыдущей ложечки.

Если бы не было свободной поверхности жидкости в камере, то в ней, со временем, образовалось бы вихревое кольцо, как это имеет место в жидкости при ее многократном перемешивании относительно небольшими поверхностями. У нас вихревое кольцо обрывается на свободной поверхности жидкости и образуется вихрь, который со свободной поверхности распространяется внутрь жидкости. Указанные движения могут вызывать «подныривание» клубней внутрь камеры столкновения их с ложечками, деформацию ростков и т.п. Вот почему необходима «золотая середина» между скоростью ложечного транспортера и производительностью сажалки.

Если считать, что клубень «движется» внутри ложечки за счет возмущающих действий, связанных с вихревыми потоками жидкости, вибрацией машины и т.п., то центробежную силу $F_{ц}$ можно включить во все балансы сил относительно вертикальной оси z , а именно:

$$P_A + P_{гидр} + (F_{ц})_z + P'_1 = G.$$

Можно рассматривать это уравнение как возможный «мгновенный» баланс вертикальных сил, действующих на клубень.

Расчеты показали, что при заданных начальных параметрах скорость $(v_c)_{r_2} = 0,322$ м/с – с учетом центробежных сил, $(v_c)_{r_2} = 0,461$ м/с – без учета центробежных сил (3.18). Следовательно, скорость ложечки v_c не должна быть больше 0,5 м/с, а $l \sim r_2$ при выбранных параметрах системы ($y_c \sim 3r_1$; $\frac{\rho}{\rho_T} = 1,15$; $r_1 = 0,036$ м; $\alpha \approx 20^\circ$).

3.3. Расчет времени опорожнения ложечки при выходе из жидкой среды

Во время движения ложечки к верхней звездочке цепи питателя важно, чтобы она полностью опорожнилась от жидкости. Иначе будет происходить быстрый расход жидкости из ковша питателя.

Пусть ложечка выходит на поверхность жидкости вертикально вверх с остаточным уровнем жидкости в ней $H = H_m$ (рисунок 3.12). Примем

допущение, что клубень представляет собой сферу эквивалентным радиусом r_2 . Глубина ложечки l , радиус сферы ложечки R_l , скорость ее движения v_c . Определим время T_{on} , в течение которого ложечка полностью освобождается от жидкости за счет отверстий в ее поверхности. Предварительно выясним влияние различных параметров ложечки на ее опорожнение. Расход через единичное отверстие в ней, расположенное на глубине H' равен:

$$Q = \mu_0 s_0 \sqrt{2gH'} \quad , \quad (3.46)$$

где s_0 – площадь отверстия, m^2 ;

H' – статистическое давление над центром отверстия, Па.

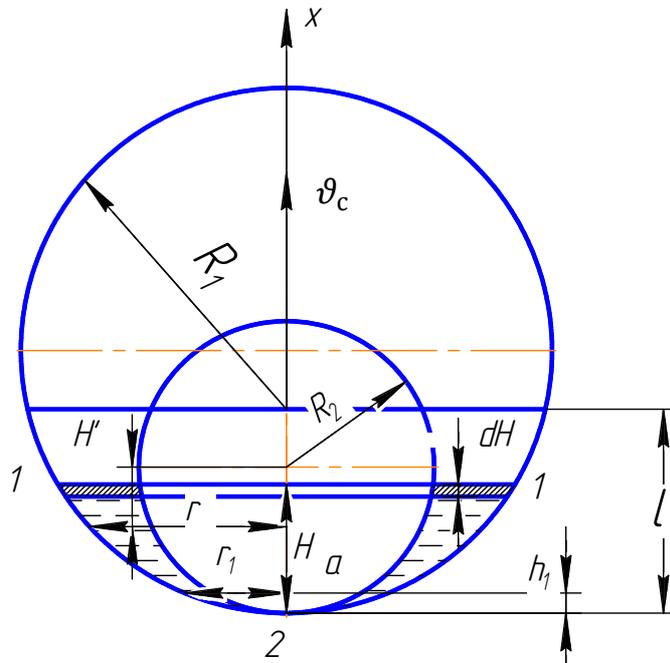


Рисунок 3.13 – Схема к определению времени опорожнения ложечки

Согласно (3.46) для уменьшения времени опорожнения ложечки отверстия в ней должны находиться под максимально возможным статическим давлением H' и обладать максимально возможной площадью s_0 . Если отверстия равномерно распределены по поверхности ложечки, а их число ограничено (малая скважность $f = S_{oms} / S$, где S_{oms} – общая площадь отверстий; S – площадь поверхности ложечки), то основное влияние на расход будут оказывать только глубоко расположенные отверстия. С другой стороны, любое увеличение числа

отверстий в ложечке, т.е. увеличение ее скважности f будет приводить к уменьшению времени опорожнения ложечки.

Согласно (3.46) статическое давление H' зависит от расположения отверстия на поверхности ложечки и одновременно изменяется в связи с изменением уровня жидкости в ней H в результате ее опорожнения. Другими словами расход через отдельное отверстие зависит от расхода жидкости через все отверстия одновременно. Теоретическое определение времени опорожнения ложечки при таких условиях является сложной математической задачей, строгое аналитическое решение которой невозможно при произвольных параметрах системы. Поэтому выполнить теоретическую оценку времени опорожнения ложечки можно только приняв ряд допущений и ограничений на характер расположения отверстий на поверхности ложечки. В частности, будем считать, что:

- клубень представляет собой сферу, эквивалентным радиусом r_2 ;
- клубень располагается симметрично относительно вертикальной оси z ;
- отверстия в ложечке располагаются вблизи дна на окружности радиуса r_1 с эквивалентной площадью $S_{экр} = ns_0$, величина H_1 при этом достаточно мала;
- отверстия равномерно распределены по поверхности ложечки в большом количестве, что позволяет считать скважность ложечки f постоянной.

Три последних условия являются самостоятельными условиями, предъявляемыми к расположению отверстий, и должны быть рассмотрены отдельно.

Уравнение баланса объемов опорожнения ложечки можно записать в виде:

$$dW = - Qdt \quad (3.47)$$

где W – объем жидкости в ложечке, $м^3$;

Q – расход жидкости через отверстия, л/с.

Полагая, что статическое давление над эквивалентным отверстием ns_0 равен H , получим:

$$W = -\mu_0 n s_0 \sqrt{2gH} . \quad (3.48)$$

Определим связь dW с давлением H . Имеем

$$W = W_{\text{л}} - W_{\text{кл}} ,$$

где $W_{\text{л}}$ – объем жидкости в ложечке при глубине H и отсутствии клубня, м³;

$W_{\text{кл}}$ – объем жидкости, вытесненный клубнем, м³.

Тогда:

$$W_{\text{л}} = \pi H^2 (3r_1 - H) / 3; \quad W_{\text{кл}} = \pi H (3r_2 - H) / 3; \quad W = \pi H^2 (r_1 - r_2); \quad dW = 2\pi H (r_1 - r_2) \quad (3.49)$$

В этом случае уравнение (3.47) принимает вид:

$$2\pi H (r_1 - r_2) = -\mu_0 n s_0 \sqrt{2gH} dt$$

Отсюда определяем:

$$dt = -\frac{2\pi H (r_1 - r_2) dH}{\mu_0 n s_0 \sqrt{2g} \sqrt{H}} = -\frac{2\pi (r_1 - r_2) \sqrt{H} dH}{\mu_0 n s_0 \sqrt{2g}} \quad (3.50)$$

Интегрируем уравнение (3.48) в пределах от $H = H_M$ до $H = 0$

$$T_{\text{он}} = -\frac{2\pi (r_1 - r_2)}{\mu_0 n s_0} \int_{H_M}^0 \sqrt{H} dH ,$$

$$T_{\text{он}} = \frac{4}{3} \frac{\pi (r_1 - r_2) H_M^{3/2}}{\mu_0 n s_0 \sqrt{2g}} k_j . \quad (3.51)$$

При выводе уравнения (3.49) предполагалось, что клубень не перекрывает отверстия в ложечке. Кроме того, клубень изменяет условия подхода жидкости к отверстию, что может оказать влияние на коэффициент расхода отверстия μ_0 . Поэтому в уравнение (3.49) необходимо ввести поправочный коэффициент m , значение которого можно определить только опытным путем. На его значение также будет влиять форма клубня, которая отлична от сферической. Тогда

$$T_{\text{он}} = \frac{4}{3} \frac{\pi m (r_1 - r_2)}{\mu_0 n s_0 \sqrt{2g}} H_M^{3/2} . \quad (3.52)$$

Коэффициент расхода отверстия μ_0 в выражении (3.50) можно принять согласно [45] $\mu_0 = 0,6 / 0,64$.

В выражение (3.50) входит величина H_M – остаточный уровень жидкости в ложечке, после ее выхода на поверхность. Определим величину H_M (Рисунок 3.14).

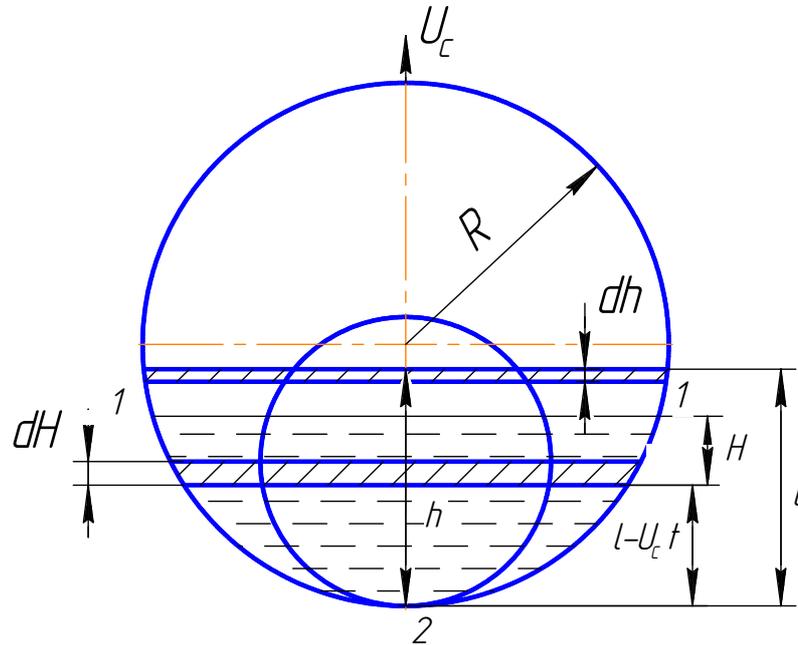


Рисунок 3.14 – Схема к определению остаточного уровня жидкости
Баланс объемов при выходе ложечки на свободную поверхность имеет вид:

$$dW = -Q_1 dt - Q_2 dt ,$$

где $Q_1 = \mu_0 n s_0 v_c$; $Q_2 = \mu_0 n s_0 \sqrt{2gH}$; $H = h - l + v_c t$; $dW = 2\pi H (r_1 - r_2) dh$.

Тогда:

$$2\pi h (r_1 - r_2) dh = -\mu_0 n s_0 v_c dt - \mu_0 n s_0 \sqrt{h - l + v_c t} \cdot dt \quad (3.53)$$

Уравнение (3.51) представляет собой дифференциальное уравнение первого порядка с не разделяющимися переменными вида:

$$\frac{dh}{dt} = -\frac{\mu_0 n s_0 v_c}{2\pi h (r_1 - r_2)} - \frac{\mu_0 n s_0 (h - l + v_c t)^{1/2}}{2\pi h (r_1 - r_2)}$$

или

$$\frac{dh}{dt} = -A_1 \frac{1}{h} - A_2 \frac{(h - l + v_c t)^{1/2}}{h} ,$$

где $A_1 = const$; $A_2 = const$.

Решим это уравнение численным методом:

Пределы интегрирования h изменяется от l до $h_M = H_M$, t изменяется от 0 до l/v_c .

При наклонной ложечке h изменяется от $\cos \alpha l$ до $h_M = H_M$, t изменяется от 0 до $l/v_c \cos \alpha$.

Оценить величину $h_M = H_M$ можно приняв H равным $H = h - l + v_c t \approx v_c t$, то есть с некоторым превышением. Тогда уравнение (3.51) принимает вид:

$$2\pi h(r_1 - r_2)dh = -\mu_0 ns_0 v_c \left(1 + \frac{\sqrt{2g}}{v_c} \sqrt{t}\right) dt \quad (3.54)$$

Интегрируя (3.52) в пределах: $h=l$ до $h=h_M$ и $t=0$ до $t=l/v_c$ Имеем:

$$\pi(r_1 - r_2)(l^2 - h_M^2) = \mu_0 ns_0 l \left(1 + \frac{2}{3} \frac{\sqrt{2gl}}{v_c}\right) \quad (3.55)$$

Выразим h_M из (3.53)

$$\begin{aligned} \pi(r_1 - r_2)l^2 - \pi(r_1 - r_2)h_M^2 &= A, \\ h_M^2 &= \frac{\pi(r_1 - r_2)l^2 - A}{\pi(r_1 - r_2)} = l^2 - \frac{\mu_0 ns_0 l}{\pi(r_1 - r_2)} \left(1 + \frac{2}{3} \frac{\sqrt{gl}}{v_c}\right), \\ h_M &= \sqrt{l^2 - \frac{\mu_0 ns_0 l}{\pi(r_1 - r_2)} \left(1 + \frac{2}{3} \frac{\sqrt{gl}}{v_c}\right)} \end{aligned} \quad (3.56)$$

или

$$h_M = l \sqrt{1 - \frac{\mu_0 ns_0 l}{\pi(r_1 - r_2)} \left(1 + \frac{2}{3} \frac{\sqrt{gl}}{v_c}\right)}. \quad (3.57)$$

Время опорожнения ложечки может быть получено путем подстановки $h_M = H_M$ в выражение (3.50). Формула (3.55) даёт заниженные значения h_M в

связи с приближенным характером ее определения. Окончательно время опорожнения T_{on} может быть уточнено. Зная длину пути ложечки на участке движения до опрокидывания l и скорость движения лопатки v_c определяем время опорожнения:

$$T_{on} = l/v_c$$

Определим время полного опорожнения ложечки при заданных параметрах (см. выше) скорости движения ложечного транспортера, размеров ложечки, диаметра отверстий, усредненного диаметра клубней и коэффициента расхода отверстий. Используя выражение (3.55) получим время полного опорожнения ложечки:

$$T_{on} = \frac{4}{3} \frac{\pi(r_1 - r_2)}{\mu_0 n s_0 \sqrt{2g}} H_m^{3/2}, \quad (3.58)$$

$$T_{on} = \frac{4}{3} \frac{3,14(0,5r_1)}{\mu_0 n s_0 \sqrt{2g}} (0,67r_1)^{3/2} = 1150r^{5/2} = 0,29сек.$$

Длина пути l , на котором происходит опорожнение ложечки:

$$l = v_c T_{on} = 0,5 \cdot 0,29 = 14,5см.$$

Если в ложечке, преимущественно в нижней ее части сделать дополнительные отверстия, то можно уменьшить время опорожнения. Количественно учесть влияние этих отверстий аналитически не представляется возможным. Расположение отверстий на дне ложечки создает, при определенных параметрах клубня, вероятность их частичного перекрытия, что является отрицательным фактором. В то же время они наиболее эффективны, с точки зрения, уменьшения времени опорожнения лопатки. В первом приближении можно считать, что время опорожнения лопатки прямо пропорционально количеству отверстий на дне лопатки одинаковой площади ω_0 . При этом следует иметь в виду, что одно отверстие радиусом $2r$ эквивалентно 4 отверстиям радиуса r , т.е. увеличение радиуса отверстий эффективнее увеличения их числа.

Число отверстий на уровне H_1 следует принимать максимально возможным на случай их частичного перекрытия клубнем. Максимальное число отверстий на окружности радиусом R_1 , будет равно

$$nd_{омв} = 2\pi r = 2\pi \sqrt{H_1(2r_1 - H_1)}$$

При $H_1 = 0,1r_1$

$$nd_{омв} = 2\pi \cdot 0,436r_1 = 2,74r_1$$

При $r_1 = 0,036 м$ и $d_{омв} = 0,005 м$ получим $n < 19$

При зазоре между отверстиями в $0,0025 м$ число отверстий около 12.

3.4. Выводы по разделу

1. Рассмотрено взаимодействие ложечек высаживающего транспортера с жидкостью. Определено лобовое сопротивление ложечки в жидкой среде и влияние на него дросселирующих отверстий (3.7) и (3.8).

2. Определена скорость движения ложечки транспортера, при которой происходит захват и перемещение клубня к поверхности жидкости (3.18).

3. Определена величина результирующей центробежной силы $(F_{ц})_{рез}$, при которой клубень надежно фиксируется в ложечке выходя на поверхность жидкости (3.37).

4. Определено время полного опорожнения ложечки при заданных параметрах скорости движения ложечного транспортера, размеров ложечки, диаметра отверстий, усредненного диаметра клубней и коэффициента расхода отверстий (3.56).

4. ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

4.1. Программа исследований.

Исходными данными для разработки программы послужили: задачи исследований, гипотеза и ее теоретические разработки.

В программу экспериментальных исследований входило:

- лабораторно-полевые исследования по определению условий испытаний и физико-механических свойств почвы в обрабатываемом горизонте;

- лабораторно-полевые исследования показателей качества технологического процесса экспериментальной картофелепосадочной машины;

- определение оптимальных параметров картофелепосадочного аппарата, обеспечивающих необходимую стабильность технологического процесса и его высокую экономическую эффективность;

- полевые исследования по определению технико-экономической эффективности применения экспериментальной комбинированной картофелепосадочной машины с одновременным протравливанием клубней картофеля.

Для решения намеченных задач необходимо провести поисковые опыты и получить наиболее значимые факторы; провести серию экспериментов и исследовать влияние конструктивных и режимных параметров на качественные показатели распределения; получить оценку работы устройства и установить конструктивные и режимные параметры, при которых предложенное устройство в работе обеспечивает наиболее качественные агротехнические показатели.

Для исследования конструктивно-режимных параметров, значимость которых определялась на основании поисковых опытов, проводились серии однофакторных экспериментов.

4.2 Описание экспериментальной установки для посадки яровизированного картофеля с одновременным протравливанием.

Для определения качественных показателей технологического процесса посадки яровизированного картофеля с одновременным протравливанием на базе теоретических исследований была спроектирована и изготовлена экспериментальная установка (Рисунок 4.1-4.3).

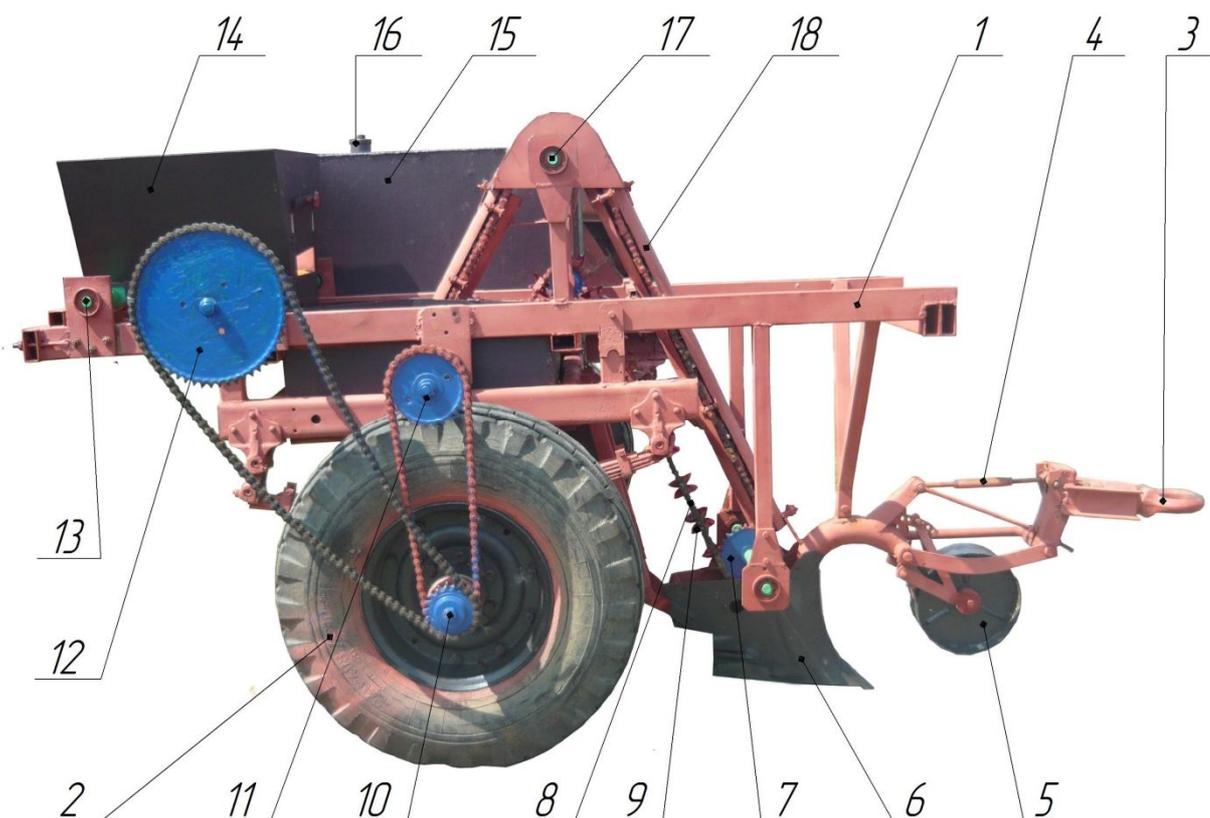


Рисунок 4.1 – Экспериментальная картофелепосадочная машина (вид справа):

- 1 – рама; 2 – колесо опорно-приводное; 3 – прицепная сница;
- 4 – регулировочная тяга; 5 – колесо опорно-копирующее;
- 6 – сошник-бороздообразователь; 7 – ведомая звёздочка; 8 – элеваторный транспортёр; 9 – ложечка; 10 – звёздочка приводная двойная; 11 – ведомая звёздочка элеваторного транспортёра; 12 – ведомая звёздочка донного транспортёра бункера семенных клубней; 13 – ведомый вал донного транспортёра; 14 – бункер семенных клубней; 15 – резервуар рабочего раствора; 16 – заливная горловина резервуара рабочего раствора; 17 – вал обводной звёздочки элеваторного транспортёра; 18 – кожух.

Экспериментальная картофелепосадочная машина выполнена в прицепном исполнении для агрегатирования с тракторами тягового класса 0,9-

1,4. Экспериментальная картофелепосадочная машина состоит из рамы 1 (Рисунок 4.1) опирающейся на пневматические колёса, из которых правое является опорно-приводным колесом 2 для рабочих органов машины. В средней части рамы смонтирован элеваторный транспортёр 8, закрытый кожухом 18. В задней части картофелепосадочной машины на раме установлены закрытый резервуар рабочего раствора 6 (Рисунок 4.2) с горловиной 7 и бункер семенных клубней 4. В нижней части резервуара рабочего раствора установлен полуоборотный кран подачи рабочего раствора 10, соединённый гибким трубчатым соединением с ковшом питателем.

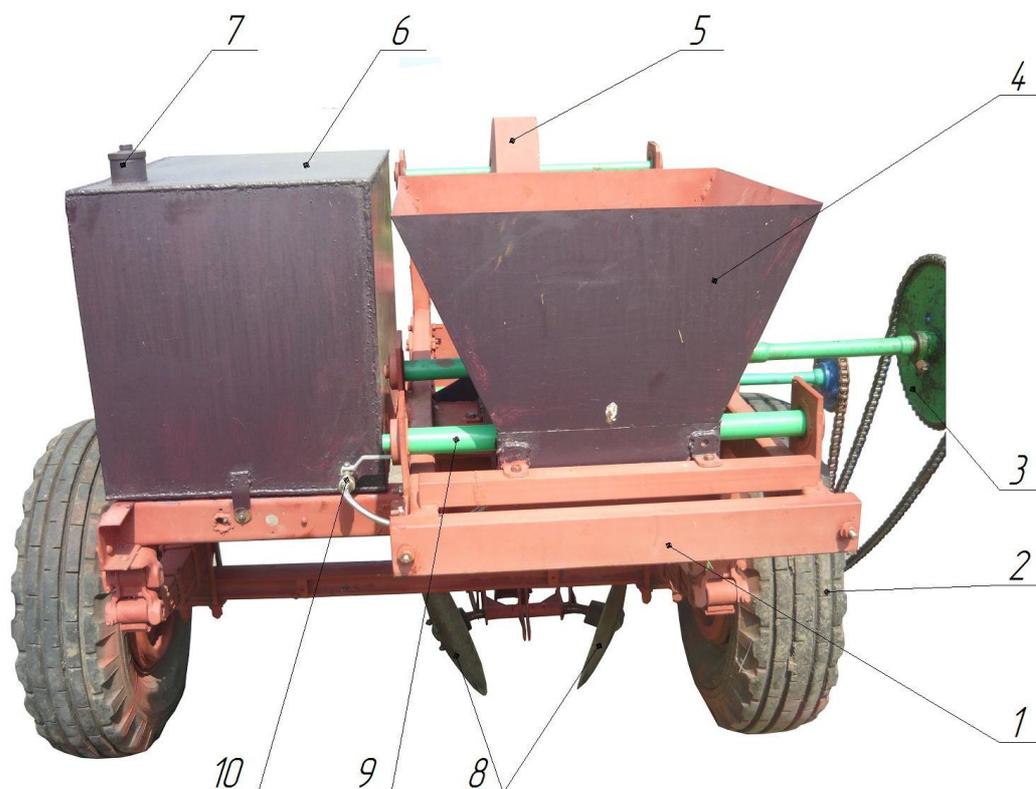


Рисунок 4.2 – Экспериментальная картофелепосадочная машина (вид сзади):
 1 – рама; 2 – колесо опорно-приводное; 3 – ведомая звездочка донного транспортёра бункера семенных клубней; 4 – бункер семенных клубней; 5 – кожух; 6 – резервуар рабочего раствора; 7 – заливная горловина резервуара рабочего раствора; 8 – бороздозакрывающие диски; 9 – ведомый вал донного транспортёра; 10 – полуоборотный кран подачи рабочего раствора.

В нижней части бункера семенных клубней на ведущем и ведомом валах 9 (рисунок 4.2) установлен ленточный транспортёр 1 (Рисунок 4.3).



Рисунок 4.3 – Бункер семенных клубней:

1 – донный ленточный транспортёр; 2 – окно приёмное.

В передней части бункера выполнено приёмное окно 2, регулируемое по высоте с помощью заслонки.

В нижней части рамы экспериментальной картофелепосадочной машины установлен сошник-бороздообразователь 6 (Рисунок 4.1) с опорно-копирующим колесом 5. На рамке опорно-копирующего колеса установлен параллелограмный механизм с регулировочной тягой 4, соединенный с прицепной сницей 3. При этом на сошнике-бороздообразователе дополнительно шарнирно установлены бороздозакрывающие диски 8 (рисунок 4.2).

В средней части экспериментальной картофелепосадочной машины на раме установлен герметичный ковш-питатель (Рисунок 4.4), внутренняя часть которого разделена перегородками на три негерметичных зоны.

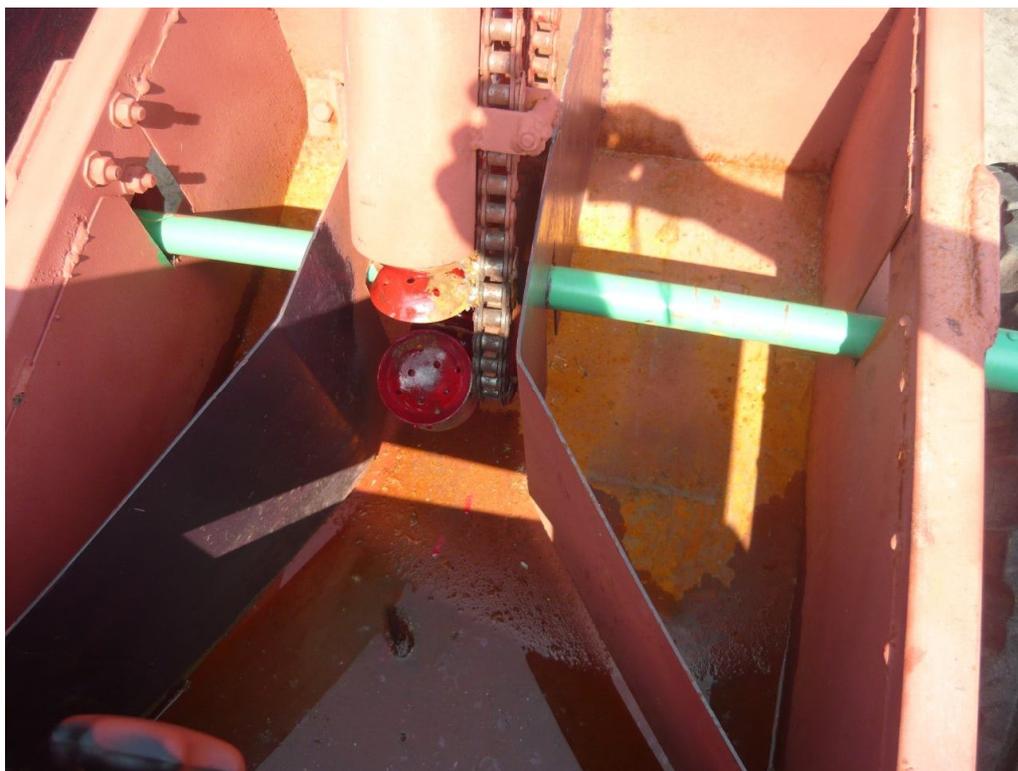


Рисунок 4.4 – Ковш-питатель.

Приводной вал ленточного транспортёра опирается на шариковые подшипники, установленные в опорах рамы экспериментальной картофелепосадочной машины. На правом конце приводного вала установлена звёздочка, соединенная цепной передачей с двойной приводной звёздочкой опорно-приводного колеса.

Элеваторный транспортёр (Рисунок 4.5) экспериментальной картофелепосадочной машины выполнен в виде цепной передачи, на щеках которой с определённым шагом установлены спаренные ложечки. При этом ложечки устанавливаются сбоку от цепной передачи, тем самым не препятствуя вращению цепи на звёздочках валов. Спаренные ложечки имеют жесткое сварное соединение и имеют технологические отверстия по периметру рабочей поверхности.



Рисунок 4.5 – Элеваторный транспортёр экспериментальной картофелепосадочной машины

Экспериментальная картофелепосадочная машина агрегатировалась с трактором МТЗ-80 (Рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Экспериментальная картофелепосадочная машина в агрегате с трактором МТЗ-80

4.3 Методика лабораторно-полевых исследований экспериментальной комбинированной картофелепосадочной машины

4.3.1 Определение условий испытаний экспериментальной комбинированной картофелепосадочной машины

Для характеристики почвы в обрабатываемом горизонте до проведения технологического процесса посадки яровизированного картофеля экспериментальной картофелепосадочной машиной определялись следующие показатели в соответствии с действующими стандартными методиками ОСТ 104.1-2001 [144] и СТО АИСТ 10 4.1-2004:

- тип почвы и название по механическому составу;
- рельеф;
- микрорельеф;
- влажность почвы, %;
- твердость почвы, МПа;
- степень крошения почвы перед посадкой, %.
- засоренность камнями по ГОСТ 20915 [35];
- способ предшествующей обработки и глубина взрыхленного слоя почвы;
- уклон поверхности в продольном и поперечном направлениях;

Плотность, твердость и влажность почвы определялась в слоях 0...0,1, 0,1...0,2; 0,2...0,3; 0,3...0,4; 0,4...0,5 м в пятикратной повторности по диагонали участка.

Отобранные пробы почвы и полученные первичные экспериментальные данные в полевых условиях в дальнейшем обрабатывались и оценивались в лаборатории с использованием методов статистической обработки. Для определения влажности почвы высушивали навески проб в бюксах при температуре 105⁰ в течение 8 часов. После чего бюксы с высушенной почвой

помещали в эксикаторы (в закрытом виде), затем после охлаждения (через 15-20 минут) взвешивали. Взвешивание почвы производили с точностью до 0,01 г.

Абсолютную влажность почвы (W) вычисляли по формуле:

$$W = [(m_n - m'_n) / m'_n] \cdot 100\% \quad (4.1)$$

где W – влажность почвы, %;

m_n – масса образца влажной почвы, г;

m'_n – масса образца сухой почвы, г.

Твёрдость почвы определяли почвенным твердомером Ревякина в местах определения влажности. Полученные на миллиметровой бумаге динамограммы, обрабатываются с помощью планиметра. Величину средней твёрдости почвы в килограммах на квадратный сантиметр определяли по формуле:

$$T = (h_{cp} \cdot i_n) / S \quad (4.2)$$

где h_{cp} – величина средней ординаты диаграммы твёрдости, см;

i_n – масштаб пружины, кг/см;

S – площадь сечения плунжера, см².

Крошение почвы определяли по пробам, отбираемым в четырех точках картофельных гребней (две по ходу движения агрегата, две обратно) с площадок 0,25 м² на глубину обработки через час после прохода агрегата с помощью короба с вставными пластинами. Вынимая пластины после взятия пробы, производим оценку степени крошения по слоям. Пробу переносим на специальный набор решет с диаметрами отверстий, соответствующими размерам фракции почвы 0...10, 10...25, 25...50 и более 50 мм. Просеивали. Затем содержимое каждого решета взвешиваем с погрешностью ±20 г на настольных электронных весах CASDB-1Н 150. По результатам взвешивания вычисляем массовую долю i -той фракции комков P_{ki} , % по формуле:

$$P_i = (m_i / m) * 100\% \quad (4.3)$$

где m_i – масса i -ой фракции в пробе, кг;

m – общая масса пробы, кг.

Вычисления проводим до десятых долей процента.



Рисунок 4.7 – Определение степени крошения почвы в нарезанных гребнях перед посадкой

4.3.2 Исследований физико-механических показателей посадочного материала

Исследование физико-механических показателей посадочного материала производим согласно ГОСТ 7001-91 «Картофель семенной. Технические условия», ГОСТ 11856 «Картофель семенной. Приёмка и методы анализа» [38].

Исследований физико-механических показателей посадочного материала производились по следующим показателям:

- название сорта;
- оценку проращивания (число и качество ростков);
- данные об обработке материала (протравливание и др.);
- размеры, форму и среднюю массу клубней и наличие посторонних примесей;
- Размер клубней семенного картофеля по наибольшему поперечному диаметру в миллиметрах по ГОСТ 7001: 28...55 - для сортов с удлиненной формой клубней; 30...60 – для сортов с округлой формой клубней. Допускается отклонение по размеру, не более 3% от общего количества.

- способ и время отбора проб. Отбор проб ведем вручную, деревянными обрезиненными совками лопатами в плотные мешки.

4.3.2 Методика определения показателей качества выполнения технологического процесса экспериментальной картофелепосадочной машины

Исследование проводилось согласно ГОСТ 28306 – 89 «Машины для посадки картофеля» [40] по следующим показателям:

- ширину междурядий;
- расстояние между клубнями в ряду в сантиметрах;
- среднее фактическое расстояние между клубней в ряду в сантиметрах;
- равномерность распределения клубней в процентах;
- долю пропусков в процентах;
- долю двойников (D) в процентах;
- погрешность посадки (K) в процентах;
- коэффициент сохранения расстояния между клубнями в ряду;
- поперечное отклонение клубней в ряду в сантиметрах;
- повреждение ростков P_k , в процентах;

Ширину междурядий в сантиметрах измеряют на перпендикуляре к продольным осям смежных рядов, образованных бороздозакрывателем высаживающих аппаратов. Бороздозакрыватель при испытании не работает. Измерение проводят по всем рядам. Точки измерения должны быть равномерно расположенными по всей площади измерительного участка. Результатом является среднеарифметическое значение не менее 30 измерений.

- расстояние между клубнями в ряду в сантиметрах определяют на измерительном отрезке путем измерения по каждому высаживающему аппарату расстояние между центрами смежных клубней на продольной оси ряда (бороздозакрыватель не работает). Расстояние определяют путем непосредственного измерения отдельных расстояний или последовательным

отчетом абсолютного значения по шкале рулетки, расположенной вдоль продольной оси ряда. Измеренные значения округляют до целого числа.



Рисунок 4.8 – Определение фактического расстояния между клубнями

Среднее фактическое расстояние между клубнями в ряду в сантиметрах определяют как среднее арифметическое не менее ста растений между клубнями в ряду, измеренных при установке расстояний в сантиметрах в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

В зависимости от конструкции машины для каждого рабочего режима рекомендуется измерять всего не менее 800 расстояний между клубнями. Для выражения фактического расстояния между клубнями в качестве дополнительного значения служит коэффициент вариации по ГОСТ 15895* [35].

Равномерность распределения клубней (R) в процентах определяем по формуле

$$R = \frac{i}{n} \cdot 100, \quad (4.4)$$

где i – число высаженных клубней, фактическое расстояние A между которыми составляет от 0,8 до 1,2 установочного расстояния между клубнями в ряду A_n ;

n – общее число клубней, высаженных на измерительном участке с установочным расстоянием между клубнями в ряду A_n .

- долю пропусков (M) в процентах определяют по формуле

$$M = \frac{j}{n} \cdot 100, \quad (4.5)$$

где j – число пропусков.

- долю двойников (D) в процентах определяют по формуле

$$D = \frac{k}{n} \cdot 100, \quad (4.6)$$

где k – число двойников

- погрешность посадки (K) в процентах определяют по формуле

$$K = \frac{j+k}{n} \cdot 100, \quad (4.7)$$

- коэффициент сохранения расстояния между клубнями в ряду (r) определяют по формуле

$$r = \frac{A_n}{A_s}, \quad (4.8)$$

где A_s – среднее расстояние между клубнями в ряду.

A_n - поперечное отклонение клубней в ряду в сантиметрах определяют путем измерения этого отклонения по каждому высаживающему аппарату от перпендикуляра проходящего через продольную ось ряда (бороздозакрыватель не работает).

В результате обработки вычисляют долю клубней с отклонением выше допустимого.

- частоту посадки (F) клубней в секунду определяют по формуле

$$F = \frac{V_p}{A_s} \cdot 6000, \quad (4.9)$$

где V_p – номинальная рабочая скорость, определенная с учетом требования п. 4.1.4, м/с⁻¹.

A_s - густоту посадки (Н) клубней на гектар определяют по формуле

$$H = \frac{10^8}{A_s \cdot B}, \quad (4.10)$$

где B – ширина междурядий; 10^8 – площадь 1 га, см².

- расход посадочного материала (G) в тоннах на гектар определяют по формуле

$$G = H \cdot m \cdot 10^{-6}, \quad (4.11)$$

где m – средняя масса клубней, г.

Глубину заделки клубней h_8 в сантиметрах определяют по каждому ряду клубней. Измеряют расстояние по перпендикуляру от нижней кромки клубня до поверхности поля перед посадкой (бороздозакрыватель не работает, возникшие гребни разравниваются). Результатом является среднее арифметическое не менее 30 измерений выполненных равномерно по всей площади измерительного участка, в протокол записывают также измеренные минимальную и максимальную глубины заделки.

Глубину разрыхления почвы под клубнем h_z в сантиметрах определяют при измерениях расстояний по п. 4.3.2. Измеряют расстояние по перпендикуляру от нижней кромки клубня до необработанного грунта под клубнем (на дне борозды).

Результатом является средняя арифметическая не менее 30 измерений, выполненных равномерно по всей площади измерительного участка.

Повреждение ростков P_k , в процентах определяет для проросших клубней не менее, чем на 100 проросших клубнях, высаженных в каждом ряду. Измерения проводят только на равнине. Повреждение ростков определяют на средне проросшем посадочном материале с качественными ростками. Результатом является доля поврежденных ростков от общего числа ростков на высаженных клубнях.

Высоту гребня почвы, образованного бороздозакрывателем над клубнями H_h в сантиметрах определяют в каждом ряду. При этом бороздозакрыватель должен быть отрегулирован согласно инструкции по эксплуатации. На месте измерения клубни в борозде откапывают, на вершину гребня кладут горизонтальную планку и измеряют расстояние по перпендикуляру между верхней кромкой клубня и нижней кромкой планки.

Результатом является среднее арифметическое не менее 10 измерений, выполненных равномерно по всей площади измерительного участка.

При определении качества работы устанавливали:

- скорость движения, м/с;
- глубина посадки, см;
- забивание и залипание рабочих органов;
- часовой расход дизельного топлива.

При подготовке лабораторной установки варьирование скорости движения цепочного транспортера проводилось сменными звездочками (Рисунок 4.9) механизма привода в пределах 0,28...1,9 м/с, что соответствует рабочей скорости движения агрегата. Скорость движения элеваторно-цепного транспортера высаживающего аппарата зависит от скорости движения агрегата, шага посадки и расстояния между ложечками и варьировала в диапазоне 0,2...0,7 м/с. Изменение коэффициента трансформации ложечек осуществлялось заменой звездочек. Варьирование размеров семенного материала проводилось заменой ложечек соответствующего размера и глубины (Рисунок 4.10).



Рисунок 4.9 – Сменные звёздочки механизма привода ложечно-транспортерного посадочного аппарата



Рисунок 4.10 – Сменные ложечки для картофелепосадочной машины

Каждый опыт проводился в следующей последовательности:

- установка и контроль конструктивных параметров.
- подбор необходимых значений скорости элеваторно-цепного транспортера;
- подача пророщенного картофеля в питательный ковш и поддержание их заданного уровня (в 2 слоя);
- измерение интервала между центрами клубней и пропусков;
- сбор клубней и осмотр повреждений визуально, а также анализ облома ростков семенного материала.

Полученные результаты заносились в ведомости специальной формы и обрабатывались, как это рекомендуется в литературе по статистике [146, 147,

141, 142, 143, 149, 150] с использованием программ EXEL и STATISTIKA 10.0 [163].

4.3.1. Методика проведения однофакторных экспериментов

Результаты проведения первого блока лабораторно–стендовых исследований были получены в виде графических зависимостей и уравнений регрессии, описывающих опытные точки.

Данные, полученные в результате экспериментов обрабатывались с помощью математической статистики на ЭВМ [147, 162, 163]. Результатами данной обработки стали уравнения регрессии вида:

$$Y = A_0 + A_1X + A_2X^2 + A_3X^3, \quad (4.12)$$

где A_0, A_1, A_2, A_3 – коэффициенты регрессии,

X – исследуемый фактор,

Y – критерий оптимизации.

Адекватность полученной модели проверялась при 5% уровне значимости по критерию Фишера [82, 83].

Оптимальное значение фактора определялось расчетным путём при решении уравнения регрессии (4.4). Границы оптимального интервала, при котором критерий оптимизации имел наилучшее значение, оценивались графически.

4.4 Выводы по разделу

1. Согласно разработанной программе исследований были изготовлены лабораторная установка и экспериментальный образец комбинированного картофелепосадочного агрегата, позволяющие исследовать показатели качества процесса посадки картофеля в зависимости от конструктивно–режимных параметров.

2. На основании анализа литературы разработан однофакторный план эксперимента оптимизации режимных и конструктивных параметров, методика его реализации и обработки экспериментальных данных, что позволило

значительно сократить время на проведение экспериментальных работ и получить достоверную, наглядную и исчерпывающую картину всего технологического процесса экспериментального картофелепосадочного агрегата на всех его стадиях.

5. ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

5.1 Условия лабораторно-полевых исследований

Лабораторно-полевые исследования технологического процесса посадки пророщенного картофеля экспериментальной картофелепосадочной машиной проводились в 2012-2013 году на базе КХ «Родники» (п. Роднички Калининского района Саратовской области).

Почва – чернозём обыкновенный средней мощности. По механическому составу – тяжелосуглинистая, рельеф – ровный. Ширина междурядий гребневых посадок картофеля составляла 70 см. Сорт картофеля – Розара и Удача. Условия исследований 2013 года характеризовались: влажность почвы в слоях 0...5 см–18,3 %; 5...10 см–21,4 %; 10...15 см–23,1 %; 15...20 см–25,8 %. Твёрдость почвы в этих слоях составляла 0,8; 1,5; 1,9; 2,3 МПа. Степень крошения почвы (фракция менее 25 мм) в слое 0-20 см составила 90 %.

5.2 Технологический процесс экспериментальной картофелепосадочной машины в лабораторно-полевых условиях

Экспериментальная картофелепосадочная машины при агрегатировании с трактором МТЗ-80 работает следующим образом. При перемещении экспериментальной картофелепосадочной машины по полю крутящий момент от задних опорно-приводных колес сажалки 1 (Рисунок 5.1) через цепную передачу передается на ведомую звездочку донного транспортера 2, а от нее на ведомый вал донного транспортера 3 который в результате приводится в движение. При этом клубни, находящиеся в бункере 4 начинают перемещаться транспортером, который приводится в движение ведомым валом донного транспортёра в сторону ковша-питателя 5. В бункере 4 установлена заслонка, перемещаемые транспортером клубни семенного картофеля попадая в ковш-питатель распределяются не менее чем в 2 слоя. Далее при помощи

транспортера 6 клубни из бункера направляются в предварительно заполненный протравливающей жидкостью ковш-питатель. Одновременно с этим сошник-бороздообразователь 7 образует в грунте посадочную борозду.

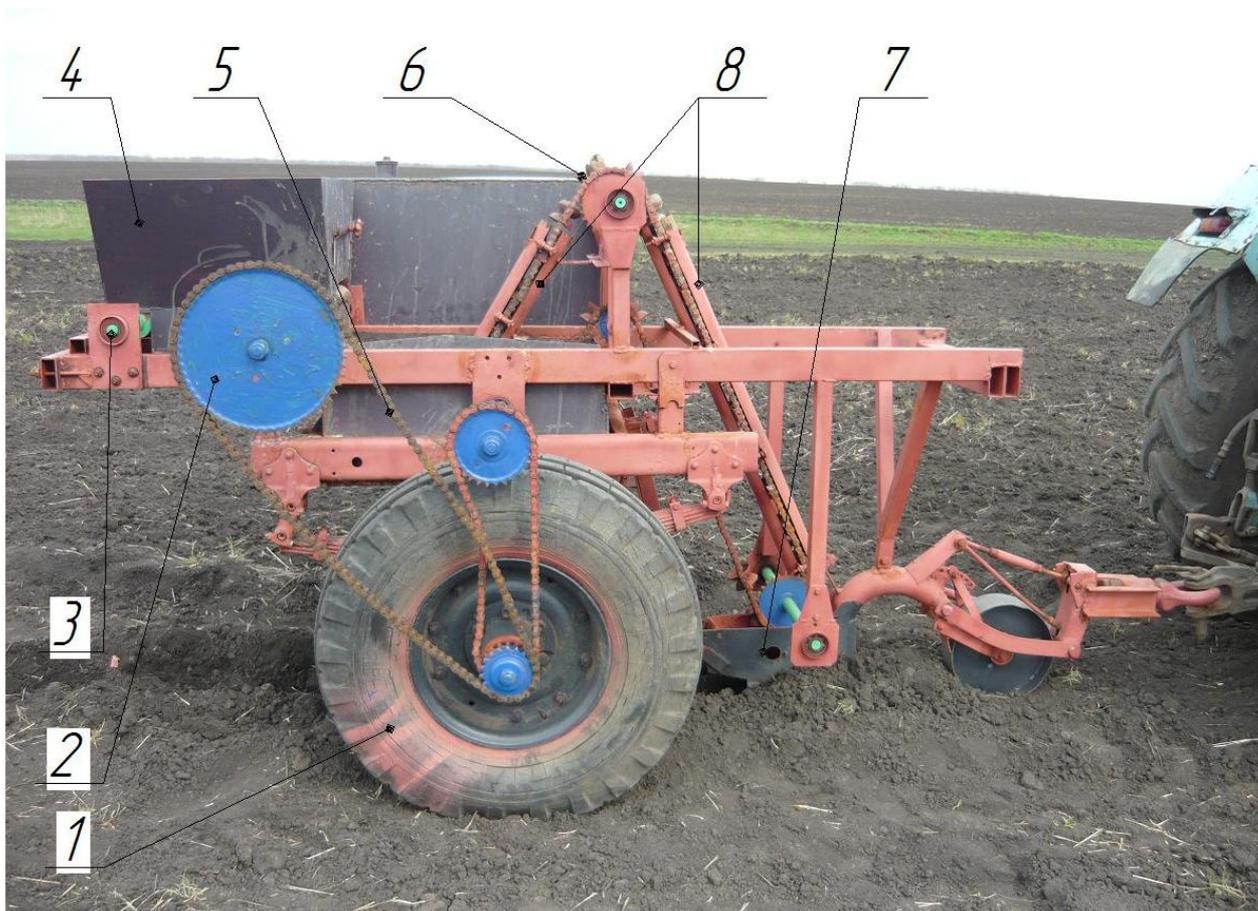


Рисунок 5.1 – Экспериментальная картофелепосадочная машины при агрегатировании с трактором МТЗ-80 в лабораторно-полевых условиях:
 1-опорно-приводное колесо; 2- ведомая звездочка донного транспортера;
 3- ведомый вал донного транспортера; 4-бункер; 5-ковш-питатель;
 6-элеваторный транспортёр; 7-сошник-бороздообразователь.

Попадая в ковш-питатель, клубни погружаются в протравливающую жидкость, а затем всплывают и плавают на ее поверхности, проходя обработку (Рисунок 5.2).



Рисунок 5.2 – Экспериментальная картофелепосадочная машина (вид сверху)
при заполненном ковше питателе

Ложечками 1 (Рисунок 5.3) двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата осуществляется захват отдельных клубней 3, плавающих на поверхности протравливающей жидкости 2. В результате этого другие клубни, находящиеся в ковше-питателе, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой захватившей его, отплывают в стороны или погружаются в протравливающую жидкость, не нанося росткам механических повреждений. Что в свою очередь позволяет снизить травмирование ростков у пророщенных клубней в процессе их посадки. Попавшая при захвате клубня в ложечку 1 протравливающая жидкость стекает обратно в ковш-питатель через отверстия, выполненные в ложечке.



Рисунок 5.3 – Технологический процесс захвата клубней ложечками транспортёра в ковше-питателе: 1 – ложечки транспортёра; 2 – водно-солевой раствор протравливающей жидкости; 3 – пророщенные клубни картофеля (клубни картофеля в 1 слой)

В процессе перемещения захваченных ложечками 1 (рисунок 5.3) клубней в зону сброса клубней в посадочную борозду, цепь с ложечками огибает верхнюю звездочку, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки захватившей его на тыльную сторону нижней соседней ложечки 1 (Рисунок 5.4). При этом предлагаемая конструкция ложечек обеспечивает плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек с клубнем в момент его перехода с одной ложечки на другую. К тому же такая конструкция ложечек позволяет уменьшить вероятность попадания ростков клубней в пространство между ложечками и стенками защитного кожуха 2 в момент перехода клубня с одной ложечки на другую, а также позволяет снизить вероятность контакта ростков клубней со стенками защитного кожуха. Что в свою очередь

способствует снижению травмирования ростков клубней при транспортировке последних в зону сброса клубней в посадочную борозду.



Рисунок 5.4 – Технологический переход клубня с ложечки, захвативший клубень, на тыльную сторону второй ложечки:
1 – ложечка транспортёра; 2 – защитный кожух.



Рисунок 5.5 – Технологический процесс сброса клубней ложечками транспортёра на дно борозды

Далее клубни транспортируются до зоны сброса, где под действием силы тяжести они укладываются на дно посадочной борозды. Затем бороздозакрывающие диски, образуют над высаженными клубнями заданных размеров гребень.

При новой загрузке бункера клубнями, ковш-питатель пополняем необходимым объемом протравливающей жидкости, подаваемой из емкости при открытии крана.

5.3 Исследование технологического процесса подачи пророщенных клубней в ковш-питатель

Подготовка к лабораторно-полевым исследованиям включала подвоз пророщенных клубней картофеля и заранее приготовленного водно-солевого раствора. Первичное исследование технологического процесса экспериментальной картофелепосадочной машины производилось без загрузки бункера семенных клубней и заполненном ковше-питателе водно-солевым раствором. При агрегатировании картофелепосадочной машины с заглублённым сошником в почву на глубину до 15 см на скорости до 5 м/с, было установлено, что технологический процесс протекает достаточно стабильно, заедания и залипания рабочих органов и расплескивания раствора не наблюдалось.

Далее производили загрузку бункера семенных клубней пророщенным картофелем путем пересыпания клубней в бункер на донный транспортёр (Рисунок 5.6, а). После начала агрегатирования экспериментальной картофелепосадочной машины проводилось изменение высоты выгрузного окна бункера с помощью заслонки (Рисунок 5.6, б). Высоту окна увеличивали до состояния технологического процесса, при котором исключалось заклинивание пророщенных клубней в проёме и их спонтанное высыпание в ковш-питатель. При заданной загрузке бункера для высаживаемой фракции сорта Розара и Удача достаточная высота зазора выгрузного окна составила 6...8 см.

*а**б*

Рисунок 5.6 – Бункер семенных клубней:

а – бункер в загруженном состоянии;

б – выгрузное окно в отрегулированном состоянии.

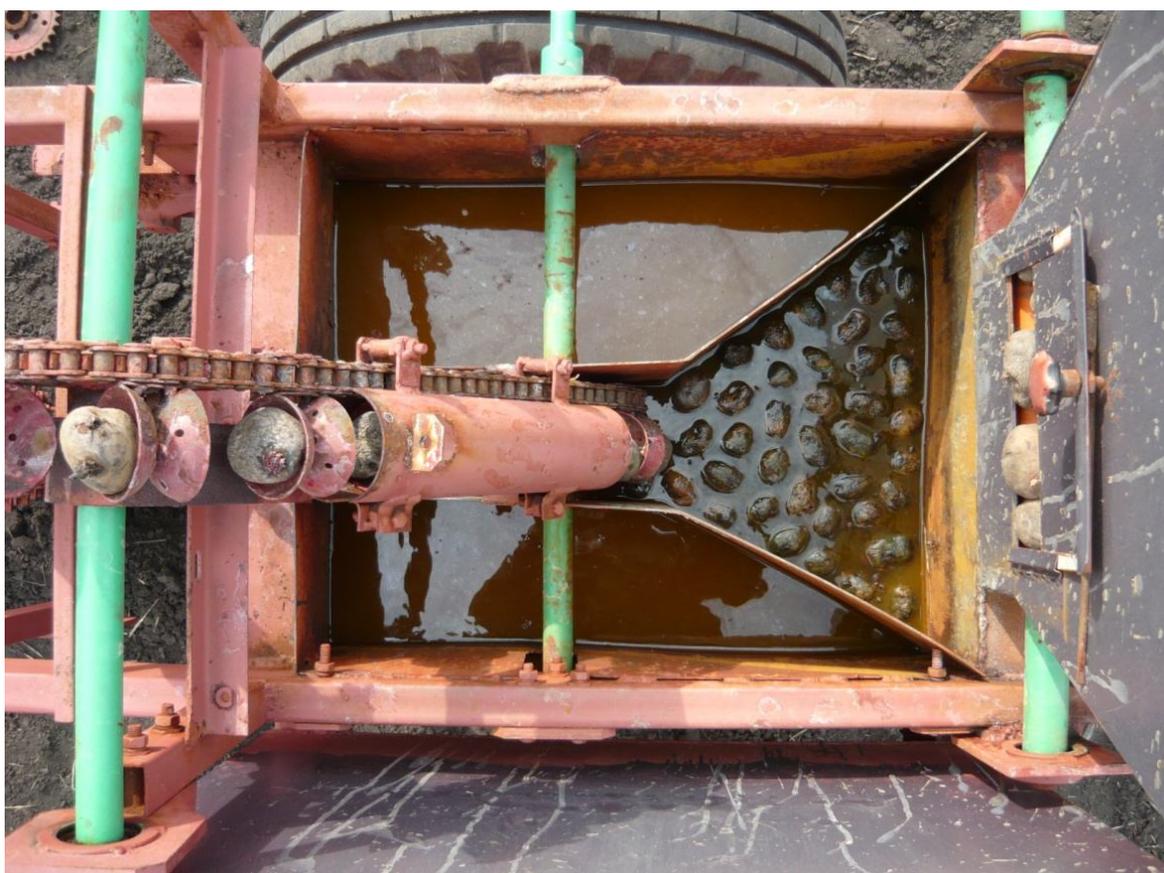


Рисунок 5.7 – Технологический процесс захвата клубней ложечками транспортёра в ковше-питателе (клубни картофеля в 2 слоя)

После проведённой регулировки производилось исследование качества заполнения ковша-питателя пророщенными клубнями, а также травмирование клубней в процессе выгрузки из бункера-накопителя. Было установлено, что по мере выгрузки пророщенного из приёмного окна картофель равномерно заполняет среднюю часть ковша питателя, ограниченную перегородками. После падения картофеля в водно-солевой раствор с высоты 15...20 см пророщенный клубень картофеля заглублялся не более чем на 8...10 см, после чего всплывал на поверхность, на высоту от линии поверхностного натяжения жидкости не более $1/3$ от толщины клубня. Данные исследования проводили органолептическим методом с использованием мерной линейки.

После падения клубня в водно-солевой раствор и полного заполнения ковша-питателя производили выемку клубней из жидкости с целью определения количества обломанных ростков клубней, а также порезы и вмятины от ударов. На время проведения данных исследований отключали элеваторный транспортёр, чтобы исключить влияние на повреждаемость клубней. Исследования проводили при скорости 2,1; 3,4 и 5,2 м/с. Так как привод донного транспортёра осуществляется от опорно-приводного колеса, изменение поступательной скорости агрегата приводило к увеличению скорости подачи клубней. Результаты измерения повреждаемости клубней при изменении скорости подачи клубней представлены на графике (Рисунок 5.8).

Анализ зависимости показывает, что с повышением скорости движения картофелесажалки до 6,2 м/с травмирование клубней возрастает с 15 до 31%. При этом из общего количества обследованных клубней имелись повреждения одного, двух и реже трёх ростков. При скорости свыше 3,4 м/с у 6 % клубней имелись повреждения кожуры в виде царапин площадью не более 1 см^2 . Было установлено, что в основном повреждения происходят в процессе подачи клубней и их выхода из выгрузного окна. Это позволяет сделать вывод о необходимости изыскания методов более бережной выгрузки клубней из бункера-накопителя.

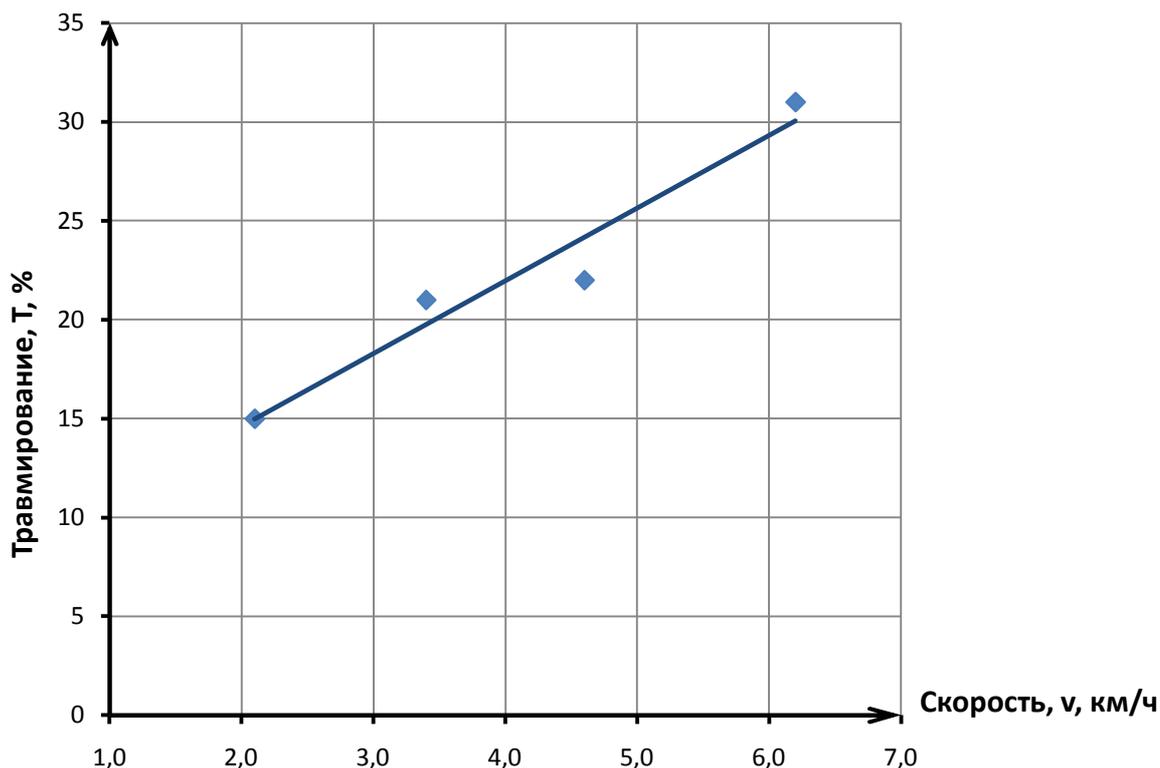


Рисунок 5.8 – Зависимость травмирования клубней при подаче в % от скорости движения экспериментальной картофелесажалки

5.4 Исследование технологического процесса захвата клубней элеваторным транспортёром и их подачи на семенное ложе

5.4.1 Определение травмирования клубней при их захвате элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе

Исследование технологического процесса захвата клубней ложечками элеваторного транспортёра проводили в тех же интервалах, что и при исследовании технологического процесса подачи клубней от бункера-накопителя от 2,0 до 6,4 м/с. На каждой скорости производили изменение линейной скорости элеваторного транспортёра путём замены ведомой звёздочки $z=28$, $z=39$ и $z=56$ (Рисунок 4.9). При этом измеряли травмирование клубней ложечками элеваторного транспортёра при заполнении ковша-питателя клубнями картофеля в 1 и в 2 слоя.

Результаты измерения повреждаемости клубней при изменении скорости подачи клубней представлены на рисунке 5.9-5.11.

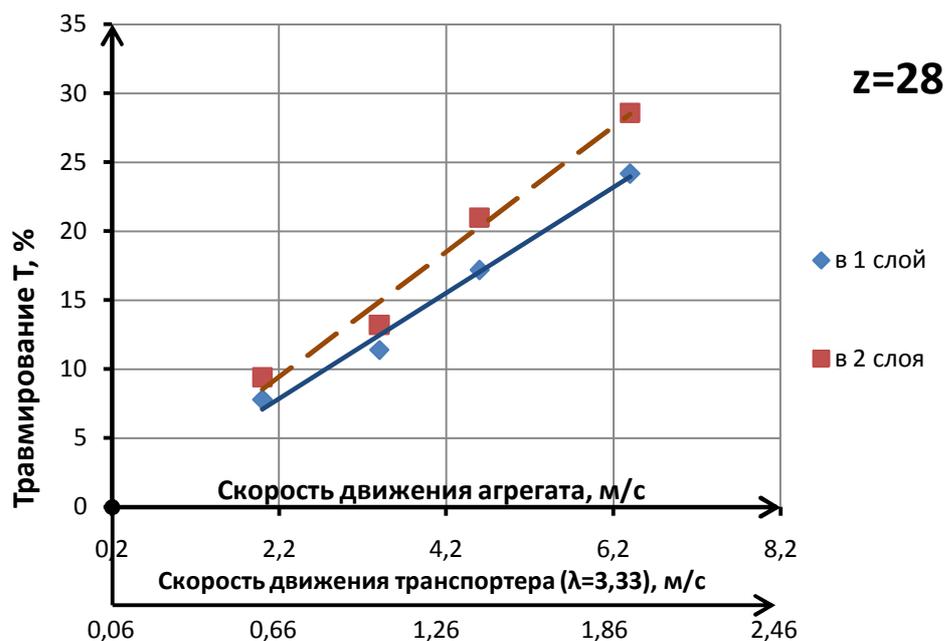


Рисунок 5.9 – Зависимость травмирования клубней картофеля при захвате элеваторным транспортёром от скорости движения экспериментальной картофелесажалки при $z=28$.

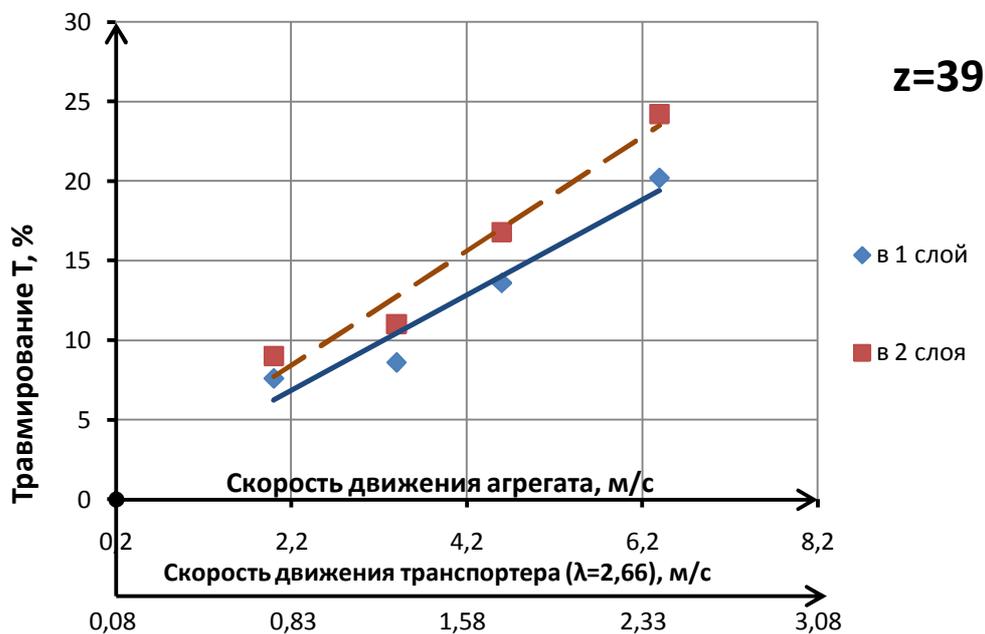


Рисунок 5.10 – Зависимость травмирования клубней картофеля при захвате элеваторным транспортёром от скорости движения экспериментальной картофелесажалки при $z=39$.

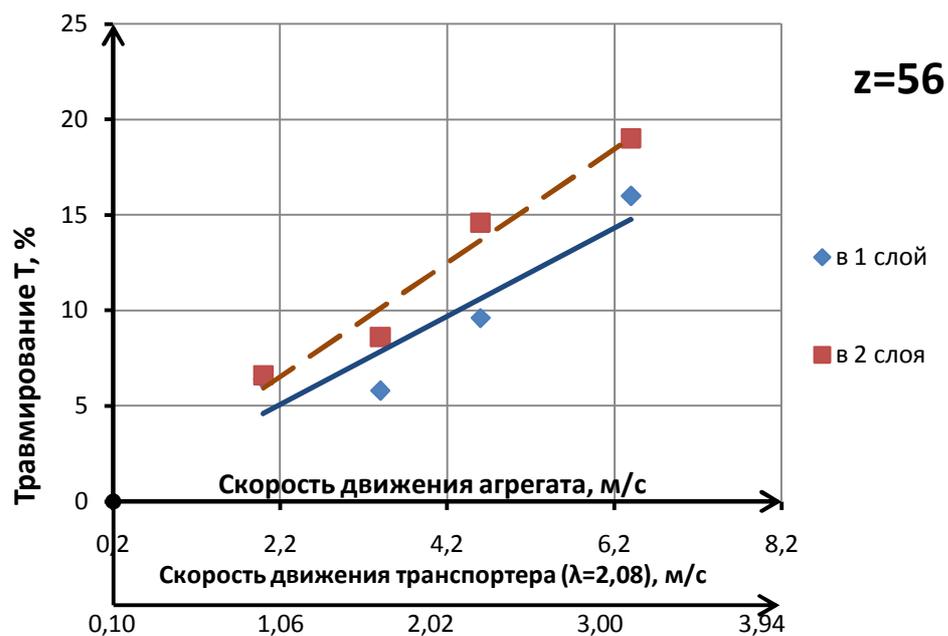


Рисунок 5.11 – Зависимость травмирования клубней картофеля при захвате элеваторным транспортёром от скорости движения экспериментальной картофелесажалки при $z=56$.

5.4.2 Определение пропусков клубней при их захвате элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе

При шаге 0,4 м



При шаге 0,32 м

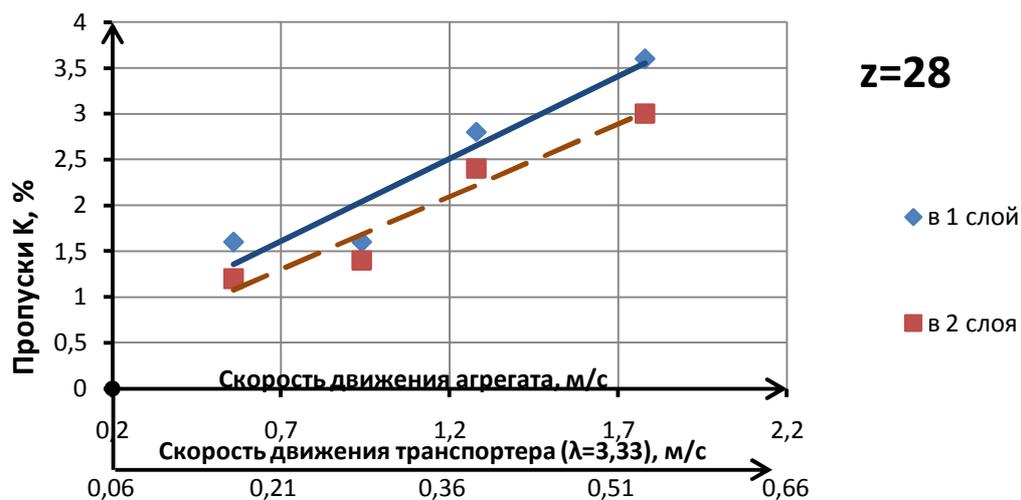


При шаге 0,25 м

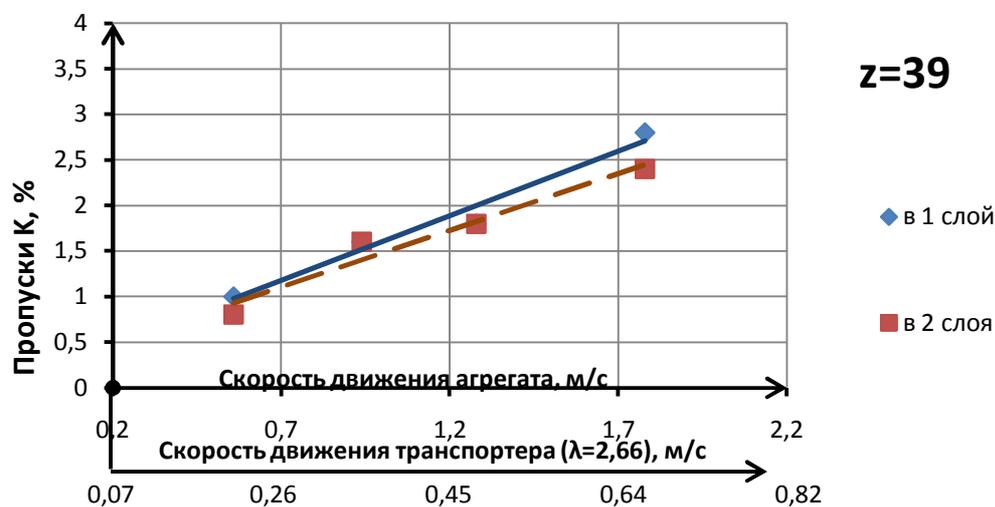


Рисунок 5.12 – Раскладка клубней экспериментальной картофелесажалки (бороздозакрывающие диски не заглублены)

При шаге посадки картофеля в ряду 0,4 м:



При шаге посадки картофеля в ряду 0,32 м:



При шаге посадки картофеля в ряду 0,25 м:

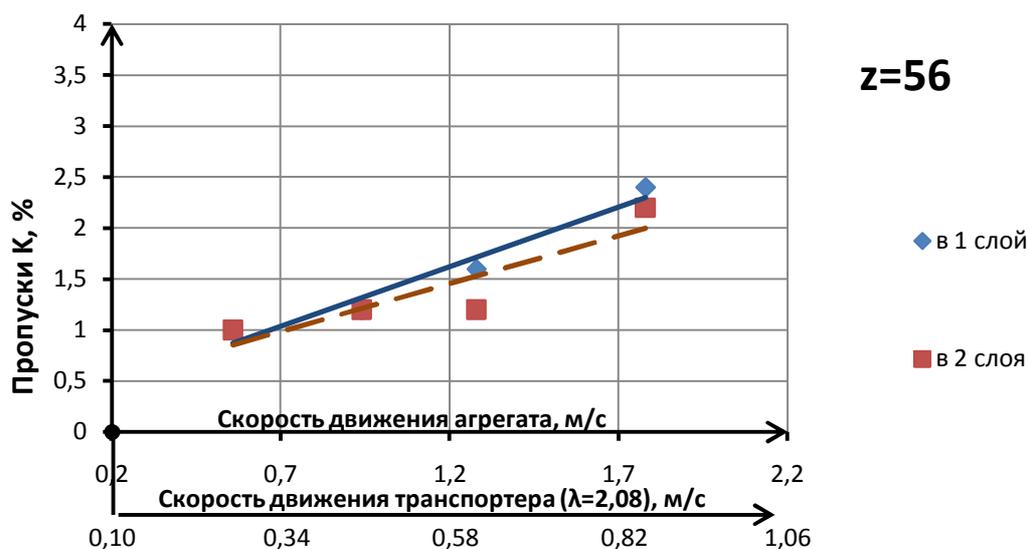


Рисунок 5.13– Зависимость пропусков клубней от скорости движения экспериментальной картофелесажалки

Для определения пропусков клубней при их захвате элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе используем технологический процесс захвата клубней ложечками транспортёра в ковше-питателе (клубни картофеля в 2 слоя) (Рисунок 5.13). Раскладку клубней экспериментальной картофелесажалки (бороздозакрывающие диски не заглублены) производим при шаге 0,25 м; 0,32 м и 0,4 м (Рисунок 5.12).

Анализируя полученные данные, составим зависимости пропусков клубней от скорости движения экспериментальной картофелесажалки (Рисунок 5.13) в зависимости от шага посадки картофеля в ряду (0,4 м; 0,32 м и 0,25 м) и числа зубьев сменного колеса транспортёра клубней ($z = 28, 39, 56$). При скорости движения транспортёра с 0,4 до 1,8 м/с происходит увеличение пропусков (%), такую же зависимость имеют скорость движения транспортёра (с зубчатым колесом $z=56$, $\lambda=2,08$; с зубчатым колесом $z=39$, $\lambda=2,67$; с зубчатым колесом $z=28$, $\lambda=3,33$), но при этом при увеличении числа зубьев приводного колеса транспортёра приводит к увеличению числа пропусков, а уменьшение значения шага посадки к уменьшению пропусков при раскладке клубней.

На рисунке 5.14 представлена зависимость скорости движения транспортёра и пропусков в сравнении с теоретической зависимостью. Так при использовании ложечек с радиусом 35 мм, 40 мм и 45 мм получаем скорость движения транспортёра 0,545 м/с; 0,585 м/с и 0,62 м/с соответственно.

Как видно из полученных зависимостей, увеличение зубчатого колеса приводит к увеличению пропусков при раскладке клубней картофеля, а увеличение шага посадки картофеля к уменьшению пропусков.

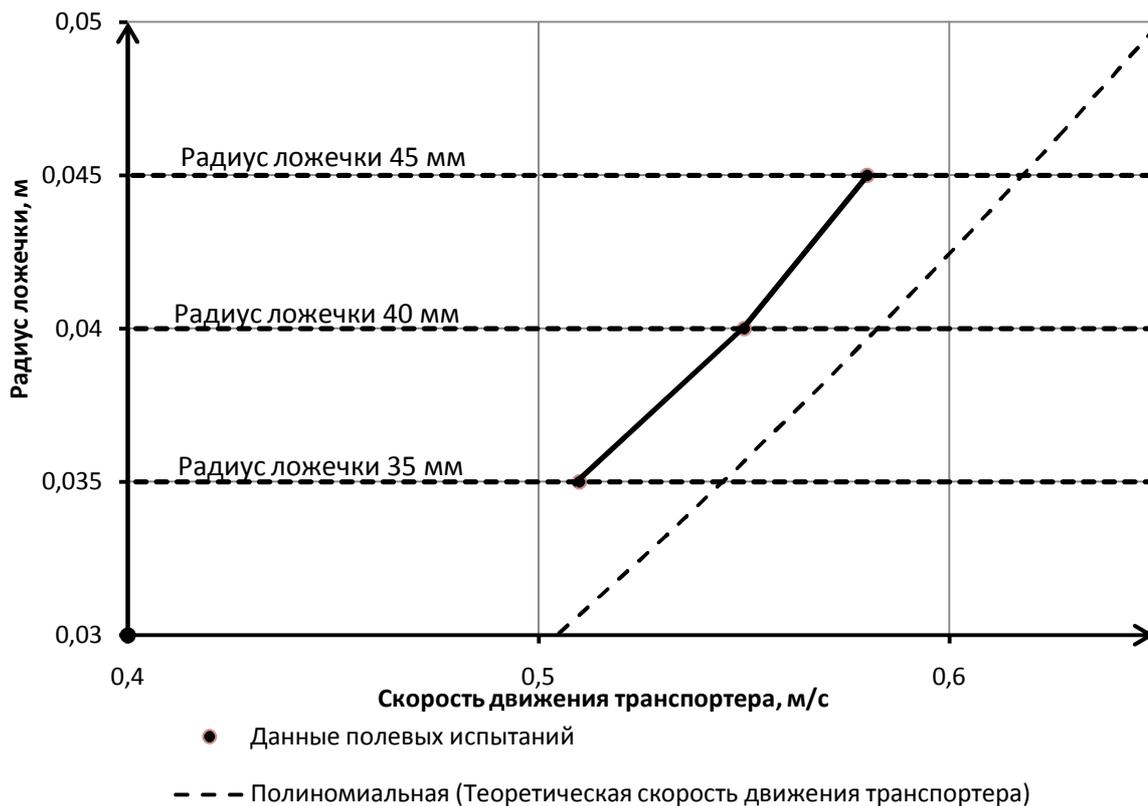


Рисунок 5.14 – Зависимость скорости движения транспортера и радиуса ложки

На основе полученных теоретических и экспериментальных данных построен график (Рисунок 5.15) для определения максимальной скорости движения агрегата при посадке картофеля зная шаг посадки, какое зубчатое колесо установлено на транспортере высаживающего аппарата и размерах установленных ложечек.

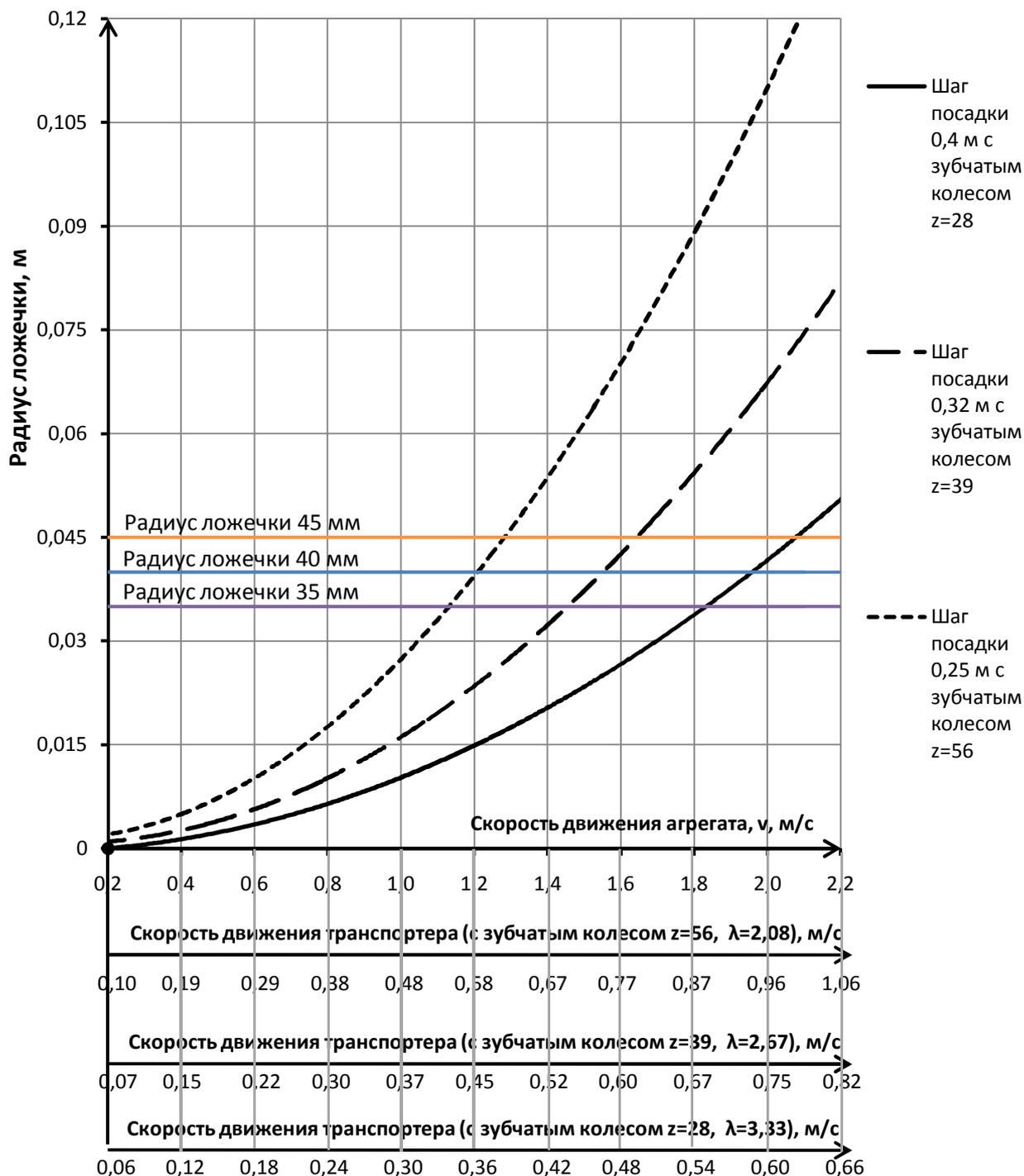


Рисунок 5.15 – График для определения максимальной скорости движения агрегата при посадке картофеля

5.3. Выводы по разделу

1. Исследование технологического процесса подачи пророщенных клубней проводилось по травмированию и пропускам клубней при их захвате

элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе. Анализ зависимости показал, что с повышением скорости движения картофелесажалки до 6,2 м/с травмирование клубней возрастает с 15 до 31%. При этом из общего количества обследованных клубней имелись повреждения одного, двух и реже трёх ростков. При скорости свыше 3,4 м/с у 6 % клубней имелись повреждения кожуры в виде царапин площадью не более 1 см². Было установлено, что в основном повреждения происходят в процессе подачи клубней и их выхода из выгрузного окна. Это позволяет сделать вывод о необходимости изыскания методов более бережной выгрузки клубней из бункера-накопителя.

Из исследования видно, что при скорости движения транспортера с 0,4 до 1,8 м/с происходит увеличение пропусков (%), такую же зависимость имеют скорость движения транспортера (с зубчатым колесом $z=56$, $\lambda=2,08$; с зубчатым колесом $z=39$, $\lambda=2,67$; с зубчатым колесом $z=28$, $\lambda=3,33$), но при этом при увеличении числа зубьев приводного колеса транспортера приводит к увеличению числа пропусков, а уменьшение значения шага посадки к уменьшению пропусков при раскладке клубней.

2. На основе полученных теоретических и экспериментальных данных построен график (рисунок 5.16) для определения максимальной скорости движения агрегата при посадке картофеля зная шаг посадки, какое зубчатое колесо установлено на транспортере высаживающего аппарата и размерах установленных ложечек.

6. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА КАРТОФЕЛЯ В ХОЗЯЙСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

6.1 Результаты сравнительных испытаний

Оценка эффективности предлагаемого способа проводилась путем сравнения результатов посадки пророщенных клубней картофеля серийной картофелепосадочной машины САЯ-4 и предлагаемым устройством.

Для посадки использовалось 2000 пророщенных клубней сорта Розара и 2000 пророщенных клубней сорта Удача.

Посадку картофеля производили на 4-х участках, площадь каждого участка составляла 0,015 га, тип почвы на всех четырех участках – супесь.

На 1-м участке осуществляли посадку 1000 клубней сорта Розара с использованием прототипа (картофелепосадочной машины САЯ-4).

На 2-м участке осуществляли посадку 1000 клубней сорта Удача с использованием прототипа (картофелепосадочной машины САЯ-4).

На 3-м участке осуществляли посадку 1000 клубней сорта Розара, при этом посадка производилась по предложенному способу с использованием предлагаемого устройства.

На 4-м участке осуществляли посадку 1000 клубней сорта Удача, при этом посадка производилась по предложенному способу с использованием предлагаемого устройства.

При посадке картофеля заделка клубней в почву не производилась, для этого на прототипе и на предлагаемом устройстве были демонтированы бороздозакрывающие диски. Заделку клубней в почву не производили, для того чтобы в дальнейшем можно было определить общее количество ростков на клубнях, уложенных на дно посадочной борозды, и количество травмированных ростков у данных клубней. Таким образом, на каждом участке,

после посадки картофеля, из посадочной борозды вручную извлекали клубни и производили подсчет общего количества ростков на клубнях и количества травмированных ростков у этих же клубней. Результаты данных подсчетов были сведены в таблицу 6.1.

Таблица 6.1 – Определение травмирования ростков у клубней

№ участка	Способ посадки	Сорт	Количество посаженных клубней, шт.	Общее количество ростков на клубнях, шт.	Общее количество травмированных ростков на клубнях, шт.	Процент травмированных ростков от общего количества, %
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	1000	5436	315	5,8
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	1000	5974	161	2,7
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	1000	4981	244	4,9
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	1000	4278	107	2,5

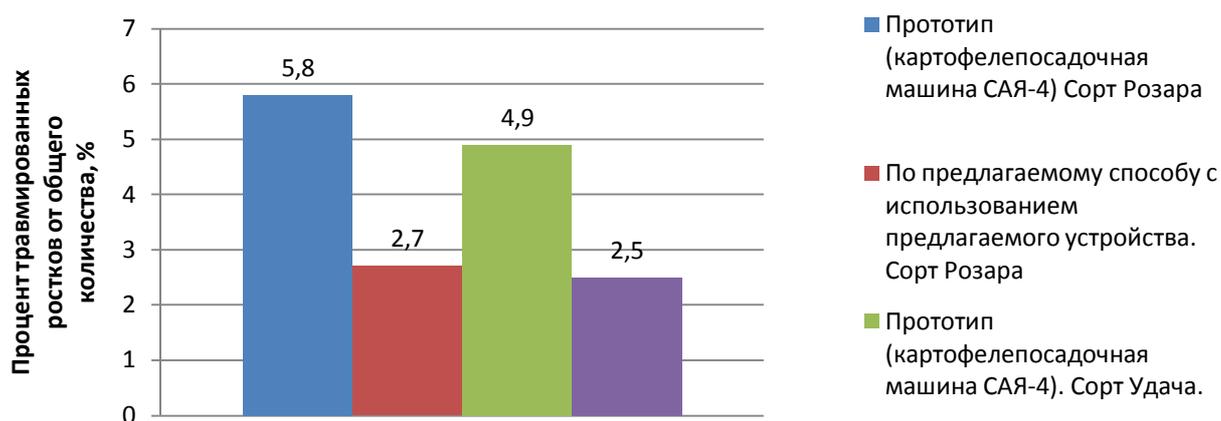


Рисунок 6.1 – Диаграмма травмирования ростков у клубней по сортам

После подсчета ростков каждый клубень возвращался назад в посадочную борозду на то место, которое он занимал ранее. По окончании пересчета ростков у всех клубней, последние заделывались в почву с

использованием лопат, для чего над высаженными клубнями образовывали заданных размеров гребень.

Через 60 дней после посадки на каждом участке определяли процент растений пораженных фитофторозом. Полученные результаты приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Определение поражения растений фитофторозом

№ участка	Способ посадки	Сорт	Процент растений пораженных фитофторозом, %
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	46,7
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	20,8
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	42,4
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	17,5

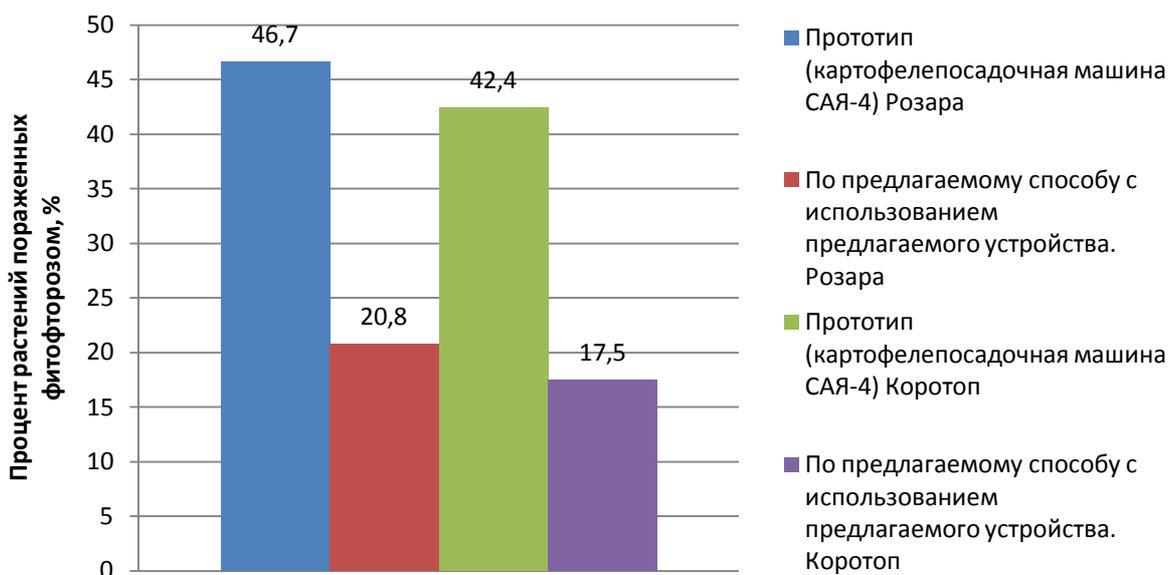


Рисунок 6.2 – Диаграмма поражения растений фитофторозом по сортам

После уборки картофеля, урожай с каждого участка взвешивался отдельно. Результаты данных взвешиваний приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Определение урожайности картофеля

№ участка	Способ посадки	Сорт	Площадь участка, га.	Масса выращенных клубней, кг	Урожайность, т/га
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	0,015	194	12,9
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	0,015	227	15,1
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	0,015	284	18,9
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	0,015	317	21,1

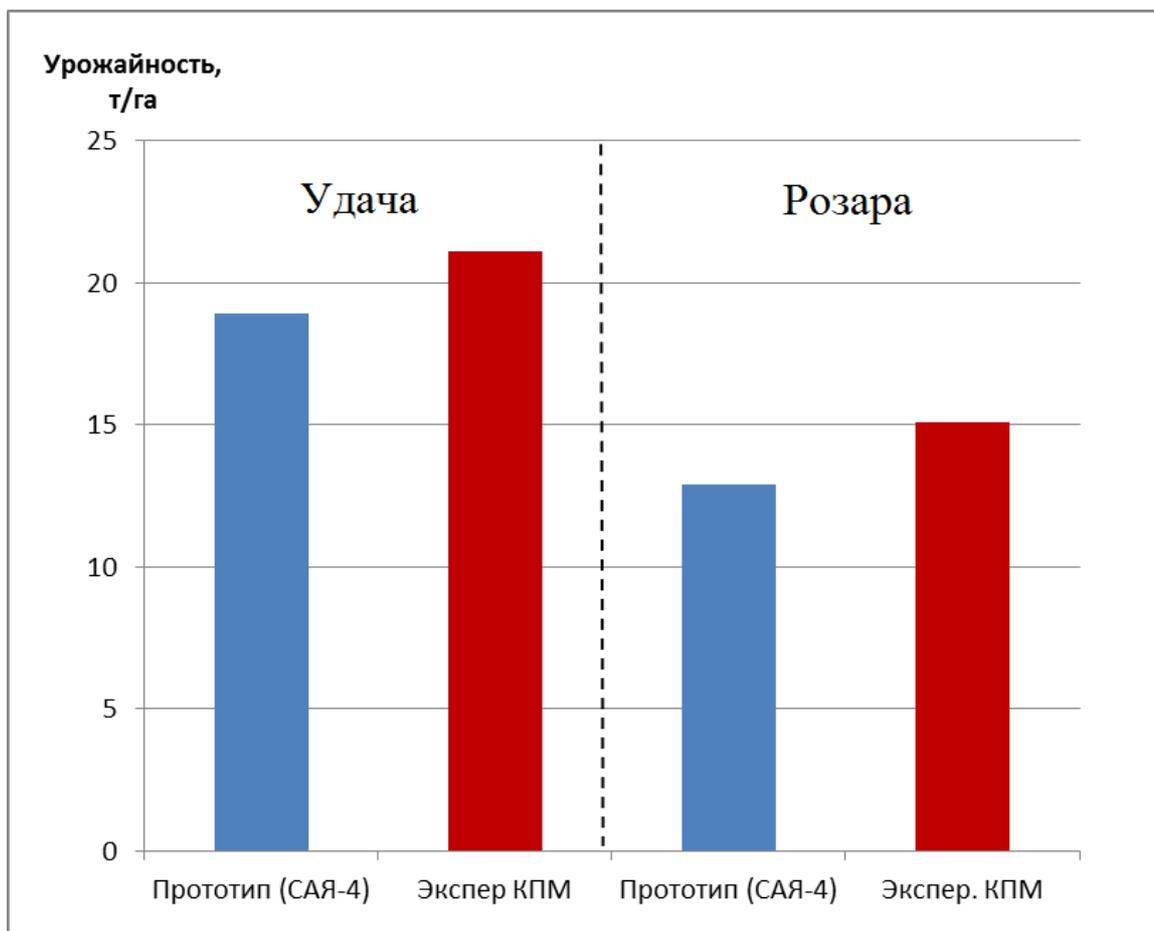


Рисунок 6.3 – Диаграмма урожайности картофеля по сортам

Согласно полученным результатам реализация предлагаемого способа с использованием предлагаемого устройства позволяет, в зависимости от сорта картофеля снизить травмирование ростков клубней при посадке на 2,4...3,1% .

А обработка пророщенных клубней протравливающей жидкостью в процессе их посадки позволяет уменьшить поражение растений фитофторозом на 19,9...25,9%. При этом урожайность картофеля для сорта Розара и Удача повысилась соответственно на 2,2 и 2,8 т/га.

6.2 Экономическая оценка экспериментальной картофелепосадочной машины

Методика расчета использовалась в соответствии с ГОСТ 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**] и рекомендациями по определению экономической эффективности результатов научно-исследовательских работ. Согласно ГОСТу в качестве исходной информации для экономической оценки используем результаты исследований, полученные по сравниваемым параметрам техники, в конкретной почвенно-климатической зоне в сопоставимых условиях (Таблица 6.4).

Оценка экономической эффективности проводим по следующим основным показателям:

- экономия совокупных затрат денежных средств на единицу наработки;
- экономия прямых эксплуатационных затрат денежных средств на единицу наработки;
- срок окупаемости дополнительных капиталовложений.

При расчётах затрат на выполнение технологического процесса новой машины и расчетах базовой машины, принятой за эталон, нормативы берутся одинаковыми.

Для расчёта экономической эффективности от применения разработанного технологического процесса определим стоимость изготовления экспериментальной картофелепосадочной машины.

Таблица 6.4 – Исходные данные для экономической оценки
экспериментальной картофелепосадочной машины

Параметры	<i>Базовый</i>	<i>Экспериментальный</i>
	САЯ-4	Экспериментальная картофелепосадочная машина
Ширина захвата, м	2,8	2,8
Рабочая скорость, км/ч	3,2	3,2
Коэффициент использования времени смены	0,7	0,65
Количество механизаторов, чел.	1	1
Количество вспомогательных рабочих, чел.	1	1
Мощность двигателя трактора, кВт	55	55
Удельный расход топлива, кг/кВт*ч	0,21	0,21
Коэффициент использования двигателя	0,7	0,7
Удельный расход энергоресурсов, кг/га	12,84	13,71
Часовая тарифная ставка, руб./ч.	89,87	89,87
Коэффициент доплат и начислений	1,5	1,5
Цена трактора, руб	1 200 000	1 200 000
Цена с/х машины, руб	400 000	450 000
Норма амортиз. отчислений на трактор, %	10	10
Норма амортиз. отчислений на с/х машину, %	14,2	14,2
Годовая загрузка трактора, ч	1350	1350
Годовая загрузка с/х машины, ч	120	120
Норма отчислений на ТР на трактор, %	14,9	14,9
Норма отчислений на ТР на с/х машину, %	12	12
Цена топлива, руб./кг	35	35
Коэффициент затрат на смазочные материалы	1,15	1,15
Годовой объём работ в размере сельхозпредприятия, га	10	10
Количества продукции, от изменения качества продукции (сорт Розара), т/га	12,9	15,1
Средняя стоимость картофеля на март 2018 г в Приволжском ФО, руб./кг	21,02	21,02

Стоимость изготовления экспериментальной картофелепосадочной

машины определяем по формуле:

$$C_m = C_{зп} + C_{\text{мат}} + C_{\text{нр}}, \text{ руб.} \quad (6.1)$$

где $C_{зп}$ – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с начислениями на социальные нужды, руб.; $C_{\text{мат}}$ – стоимость материалов и деталей, израсходованных на изготовление экспериментального культиватора-рыхлителя, руб.; $C_{\text{нр}}$ – накладные расходы, руб.

Расчет издержек на основную и дополнительную заработную плату рабочих определена на основе типовых нормативов времени на станочные, слесарные, сварочные работы в сельском хозяйстве (Таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Затраты по основной заработной плате

№	Вид работ	Трудо- ёмкость, чел.ч	Часовая тарифна я ставка, руб.	Дополни- тельная з/плата, руб.	Перечис- ления в ФСС, ПФР, ФНС, руб.	Основная з/плата, руб.
1	Токарные	14	89,2	124,9	618,2	1991,9
2	Слесарные	32	64,2	205,5	1017	3276,9
3	Сварочные	18	76,6	137,9	682,6	2199,3
4	Малярные	2	64,2	12,9	63,6	204,9
	Итого:	66				7673

Накладные расходы НР по изготовлению конструкторской разработки принимаем в процентах от суммы основной заработной платы предприятия-изготовителя.

Таким образом, стоимость экспериментальной картофелепосадочной машины составит:

$$C_n = 7673 + 174399 + 7673 \cdot 1,5 = 193581,5 \text{ руб.}$$

Таблица 6.6 – Затраты на материалы и покупные изделия

№	Наименование материала	Кол-во, кг, шт	Цена за кг, шт, руб	Стоимость всего, руб.
1	Труба 100x100	2,5	650	1625
2	Диск колеса КрКЗ 887А-3101012	2	3600	7200
3	Шина 9.00-16	2	4800	9600
4	Лист 2 мм	5	2500	12500
5	Лист 1 мм	1	650	650
6	Лента транспортера	2,5	550	1375
7	Вал 32	2,9	650	1885
8	Вал 22	1,7	520	884
9	Лист нержавеющей	1	2750	2750
10	Цепь шаг 19	20	350	7000
11	Подшипники	6	450	2700
12	Труба 50*25	16	500	8000
13	Сошник-бороздообразователь	4	17000	68000
14	Диски сошника	8	2500	20000
15	Колесо опорно-регулирующее	4	1500	6000
16	Ступица опорного колеса	2	3500	7000
17	Звездочка z=28	2	650	1300
18	Звездочка z=39	14	820	11480
19	Звездочка z=56	2	1200	2400
20	Сница прицепная	1	1800	1800
21	Кран 1/2``	1	250	250
	Итого:			174399

6.3 Расчёт абсолютных экономических показателей технологических процессов посадки картофеля

Абсолютные экономические показатели по специализированной технике, единичным образцам комбинированной и универсальной технике на отдельных технологических операциях определяют в расчете на единицу наработки [34]. Таким образом, совокупные затраты денежных средств на единицу наработки $I_{с.з.}$, руб/га вычисляем по формуле:

$$I_{с.з.} = I + I_{кл} + I_{ут} + I_{э} \quad (6.2)$$

- где I – прямые эксплуатационные затраты денежных средств, руб./га;
 $I_{\text{кл}}$ – затраты, учитывающие изменение количества и качества продукции, руб./га;
 $I_{\text{ут}}$ – затраты средств, учитывающие уровень труда обслуживающего персонала, руб./га;
 $I_{\text{э}}$ – затраты средств, учитывающие отрицательное воздействие на окружающую среду, руб./га.

Для сравниваемых экспериментальной картофелепосадочной машины и серийной САЯ-4 затраты средств, учитывающие уровень труда обслуживающего персонала и затраты средств, учитывающие отрицательное воздействие на окружающую среду одинаковыми.

Прямые эксплуатационные затраты денежных средств на посадку 1 га картофеля определяем по формуле:

$$I = Z + \Gamma + P + A + \Phi, \quad (6.3)$$

- где Z – затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала, руб./га;
 Γ – затраты средств на горюче-смазочные материалы, электроэнергию, руб./га;
 P – затраты средств на ремонт и техническое обслуживание, руб./га;
 A – затраты средств на амортизацию, руб./га;
 Φ – прочие прямые затраты средств на основные и вспомогательные материалы, руб./га.

Затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала определяем по формуле:

$$Z = \frac{1}{W_{\text{см}}} L \tau_{\text{т}} K_1, \text{ руб./га}, \quad (6.4)$$

- где L – число обслуживающего персонала, чел;
 $\tau_{\text{т}}$ – оплата труда обслуживающего персонала, руб./чел.-ч;
 $W_{\text{см}}$ – производительность МТА в единицах наработки за 1 час сменного времени, га/ч, т/ч (ГОСТ Р 52778-2007) [37];

K_1 – коэффициент начислений на зарплату при различных формах налогообложения (единый социальный налог, единый сельскохозяйственный налог).

Для серийной: $Z = \frac{1}{W_{см}} L_{тТ} K_1$

Сменная производительность картофелепосадочной машины за 1 час сменного времени:

$$W_{см} = 0,36 B_p v K_{п}, \text{ га/ч}, \quad (6.5)$$

где 0,36 – коэффициент, зависящий от принятой единицы измерения скорости;

B_p – ширина захвата МТА, м; v – скорость движения МТА, м/с;

$K_{п}$ – коэффициент перехода от технической производительности МТА к эксплуатационной (0,7...0,9);

$W_{см.э.}$ – производительность экспериментальной машины за 1 час сменного времени, га/ч;

$W_{см.б.}$ – производительность базовой машины за 1 час сменного времени, га/ч.

Затраты средств на горюче-смазочные материалы, электроэнергию вычисляем по формуле:

$$\Gamma = q_{т} Ц_{γ} K_{см.м}, \text{ руб./га}, \quad (6.6)$$

где $q_{т}$ – удельный расход топлива, электроэнергии, кВт·ч/ед. наработки; кг/ед.;

$Ц_{γ}$ – цена 1 кг топлива, 1 кВт·ч электроэнергии, руб./кг, руб./кВт·ч;

$K_{см.м}$ – коэффициент учёта стоимости смазочных материалов.

Затраты средств на ремонт и техническое обслуживание техники по нормам отчислений от цены машины вычисляем по формуле:

$$P = \frac{B \cdot r_p}{W_{эк} T_3}, \text{ руб./га}, \quad (6.7)$$

где B – цена техники (без НДС), руб.;

r_p – коэффициент отчислений на ремонт и техническое обслуживание техники;

$W_{\text{эк}}$ – производительность агрегата в час эксплуатационного времени, га/ч;

T_3 - годовая зональная фактическая загрузка техники, ч.

Затраты средств на амортизацию техники определяем по формуле:

$$A = Ba / (W_{\text{эк}} T_3), \text{ руб./га}, \quad (6.8)$$

где a – коэффициент отчислений на амортизацию техники.

Прочие прямые затраты на основные и вспомогательные материалы вычисляем по формуле:

$$\Phi = \sum_i h_i C_{Mi}, \text{ руб./га}, \quad (6.9)$$

где h_i – удельный расход i -го вида материала кг/ед. наработки; C_{Mi} – стоимость единицы i -го вида расходуемого материала, руб.

Затраты труда (Z_T) в человеко-часах на га при выполнении машиной находили по формуле:

$$Z_T = \sum_i L_i / W_{cm_i}, \quad (6.10)$$

где L_i – число обслуживающего персонала на i -ой операции, чел; W_{cm_i} – производительность в единицах наработки за 1 час сменного времени на i -ой операции, га/ч, т/ч.

По данным территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Саратовской области Среднестатистические потребительские цены на отдельные виды продуктов питания по Саратовской области в марте 2018 года [128] цена реализации картофеля составляет 21 020 руб./т.

Производительность картофеля сорта Розара (таблица 6.3) с использованием прототипа 12,9 т/га и с использованием предлагаемой технологии посадки 15,1 т/га.

Прибыль от реализации продукции с 1 га составит:

$$П = (15,1 - 12,9) \cdot 21\,020 = 46\,244 \text{ руб./га}$$

Годовая экономия совокупных затрат денежных средств от эксплуатации экспериментальной техники, руб.:

$$\text{Э}_Г = (\text{И}_{\text{СЗБ}} - \text{И}_{\text{СЗН}})\text{T}_Г, \quad (6.11)$$

где $\text{И}_{\text{СЗБ}}$, $\text{И}_{\text{СЗН}}$ – совокупные затраты денежных средств на единицу наработки экспериментальной и серийной картофелепосадочными машинами, руб./га; $\text{T}_Г$ – годовой объём работ в размере сельхозпредприятия, га.

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений, лет:

$$\text{T}_{\text{ок}} = \frac{(\text{Б}_н - \text{Б}_б)}{\text{Э}_Г}, \quad (6.12)$$

где $\text{Б}_н$, $\text{Б}_б$ – цена новой, базовой техники (без торговой наценки) соответственно с учётом затрат на доставку и монтаж, руб.

Результаты расчета абсолютных экономических показателей технологических процессов посадки картофеля серийной картофелесажалкой САЯ-4 и экспериментальной картофелепосадочной машиной по выражениям 6.2-6.8 приведены в таблице 6.7.

Анализ результатов расчета абсолютных экономических показателей показывает, что производительность экспериментальной картофелепосадочной машины в сравнении с серийной САЯ-4 в сопоставимых условиях меньше на 0,4 га/ч, а затраты труда выше на 0,21 чел.-ч./га. Это объясняется большими затратами времени на дополнительную заправку экспериментальной картофелепосадочной машины рабочим раствором.

Таблица 6.7 – Результаты расчета абсолютных экономических показателей технологических процессов посадки картофеля серийной картофелесажалкой САЯ-4 и экспериментальной картофелепосадочной машиной

Параметры	САЯ-4	Экспериментальный
Производительность, га/ч	0,63	0,59
Затраты труда, чел.ч/га	3,18	3,39
Заработная плата рабочим, руб./га	427,96	456,9
Амортизационные отчисления, руб./га	798,51	1290,15
Затраты на ремонт, руб./га	765,79	1179,34

Затраты на ТСМ, руб./га	442,98	473
Накладные расходы, руб./га	128,97	169,98
Прямые эксплуатационные затраты, руб./га	2708,21	3569,44
Годовая экономия эксплуатационных затрат, руб./га	861,23	
Прибыль, учитывающие изменение количества и качества продукции, руб./га		46 244
Годовая экономия совокупных затрат, руб.		453 827,7
Срок окупаемости, лет		0,38

Так как применение экспериментальной картофелепосадочной машины в значительной степени влияет на качество выполнения технологического процесса посадки (травмирование клубня картофеля), то совокупные эксплуатационные затраты будут складываться из прямых эксплуатационных затрат и затрат, учитывающих изменение количества и качества конечной продукции в размере сельхозпредприятия.

7. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В работе решена актуальная научно-производственная задача повышение урожайности картофеля за счет усовершенствования технологического процесса питающего аппарата картофелеуборочной машины

2. На основе аналитических исследований предложена классификация высаживающих аппаратов и обоснованы основные параметры конструкций устройств для посадки яровизированных клубней. Проведенный анализ существующих картофелесажалок и их питающих аппаратов показал, что они мало пригодны для посадки пророщенных клубней картофеля. В связи с чем была усовершенствована конструкторско-технологическая схема питателя картофелесажалки, основным отличием которой стали захватывающий транспортер с двухсторонними ложечками и наличие солевого раствора в питающем ковше (патент №2357396)

3. Получены теоретические зависимости, позволяющие определить влияние конструкторско-режимных параметров на технологический процесс предложенного питающего аппарата картофелесажалки. Были определены лобовая сила действующая на ложечку со стороны солевого раствора (1), силу сопротивления движению прямой и обратной ложечки без дренажных отверстий (3) и с ними (4), максимальный вынос клубня на свободную поверхность жидкости при заданной скорости движения транспортера (7), влияние отверстий в ложечке на величину гидродинамической силы (8), время необходимое для полного истечения раствора из ложечек в питающий ковш на прямолинейном участке (12).

4. Были изготовлены лабораторная установка и экспериментальный образец комбинированного картофелепосадочного агрегата, позволяющие исследовать показатели качества процесса посадки картофеля в зависимости от конструкторско-режимных параметров. Исследование технологического процесса подачи пророщенных клубней проводились по травмированию и

пропускам клубней при их захвате элеваторным транспортёром и подаче на семенное ложе.

Анализ зависимости показал, что с повышением скорости движения картофелесажалки до 6,2 м/с при травмировании клубней возрастает с 15 до 31%. При этом из общего количества обследованных клубней имелись повреждения одного, двух и реже трёх ростков. При скорости свыше 3,4 м/с у 6 % клубней имелись повреждения кожуры в виде царапин площадью не более 1 см². Было установлено, что в основном повреждения происходят в процессе подачи клубней и их выхода из выгрузного окна. Это позволяет сделать вывод о необходимости изыскания методов более бережной выгрузки клубней из бункера-накопителя.

Из исследования видно, что при изменении скорости движения транспортера с 0,4 до 1,8 м/с происходит увеличение пропусков клубней в борозде (до 3%; 2,4%; 2,2% при шаге 0,25 м; 0,32 м и 0,4 м), т.е. ложечки перестают устойчиво их захватывать из ковша.

На основе полученных теоретических и экспериментальных данных построен график для определения максимальной скорости движения агрегата при посадке картофеля.

5. Анализ результатов расчета абсолютных экономических показателей показывает, что производительность экспериментальной картофелепосадочной машины в сравнении с серийной САЯ-4 в сопоставимых условиях меньше на 0,4 га/ч, а затраты труда выше на 0,21 чел.-ч./га. Так как применение экспериментальной картофелепосадочной машины в значительной степени влияет на качество выполнения технологического процесса посадки (травмирование клубня картофеля), то совокупные эксплуатационные затраты складываются из прямых эксплуатационных затрат и затрат, учитывающих изменение количества и качества конечной продукции в размере сельхозпредприятия. Годовой экономический эффект от применения предлагаемого технологического процесса посадки яровизированного

картофеля составил 453 827,7 руб., а срок окупаемости разработанной картофелепосадочной машины 0,38 года.

Рекомендации производству

Усовершенствованная картофелесажалка может быть эффективно использована при посадке пророщенных яровых клубней картофеля, урожайность которых на 40% выше непророщенного семенного материала.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Усовершенствовать технологический процесс посадки пророщенного картофеля на других серийно выпускаемых картофелепосадочных машинах. Разработать технологический процесс и конструкцию новой картофелесажалки для посадки пророщенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анисимов, Б. А. Картофель 2000 – 2005: итоги, прогнозы, приоритеты. //Картофель и овощи. – 2001. – №3. – с. 2 – 3.
2. Анисимов, Б.В. Производство картофеля в Российской Федерации в 2006 году / Б.В.Анисимов, В.С.Чугунов, О.Н.Шатилова // Картофель и овощи. – 2007. - №2. – С.2-3.
3. Амбросов, А.Л. Влияние яровизации на болезнеустойчивость и урожайность картофеля / А.Л.Амбросов. – Картофель. – 1956. - №1. – С.13 – 17.
4. Андрушко, О.Д. Ранний картофель в Прикарпатье / О.Д. Андрушко. – Картофель и овощи. – 1976. - №1. – С. 35-36.
5. Бабенко, А.С. Использование вермикомпоста для получения оздоровленного семенного картофеля. / А.С. Бабенко, Р.А. Карначук, Ю. Е. Якимов // Материалы 2-й международной конференции « Дождевые черви и плодородие почв» – Владимир, 2004. – с. 197-199.
6. Бакулина В.А. Характеристика сортов картофеля, включенных в Госреестр с 1996 г / В.А.Бакулина, И.И. Тимофеева // Картофель и овощи. – 1997. - №1. – С.2-4.
7. Белик, В.Д. Овощные культуры и технологии их возделывания / В.Д. Белик, В.Е. Советкина. – М. : Агропромиздат, 1991. – 480 с. : ил.
8. Большаков Н.Ф. Исследование повреждаемости ростков яровизированного картофеля в бункере сажалки. //Тр. С- 3. НИИМЭСХ. - Л., 1969.-Вып. 5.-С. 168-172.
9. Большаков, С.И. Агротехника раннего картофеля в лесотундровой зоне Крайнего севера / С.И. Большаков // Труды НИИ полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства. – 1953. – Т.1. – С. 148-183.
10. Боос, Г.Б. Овощи – родник здоровья / Г.Б. Боос, В.И. Буренин. – Л. : Лениниздат, 1985. – 221 с. : ил.

11. Бохова, Ф.Т. Приемы подготовки клубней к посадке / Ф.Т. Бохова. – Картофель и овощи. – 1992. - №2. – С.17.
12. Будин, К.З. Картофель в северных областях Нечерноземья / К.З. Будин. – ВИР. – 1976. – С. 91.
13. Булохов, В.А. Экономический справочник сельского специалиста [Текст] / В.А. Булохов, П.И. Пеннер. – М. : Россельхозиздат, 1983. – 192 с.
14. Бусарова, Ж.Г. Влияние повреждения ростков на урожайность картофеля / Ж.Г. Бусарова, Р.Н. Абрамова – В кн.: Эффективность севооборотов почвы и применение гербицидов в растениеводстве. – Л. – 1978. – С.188 – 190.
15. Ватухин, А.П. Яровизация картофеля как альтернатива производства конкурентоспособной продукции картофелеводческой отрасли / А.П. Ватухин, М.В. Карпов, Д.В.Кулагин. // Мат. Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения профессора А.Г. Рыбалко. Саратов, 11-12 июля 2006 г. Часть 1. – С. 118-120.
16. Ватухин, А.П. Технология внесения вермикомпоста при посадке картофеля с разработкой и обоснованием оптимальных параметров дозирующего устройства [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 2005 / Ватухин Андрей Петрович. – Саратов, 2005. – 178 с. – Библиогр.: с. 148–156.
17. Волосевич, Н.П. Машины для послеуборочной обработки зерна [Текст] / Н.П. Волосевич, А.В. Дружкин. – Саратов : Сарат. с. – х. ин – т, 1993. – 84 с. : ил.
18. Волосевич, П.Н. Анализ и оценка существующих технических средств сортирования клубней картофеля / П.Н. Волосевич, Д.А. Неверов // Материалы конференции, посвященной 119-й годовщине со дня рождения академика Николая Ивановича Вавилова. «Вавиловские чтения – 2006» / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2006. – Ч.1. – С. 29-33.
19. Волосевич, П.Н. Влияние на точность сортирования геометрических свойств отверстий решет и клубней картофеля / П.Н. Волосевич, Д.А. Неверов

// Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И.Вавилова. – 2009. - №4. – С. 29-33.

20. Волосевич, П.Н. Влияние формы клубней картофеля и отверстий решет на пропускную способность картофелесортировальных машин / П.Н. Волосевич, Д.А. Неверов // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И.Вавилова. – 2009. - №9. – С. 48-51.

21. Волосевич, П.Н. Новые рабочие органы картофелесортировальных машин, грохотного типа / П.Н. Волосевич // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Вавиловские чтения – 2004» / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2004. – С. 15-18.

22. Волосевич, П.Н. Совершенствование технологического процесса калибрования клубней картофеля: дис. ... канд. Техн. Наук : 05.20.01 / Петр Николаевич Волосевич; Саратовский государственный агроинженерный университет. Саратов, 1998. – 133л.

23. Волосевич, П.Н. Теоретическое описание контуров продольных и поперечных сечений клубней картофеля различных форм / П.Н. Волосевич // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – Выпуск 3. Самара, 2006. – С. 131-133.

24. Вольпер, И. М. Картофель. История, применение, употребление / И.М. Вольпер, Я.И. Магидов – М. : Пищевая промышленность, 1978. – 144с. : ил.

25. Воробьева, А.А. Репчатый лук / А.А. Воробьева. – М. : Росагропромиздат, 1989. – 46 с. : ил.

26. Влияние современных средств защиты растений на урожайность и качество картофеля / Куликова Е.Г., Ефремова С.Ю. // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2014. - № 5 (21). - С. 129-137.

27. Гаврилов, В. Н. Исследование физико-механических свойств ростков клубней и совершенствование картофелесажалки для пророщенного картофеля : диссертация ... кандидата сельскохозяйственных наук : 05.20.01. – М., 2004. – 133с.

28. Гельмут, К. Овощеводство [Текст] : [пер. с нем.] / К. Гельмут. – М. : Колос, 2000. – 572 с.
29. Горячкин, В.П. Собрание сочинений [Текст] / В.П. Горячкин. – М. : Колос, 1965. – т.1. – 680 с.
30. Горячкин, В.П. Теория жатвенных машин / В.П. Горячкин // Собрание сочинений в трех томах. М.: Колос, 1965. – С. 5 - 13.
31. Горячкин, В.П. О сортировании картофеля / В.П. Горячкин. Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин / Под ред. В.П. Горячкина. – Том 2. – М.; Л.: Сельхозгиз, 1936. – С. 285-297.
32. ГОСТ 23728 – 88 Техника сельскохозяйственная. Основные положения и показатели экономической оценки [Текст]. – Введ. 1988 – 19 – 12. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 13 с.
33. ГОСТ 23729 - 88 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки специализированных машин [Текст]. – Введ. 1988 – 19 – 12. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 17 с.
34. ГОСТ Р 53056-2008 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. - М., 2009. – 23 с.
35. ГОСТ 24057-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки машин на этапе испытаний [Текст]. – Введ. 1989-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – IV, 8с.; 29см.
36. ГОСТ Р 51808-2001. Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной торговой сети. Технические условия [Текст]. – Введ. 2003-01-01. – М.: Издательство стандартов, 2001. – IV, 10с.; 29см.
37. ГОСТ Р 52778-2007. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки [Текст]. – Введ. 2009-01-01. – М.: Из-во стандартов, 2009.- IV, 26с.; 29 см.
38. ГОСТ Р 53136-2008. Картофель семенной, технические условия [Текст]. – Введ. 2010-01-01. – М.: Издательство стандартов, 2008. – IV, 12с.; 29см.

39. Гудзенко, И.П. Машины для возделывания и уборки картофеля / И.П. Гудзенко, Н. В. Фирсов – М., Машгиз. – 1962. – С. 276.
40. Диденко, Н.Ф. Машины для уборки овощей [Текст] / Н.Ф. Диденко, В.А. Хвостов, В.П. Медведев. – М. : Машиностроение, 1984. – 320 с. : ил.
41. Емелин Б.Н., Ханина Е.П., Карпов М.В. и др. Устройство для посадки пророщенных клубней картофеля / Б.Н. Емелин, Е.П. Ханина, М.В. Карпов и др. // Патент РФ 2357396, заявка № 2006138007.
42. Емелин, Б.Н. К обоснованию конструкции аппарата для посадки пророщенных клубней картофеля / Б.Н. Емелин, А.П. Ватухин, М.В. Карпов // Материалы конференции, посвященной 119й годовщине со дня рождения академика Н.И. Вавилова. Секция «Механизация и электрификация сельского хозяйства». Часть 1. Саратов: СГАУ, 2006. – С. 70 - 75.
43. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов [и др.]; под общ.ред. С.Н. Еланского. – М.: Картофелевод, 2009. – 272 с. – ISBN 978-5-903906-02-4.
44. Исаев, Г.Е. Индустриальное овощеводство [Текст] / Г.Е. Исаев [и др.]. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 189 с.
45. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / под ред. М.О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – Машиностроение, 1992. – 672 с.
46. Каргин И.Ф. Современная технология возделывания – основа рентабельного производства / И.Ф. Каргин, Д.А. Костин, А.А. Зубарев; Аграрный ин-т Мордовского государственного университета // Картофель и овощи. – 2007. - №2. – С. 5-6.
47. Кваснюк, Н.Я. Особенности защиты картофеля от фитофтороза / Н.Я. Кваснюк, Б. И. Гуревич, Л. Н. Жеребцова и др. – Картофель и овощи. – 2006. - №3 и др. – С. 26-28.
48. Колчин Н.Н. Отечественному картофелеводству нужна государственная поддержка / Н.Н. Колчин // Картофель и овощи. – 2008. - №4. – С. 2-4.

49. Колчин Н.Н. Специализированная техника для машинного производства картофеля и овощей / Н.Н. Колчин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2004. - №4. – С. 47-55.

50. Косморотов, В.А. Ранний картофель в Коми АССР / В.А. Косморотов. – Сыктывкар: Коми книгоиздательство. – 1960. – С. 57.

51. Карпов, М. В. Совершенствование технологического процесса посадки яровизированного картофеля / М. В. Карпов // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова – Саратов. – 2011. – №4. – С. 40 – 42.

52. Карпов, М. В. Обоснование кинематических параметров ложечно-ленточного высаживающего аппарата / М. В. Карпов, Г. Е. Шардина // «Научное обозрение». №4. ООО «АПЕКС-94», – Саратов. – 2011. – С. 117 – 121.

53. Карпов, М. В. Методика расчета транспортерного высаживающего аппарата картофелесажалки / М. В. Карпов, А. А. Протасов, Г. Е. Шардина // Вестник СГАУ им. Н.И. Вавилова. - №8. – 2013. – С. 71 – 74.

54. Карпов, М. В. Расчет времени опорожнения ложечки транспортерного высаживающего аппарата картофелесажалки работающего в водной среде / М. В. Карпов, А. А. Протасов, Г. Е. Шардина // «Научное обозрение». №9. ООО «Буква». – Саратов. – 2014. – С. 351 – 355.

55. Карпов, М. В. Исследование эффективности и экономическая оценка применения разработанной картофелепосадочной машины/ М. В. Карпов, Г. Е. Шардина, А. А. Жиздюк // «Аграрный научный журнал». №4. ООО «Амирит», – Саратов. – 2018. – С. 41 – 47.

56. Карпов, М. В. Исследование эффективности и экономическая оценка применения разработанной картофелепосадочной машины/ М. В. Карпов, Г. Е. Шардина, А. А. Жиздюк // «Аграрный научный журнал». №4. ООО «Амирит» – Саратов. – 2018. – С. 41 – 47.

57. Карпов, М. В. Исследование эффективности и экономическая оценка применения разработанной картофелепосадочной машины / М. В. Карпов, Г. Е.

Шардина, А.А. Жиздюк, А.Г. Шаповалов // «Научная жизнь». №3. ЗАО «Алкор» – Саратов. – 2018. – С. 19 – 27. (0,75/0,2)

58. Карпов, М. В. Теоретическое исследование аппарата для высаживания картофеля / М. В. Карпов, Г. Е. Шардина, А.А. Жиздюк, А.Г. Шаповалов // «Научная жизнь». №3.– Саратов. – 2018. – С. 39 – 52. (1,15/0,3)

59. Карпов, М. В. Картофелепосадочная машина для яровизированного картофеля [текст]/М. В. Карпов, А. П. Ватухин // Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию со дня рождения профессора А.Г.Рыбалко. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Часть 1. – Саратов. – 2006. – С. 121 – 124.

60. Карпов, М. В. Яровизация картофеля как альтернатива производства конкурентоспособной продукции картофелеводческой отрасли [текст]/М. В. Карпов, А. П. Ватухин, Д.В. Кулагин // Международная научно-практическая конференция, посвященная 70-летию со дня рождения профессора А.Г.Рыбалко. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Часть 1. – Саратов. – 2006. – С. 118 – 120.

61. Карпов, М. В. К обоснованию посадочного аппарата для пророщенных клубней картофеля /М. В. Карпов, Б. Н. Емелин// Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения профессора В.Г.Кобы. /ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Том3. – Саратов. – 2006. – С. 69 – 70.

62. Карпов, М. В. Обоснование параметров опорно-приводного колеса картофелесажалки с элеваторными посадочными аппаратами /М. В. Карпов, Б. Н. Емелин//Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора В.В.Красникова. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов. – 2008. – С. 40 – 43.

63. Карпов, М. В. К обоснованию конструкции аппарата для посадки пророщенных клубней картофеля /М. В. Карпов, А. П. Ватухин// Материалы конференции посвященной 119 годовщине со дня рождения академика Н.И.

Вавилова. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». Часть 1. – Саратов. – 2006. – С. 70 – 75.

64. Карпов, М. В. К обоснованию конструкции картофелепосадочной машины для пророщенного картофеля / М. В. Карпов, Г. Е. Шардина // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения профессора А.Г.Рыбалко. / ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», изд-во «КУБиК». – Саратов. – 2011. – С. 153 – 156.

65. Карпов, М. В. Расчет высаживающего картофелепосадочного аппарата для пророщенного картофеля / М.В. Карпов, Г. Е. Шардина // Проблемы экономичности эксплуатации автотракторной техники. Материалы международного научно-технического семинара им. В.В. Михайлова ФГБОУ ВПО «Саратовский Аграрный Университет». – Саратов. – 2014. – С. 76 – 79.

66. Карпов, М. В. Обоснование конструкции высаживающего аппарата картофелепосадочной машины для пророщенного картофеля / М.В. Карпов // Сборник научн. статей, материалы международной научно-практической конференции на тему: «Инновация - основа развития сельского хозяйства» посвященная 20-тилетию конституции республики Таджикистан. – Душанбе. – 2014. – С. 119 – 122.

67. Карпов, М. В. Расчет времени высаживающего аппарата картофелесажалки работающего в водной среде / М.В. Карпов, А. А. Протасов, Г. Е. Шардина // Сборник научн. статей, материалы международной научно-практической конференции на тему: «Инновация - основа развития сельского хозяйства» посвященная 20-тилетию конституции республики Таджикистан. – Душанбе. – 2014. – С. 201 – 206.

68. Карпов, М. В. Картофелепосадочная машина для яровизированного картофеля / М.В. Карпов, В.В. Спирин // Международная научно-практическая конференция Отечественная наука в эпоху изменений постулаты прошлого и теории нового времени. – Екатеринбург. – 2015. – С. 121 – 122.

69. Карпов, М. В. Влияние скорости движения экспериментальной картофелесажалки на травмирование клубней пророщенного картофеля / М.В.

Карпов, М.В. Глазунов // 16 международная научно-практическая конференция Научные перспективы 21 века. Достижения и перспективы нового столетия. – Новосибирск. – 2015. – С. 78 – 81.

70. Карпов, М. В. К обоснованию конструкции аппарата для посадки пророщенных клубней картофеля / М.В. Карпов, В.В. Талабаев // 16 международная научно-практическая конференция Научные перспективы 21 века. Достижения и перспективы нового столетия. – Новосибирск. – 2015. – С. 81 – 84.

71. Карпов, М. В. Пути совершенствования технологического процесса посадки яровизированного картофеля / М.В. Карпов, В.Д. Петров, А.А. Кладов // 21 международная научно-практическая конференция Актуальные проблемы в современной науке и пути их решения. – Москва. – 2016. – С. 162 – 164.

72. Карпов, М. В. Исследование травмирования клубней при захвате элеваторным транспортером на семенном ложе высаживающего аппарата картофелесажалки / М.В. Карпов, Т.Ю. Карпова, Г.Е. Шардина // Международная научно-практическая конференция Наука и инновации в 21 веке актуальные вопросы достижения и тенденции развития. – Душанбе. – 2017. – С.532 – 536.

73. Кваснюк, Н.Я. Особенности защиты картофеля от фитофтороза / Кваснюк, Н.Я. Гуревич, Б.И., Жеребцова, Л.Н., Филиппова, Е.И. // Картофель и овощи. – 2006. - №3. - С. 26-28.

74. Кустарцев, А.И. Как получить самый ранний картофель / А.И. Кустарцев, В. П. Косьянчук – Картофель и овощи. – 1999. - №1. – С. 5.

75. Лорх, А.Г. Картофель / А.Г. Лорх. – М.: Московский рабочий. – 1955. – 155 с.

76. Мачнев, А. В. Обоснование применения двухдискового распределительного устройства при протравливании семян в лабораторных условиях / Мачнев А.В., Гришин Г.Е., Мачнев В.А., Каблуков В.С. //Нива Поволжья. - 2017. - № 2 (43). - С. 77-84.

77. Мачнев, А. В. Результаты лабораторных исследований сошника с подпружиненным распределителем и копирующим устройством дна борозды / А. В. Мачнев, Н. П. Ларюшин // Научное обозрение. - 2015. - № 17.- С . 33-39.

78. Мачнев, А. В. Результаты полевых исследований сеялки оснащенной высевающими аппаратами с несимметричным профилем желобков катушки / А. В. Мачнев, В. А. Мачнев, П. Н. Хорев, А. Н. Хорев // Тракторы и сельхозмашины. - 2015. - № 3. - С. 33-37.

79. Мачнев, А. В. Результаты лабораторных исследований высевающего аппарата с несимметричным профилем желобков катушки / А. В. Мачнев, В. А. Мачнев, П. Н. Хорев, А. Н. Хорев // Нива Поволжья. - 2014. - № 2. - С. 76-84.

80. Мачнев, А. В. Исследования движения семени по поверхности равноходового червяка катушечного высевающего аппарата / А, В. Мачнев, В. А. Мачнев, А. М. Данилов, В. А. Мачнев, П. Н. Хорев, А. Н. Хорев // Нива Поволжья. - 2013. - № 4. - С. 48-53.

81. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев [и др.]; под общ.ред. Н.Н. Колчина. – М.: Агрспас, 2010. – 316с. : ил. – ISBN 978-5-904610-05-0.

82. Методика изучения физико-механических свойств сельскохозяйственных растений [Текст]. – М. : ВИСХОМ, ОНТИ, 1960. – 272с.

83. Моренец А.В. Сажалка для яровизированных клубней. //Картофель и овощи. - 1987. -№ 2. - С. 14-15.

84. Оверчук, В.И. Картофель в Среднем Поволжье / В.И. Оверчук, П. Бугаева, О.О.Черниченко. Вплив збереження паростюв пророс-лих бульб на продуктивнють картоплі //Зрошування землеробство. -1992.-Вин. 37.-С.62-64.

85. Петров, Г.Д. Картофелеуборочные машины./ Петров, Г.Д.//М.: Машиностроение, 1984.- 320 с.

86. Постников, Н.М. Картофелепосадочные машины. / Постников, Н.М. Беляев, Е.А., Канн, М.И. // Машиностроение - 1981.– 3-е изд., перераб. – М.: – 229 с.

87. Писарев, Б.А. Производство раннего картофеля / Б.А. Писарев. – Россельхозиздательство. – 1986. – С. 285.
88. Писарев, Б.А. Ранний картофель / Б.А. Писарев, Г. А. Гандин – М.: Колос – 1973. – 65 с.
89. Писаренко, В.Н. Планирование кинетических исследований [Текст] / В.Н. Писаренко, А.Г. Погорелов. – М. : Наука, 1969. – 176 с.
90. Плешков, Е.Н. Совершенствование технологического процесса отделения почвенных примесей от корнеплодов моркови при уборке машинами выкапывающего типа [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Плешков Евгений Николаевич. – Саратов, 1987. – 21 с.
91. Разработка и внедрение инновационных технологий и технических средств для интенсивного садоводства России / Завражнов А.И. // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. - № 2. - С. 75-78.
92. Ранняя диагностика инфекции в клубнях / Стаценко А.П., Капустин Д.А. // Картофель и овощи. 2014. - № 4. - С. 25.
93. Результаты лабораторных исследований машины с барабанным органом для сортирования клубней картофеля / Кухарев О.Н., Ларюшин Н.П., Бочкарев В.С. // Нива Поволжья. 2013. - № 2 (27). - С. 78-83.
94. Результаты лабораторных исследований высевающего аппарата / Ларюшин Н.П., Кувайцев В.Н., Загудаев С.Д., Шуков А.В., Шумаев В.В., Поликанов А.В. // Фундаментальные исследования. 2013. - № 10-1. - С. 140-144.
95. Результаты исследования машины для сортировки клубней картофеля с барабанным рабочим органом в условиях производства / Кухарев О.Н., Ларюшин Н.П., Бочкарев В.С. // Нива Поволжья. 2014. - № 1 (30). - С. 76-82.
96. Рубина, Б.А. Физиология картофеля / Б.А. Рубина. – М.: Колос, 1979. – 272 с.
97. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов [Текст] / под редакцией Д.Д. Брежнева. – М. : Колос, 1982. – 415 с.

98. Северный, А.Э. Справочник по хранению сельскохозяйственной техники [Текст] / А.Э. Северный, А.Ф. Пацкалев, А.А. Новиков. – М. : Колос, 1984. – 224 с.
99. Сельское хозяйство в России [Текст] : [статистический сборник]. – М. : Госкомстат России, 2000. – 414 с.
100. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст] / Под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М. : Агропромиздат, 1986. – 687 с.
101. Сельскохозяйственная техника [Текст] : каталог: в 2 т. / В.Ф.Федоренко [и др.]; ФГНУ «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению АПК». – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. – Т.2. (Техника для растениеводства). – 288с.: ил. – ISBN 978-5-7367-0621-1.
102. Состояние технической оснащённости АПК России [Текст] : Материалы Госдумы РФ // Техника и оборудование для села. – 2002. – №11. – С. 13–15.
103. Сорты картофеля, возделываемые в России : 2009. Ежегодное справочное издание / Е.А. Симаков [и др.]; под общ.ред. С.Н. Еланского. – М.: Агроспас, 2009. – 92с.
104. Собинин, В.А. Картофель культура северная / В.А. Собинин. – Сыктывкар. – 1961. – С. 130.
105. Сабликов, М.В. Сельскохозяйственные машины. Ч.2. Основы теории и технологического расчета / М.В. Сабликов. М.: Колос, 1968. – 296 с.
106. Старовойтов В.И. Перспективы механизации и технологии производства. //Картофель и овощи. – 2004. – №3. – с. 30.
107. Старовойтов, В.И. Выставка машин / В.И. Старовойтов, Р. А. Суровцев – Картофель и овощи. – 1984. - №8. – С.36.
108. Тараканов, В.Д. Овощеводство [Текст] / В.Д. Тараканов, К.А. Мухин. – М. : Колос, 1993. – 511 с. : ил.
109. Урожайность картофеля в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий лесостепи среднего Поволжья / Надежкин С.М., Жеряков

Е.В., Климов Д.А. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2014. - № 6 (50). - С. 43-46.

110. Успенский, И.А. Усовершенствованное устройство для сепарирования клубней картофеля / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Рембалович Г.К., Голиков А.А. // Сельский механизатор. - 2016. - № 11. - С. 6-7.

111. Успенский, И.А. Повышение эффективности перевозок плодово-овощной продукции в АПК / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Юхин И.А., Кокорев Г.Д., Рембалович Г.К. // Сельский механизатор. - 2016. - № 5. - С. 38-40.

112. Успенский, И.А. Инновационный орган выносной сепарации картофелеуборочных машин / Рембалович Г.К., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Безносюк Р.В. // Сельский механизатор. - 2015. - № 7. - С. 6-7.

113. Успенский, И.А. Результаты испытаний картофелеуборочного комбайна с лопастным отбойным валиком сепарирующей горки / Рембалович Г.К., Безносюк Р.В., Успенский И.А. // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. - 2013. - № 2 (58). - С. 28-30.

114. Успенский, И.А. История развития техники для уборки картофеля / Успенский И.А., Борычев С.Н., Кирюшин И.Н., Колотов А.С. // Сельский механизатор. - 2013. - № 5 (51). - С. 4-5.

115. Успенский, И.А. Инновационные решения уборочно-транспортных технологических процессов и технических средств в картофелеводстве / Рембалович Г.К., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Рязанов Н.А., Безносюк Р.В., Булатов Е.П. // Сельскохозяйственные машины и технологии. - 2013. - № 1. - С. 23-25.

116. Успенский, И.А. Анализ эксплуатационно-технологических требований к картофелеуборочным машинам и показателей их работы в условиях Рязанской области / Рембалович Г.К., Успенский И.А., Голиков А.А.,

Безносюк Р.В., Ахмедов Р.К. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 1 (17). - С. 64-68.

117. Успенский, И.А. Устройство для отделения корнеклубнеплодов от ботвы / Успенский И.А., Колупаев С.В., Ахмедов М.К., Ахмедов Р.К. // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2013. - № 3 (19). - С. 83-85.

118. Успенский, И.А. Современный взгляд на производство картофеля / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Симдянкин А.А., Колотов А.С., Колупаев С.В., Кирюшин И.Н., Успенский И.А., Шемякин А.В., Юхин И.А. / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. - № 128. - С. 146-153.

119. Успенский, И.А. Способ контроля скрытых повреждений клубней картофеля / Костенко М.Ю., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Рембалович Г.К., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Юхин И.А., Костенко Н.А., Бышов Д.Н., Голиков А.А., Колупаев С.В., Ахмедов Р.К. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. - № 120. - С. 1166-1187.

120. Успенский, И.А. Уменьшение энергетических затрат в сельскохозяйственном производстве (На примере картофеля) / Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Кокорев Г.Д., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Костенко Н.А., Юхин И.А., Голиков А.А., Колупаев С.В., Колотов А.С., Синицин П.С., Филюшин О.В. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. - № 120. - С. 375-398.

121. Успенский, И.А. Новые технические решения сепарирующих органов картофелеуборочных машин / Нефедов Б.А., Костенко Н.А., Бышов Н.В., Борычев С.Н., Успенский И.А., Макаров В.А., Тришкин И.Б., Шемякин А.В., Гришин И.И., Кокорев Г.Д., Угланов М.Б., Безносюк Р.В., Колупаев С.В., Шафоростов В.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал

Кубанского государственного аграрного университета. 2016. - № 124. - С. 346-365.

122. Успенский, И.А. Актуальные вопросы совершенствования картофелеуборочной техники / Симдянкин А.А., Костенко М.Ю., Рембалович Г.К., Колотов А.С., Кирюшин И.Н., Кравченко А.М., Ксендзов В.А., Угланов М.Б., Успенский И.А., Шемякин А.В., Костенко Н.А. // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015. - № 114. - С. 985-1000.

123. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины / В.М. Халанский, И.В. Горбачев. – М.: Колос, 2003. – 623с.: ил.

124. Хлыновская, Н. И. Влияние суточного хода температуры воздуха на интенсивность фотосинтеза в Северных районах СССР/ Н. И. Хлыновская // Метеорология и гидрология – 1965. - №10. – С. 44-46.

125. Указ Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 г. №537 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года» // Российская газета. – 2009. – 19 мая. – С.2.

126. Патент РФ № 2208924, А01С 9/02. Высаживающий аппарат картофелесажалки / В.И. Старовойтов, А.В. Попов, В.Н.Гаврилов и др. – №2001127723/13; Заяв. 15.10.2001; Оpubл. 27.07.2003, Бюл. №21 – 3с.

127. Протокол № 7-24-87 (2150610) государственных периодических испытаний картофелесажалки пророщенных клубней САЯ-4 А. Прибалтийская МИС. - 1987.

128. Правительство Саратовской области [Электронный ресурс] / Официальный портал – Режим доступа <http://saratov.gov.ru/banners/prices/> [свободный] / - Загл. с экрана.

129. Павлович А.А. Современные технологии и технические средства для возделывания, уборки и хранения картофеля / А.А. Павлович, А.Л. Рапинчук, С.А. Банадыев; под ред. А.А. Павловича. – Мн.: [б.и.], 200. – 52с. – (Аналит.обзор / Белнаучцентринформмаркетинг АПК).

130. Перспективы развития производства и переработки картофеля в России / Выдержки из доклада, сделанного сотрудником ВНИИКХ, д.т.н. В.И. Старовойтовым 27 июня 2005 г. на заседании Комитета по агропромышленной политике при Председателе Верховного Совета Российской Федерации С.М. Миронове // Картофелевод. – 2006. - №1. – С. 2-3.

131. Повышение эффективности картофелеводства – комплексный подход / Е.А. Симаков [и др.]; ВНИИ картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха // Картофель и овощи. – 2009. - №1. – С. 2-4.

132. Хвостов, В.А. Основные направления создания конструкций машин для уборки овощей [Текст] : Обзорная информация / В.А. Хвостов, Э.С. Рейнгард, О.Л. Пантелеев [и др.]. – М. : ЦН ИНТЭИ тракторсельхозмаш, 1985. – 62 с.

133. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений : (методы, исследования, приборы, характеристики) [Текст]. – М. : Колос, 1970. – 423 с.

134. Царев, В.М. Разработка и обоснование параметров сепарирующего устройства для отделения почвенных примесей от корнеплодов моркови при машинной уборке [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Царев Вениамин Михайлович. – Саратов, 1984. – 22 с.

135. Цепляев, А.Н. Почвозащитная технология посева семян хлопчатника в условиях Волгоградской области /Цепляев А.Н., Харлашин А.В. //Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2016. - № 3 (73). - С. 17-22.

136. Цепляев, А.Н. Влияние конструктивных параметров посевной комбинированной сеялки на скорость семян и гидрогеля при их подаче в рядок / Цепляев А.Н., Тимошенко В.В., Богданов С.И. // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2016. - № 2 (42). - С. 241-248.

137. Цепляев, А.Н. Исследование параметров воздушно-семенного потока при работе сошника с пневматическим семяпроводом / Цепляев А.Н., Русяева Е.Т. //Проблемы развития АПК региона. 2016. Т. 27. - № 3 (27). - С. 117-121.

138. Цепляев, А.Н. Почвосберегающая механизированная технология посева пропашных культур /Цепляев А.Н., Шапров М.Н., Мартынов И.С. //Аграрный научный журнал. 2016. - № 3. - С. 69-72.

139. Цепляев, А.Н. Оптимизация качественных показателей работы пневматического сошника для посева пророщенных семян бахчевых культур /Цепляев А.Н., Русяева Е.Т. //Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2015. - № 2 (38). - С. 216-220.

140. Цепляев, А.Н. Пневмовинтовой высевающий аппарат для трудносыпучих семян / Полторынкин С.С., Цепляев А.Н. //Сельский механизатор. 2014. - № 9 (67). - С. 10-11.

141. Жиздюк, А.А. Улучшение экологических показателей дизелей путем оптимизации параметров топливоподачи (на примере двигателя КамАЗ) [Текст]: дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 : защищена 26.05.06 / Жиздюк Андрей Анатольевич. – Саратов, 2006. – 152 с. – Библиогр.: с. 118–129.

142. Протасов, А.А. Технологический процесс сепарации почвенно-морковного вороха крупноячеистой поверхностью [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 22.01.88 : утв. 15.07.88 / Протасов Андрей Анатольевич. – Саратов, 1988. – 209 с. – Библиогр.: с. 170–186.

143. Шардина, Г.Е. Совершенствование технологического процесса машинной уборки лука-репки с обоснованием рабочего органа для активного предуборочного рыхления междурядий [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 : защищена 25.03.00 : утв. 06.09.00 / Шардина Галина Евгеньевна. – Саратов, 2000. – 168 с. – Библиогр.: с. 132–140.

144. ОСТ 70.8.7-83. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины для уборки овощных и бахчевых культур. Программа и методы испытаний. – М.: Сельхозтехника, 1984. – 195 с.

145. ООО АГРОС [Электронный ресурс] / Сельхозтехника. Каталог техники. Картофельная техника. Послеуборочная обработка картофеля. – Электрон.дан. Ярославль, 2011. – Режим доступа: <http://www.agros.su/>, свободный. – Загл. с экрана. Проверено 14.05.2011.

146. Основы теории и расчета рабочих процессов сельскохозяйственных машин: Учебное пособие / А.Г. Рыбалка [и др.]; Саратов. с.-х. ин-т им.Н.И. Вавилова. – Саратов, 1987. – 104с.

147. SSPS 13.0 for Windows [Электронный ресурс]. – Граф. дан. и прикладная прогр. (564 Мб). – М. : ООО Гистерезис, 2003. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см + рук. пользователя (1 л.) + открытка (1 л.). – Систем. требования: Pentium – II 450 МГц или выше ; 128 Мб ОЗУ ; Windows 98/Me/XP ; SVGA 32768 и более цв. ; 640x480 ; 4х CD-ROM дисковод ; 16-бит. зв. карта ; мышь. – Загл. с экрана. – Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 20x14 см.

148. Евдокимов, В.Ф. Цилиндрический триер с осевыми колебаниями [Текст] / В.Ф. Евдокимов // Труды ВНИИ зерна и продуктов его переработки. – 1962. – вып. № 42. – С. 265–277.

149. Бермант, А.Ф. Краткий курс математического анализа для вузов [Текст] / А.Ф. Бермант, И.Г. Араманович. – М. : Наука, 1973. – 720 с.

150. Образовательный математический сайт [Электронный ресурс] / Проект разработан компанией Softline, центром СМТМО МГИЭМ, РосНИИ ИС. – 2003. – Режим доступа <http://www.exponenta.ru>. – Загл. с экрана.

151. Фирсов, М.М. Планирование эксперимента при создании сельскохозяйственной техники [Текст] / М.М. Фирсов – М. : МСХА, 1999. – 127с.

152. Зедгинидзе, И.Г. Математическое планирование эксперимента для исследования и оптимизации свойств смесей [Текст] / И.Г. Зедгинидзе. – Тбилиси : Мецниереба, 1971. – 151 с.
153. Клепиков, Н.Л. Анализ и планирование эксперимента методом максимума правдоподобия [Текст] / Н.Л. Клепиков, С.Н. Соколов. – М. : Физматгиз, 1964. – 184 с.
154. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский – М. : Наука, 1971. – 283 с.
155. Маркова, Е.В. Руководство по применению латинских планов при планировании эксперимента с качественными факторами [Текст] / Е.В. Маркова. – Челябинск : Южно-Уральское кн. изд-во, 1971. – 155 с.
156. Налимов, В.В. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов [Текст] / В.В. Налимов, Н.А. Чернова. – М. : Наука, 1965. – 340с.
157. Налимов, В.В. Теория эксперимента [Текст] / В.В. Налимов. – М. : Наука, 1971. – 208 с.
158. Новые идеи в планировании эксперимента [Текст] / Под общ. ред. В.В. Налимова. – М. : Наука, 1969. – 336 с.
159. Тихомиров, В.Б. Планирование и анализ эксперимента [Текст] / В.Б. Тихомиров. – М. : Легкая индустрия, 1974. – 264 с.
160. Хикс, Ч. Основные принципы планирования эксперимента [Текст] / Ч. Хикс. – М. : Мир, 1967. – 407 с.
161. Развитие селекции и семеноводства картофеля в Российской Федерации. Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы, утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации №996 от 25 августа 2017 года / Собрание законодательства Российской Федерации, 2017, № 36, ст. 5421. – М. – 61с.
162. Maple 9.5 [Электронный ресурс]. – Прикладная прогр. (528 Мб). – М. : ООО Гистерезис, 2003. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см +

рук. пользователя (1 л.) + открытка (1 л.). – Систем. требования: Pentium – III 600 МГц или выше ; 128 Мб ОЗУ ; Windows 98/Me/XP ; 64 RAM Video Card и более цв. ; 640x480 ; 4x CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана. – Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 20x14 см.

163. Statistica 6.0 [Электронный ресурс]. – Прикладная прогн. (615 Мб). – М. : ООО Гистерезис, 2003. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см + рук. пользователя (1 л.) + открытка (1 л.). – Систем. требования: Pentium – III 600 МГц или выше ; 128 Мб ОЗУ ; Windows 98/Me/XP ; 64 RAM Video Card и более цв. ; 640x480 ; 4x CD-ROM дисковод ; мышь. – Загл. с экрана. – Диск и сопровод. материал помещены в контейнер 20x14 см.

164. Боровиков, В. STATISTICA: искусство анализа данных на компьютере [Текст] / В. Боровиков – СПб. : Питер, 2001. – 656 с. : ил.

165. Антошкевич, В.С. Экономическое обоснование новой сельскохозяйственной техники [Текст] / В.С. Антошкевич. – М. : Изд. «Экономика», 1971. – 216 с.

166. Справочник по тарификации механизированных работ в растениеводстве и животноводстве государственных предприятий сельского хозяйства [Текст]. – М. : ВНИИЭСХ, 1980. – 60 с.

167. Типовые нормы выработки на ручные работы в полеводстве и овощеводстве [Текст]. – М. : Колос, 1988. – 208 с.

168. Hagman C.G. Infor ssatningen: Zang vaxtperiod of efferstrava. / C.G. Hagman. – Traktor. – 1982. – 34. – S. 12-16.

169. Tisch. Ertragsfaktor. / Tisch. – Kartoffelbau. – 1982. – 33 – 37.

170. Specht A. Kartoffelegeren schinen im Vergleich. //Kartoffelbau. - 1983. -i Bd. 34. -№3.-S. 80-84.

171. Spiess E. Moderne Technic bei Kartoffellegeautomaten. //Schweiz.

172. Landtechnic. - 1986. - Bd. 48. - № 4. - S. 16-18.

173. Schoneveld, J. Mechanisatie van de groenteelt in de verenigde Staten van America / J. Schoneveld, B. Meeldijk // Landbouwmeehanisatie. – 1976. – № 4. – S. 344–350.

174. Lee, R. Agromec schow has machinery for farming / R. Lee // Agricultural Machinery Journal. – 2002. – № 3. – P. 60–64.
175. Viscardi, K. Nie tylko wyposazenie techniczne decyduje o sukcesie mechanizacji procesu produkcji w rolnictwie / K. Viscardi // Masz. Ciagn. Roln. – 2003. – № 4. – S. 21–25.
176. Justification kinematical parameters spoon-belt apparatus are planted (article) Shardina GE, Karpov MV "Scientific Review» № 4 Saratov, LLC "APEX-94", 2011, p.117
177. I.E.Idelchik Manual hydraulic resistance. / Edited M.O.Shteynberga. - 3rd ed., Rev. and add. - Mechanical Engineering, 1992.-672 p
178. Manual hydraulic calculations Edited P.G.Kiseleva. 4th edition revised. and add. M., "Energy", 1972.-157p.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

**ПАТЕНТ**

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2357396

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ
КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ**

Патентообладатель(ли): *Емелин Борис Николаевич (RU), Ханина Елена Петровна (RU), Карпов Михаил Вячеславович (RU), Филиппова Елена Вячеславовна (RU), Кузнецов Роман Евгеньевич (RU), Соловьев Дмитрий Александрович (RU)*

Автор(ы): *с.м. на обороте*

Заявка № 2006138007

Приоритет изобретения 27 октября 2006 г.

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 10 июня 2009 г.

Срок действия патента истекает 27 октября 2026 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам



Б.Н. Симонов

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** (11) **2 357 396** (13) **C2**(51) МПК
A01C 9/00 (2006.01)**(12) ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

(21), (22) Заявка: 2006138007/12, 27.10.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.10.2006

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2008

(45) Опубликовано: 10.06.2009 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: ХАЛАНСКИЙ В.М., ГОРБАЧЕВ И.В.
Сельскохозяйственные машины. - М.:
Колосс, 2003, с.186, 187, рис.IV.20. SU 206217
А, 10.08.1972. SU 1132816 А, 07.01.1985. RU
2283570 С1, 20.09.2006.Адрес для переписки:
410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский ГАУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Емелин Борис Николаевич (RU),
Ватухин Андрей Петрович (RU),
Карпов Михаил Вячеславович (RU),
Филиппова Елена Вячеславовна (RU),
Кузнецов Роман Евгеньевич (RU),
Соловьев Дмитрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Емелин Борис Николаевич (RU),
Ханина Елена Петровна (RU),
Карпов Михаил Вячеславович (RU),
Филиппова Елена Вячеславовна (RU),
Кузнецов Роман Евгеньевич (RU),
Соловьев Дмитрий Александрович (RU)

RU 2 3 5 7 3 9 6 C 2

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ**(57) Формула изобретения**

Устройство для посадки пророщенных клубней картофеля, содержащее раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, установленный на раме бункер с встроенным в его дно транспортером, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортерный посадочный аппарат, отличающееся тем, что на раме установлена емкость для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем, кроме того, ложечки двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата выполнены в виде пары ложечек, имеющих общее днище, причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 357 396** ⁽¹³⁾ **C2**(51) МПК
A01C 9/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2006138007/12, 27.10.2006

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.10.2006

(43) Дата публикации заявки: 10.05.2008

(45) Опубликовано: 10.06.2009 Бюл. № 16

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: ХАЛАНСКИЙ В.М., ГОРБАЧЕВ И.В.
Сельскохозяйственные машины. - М.:
Колосс, 2003, с.186, 187, рис.IV.20. SU 206217
А, 10.08.1972. SU 1132816 А, 07.01.1985. RU
2283570 С1, 20.09.2006.Адрес для переписки:
410012, г.Саратов, Театральная пл., 1, ФГОУ
ВПО "Саратовский ГАУ", патентный отдел

(72) Автор(ы):

Емелин Борис Николаевич (RU),
Ватухин Андрей Петрович (RU),
Карпов Михаил Вячеславович (RU),
Филиппова Елена Вячеславовна (RU),
Кузнецов Роман Евгеньевич (RU),
Соловьев Дмитрий Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Емелин Борис Николаевич (RU),
Ханина Елена Петровна (RU),
Карпов Михаил Вячеславович (RU),
Филиппова Елена Вячеславовна (RU),
Кузнецов Роман Евгеньевич (RU),
Соловьев Дмитрий Александрович (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОСАДКИ ПРОРОЩЕННЫХ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

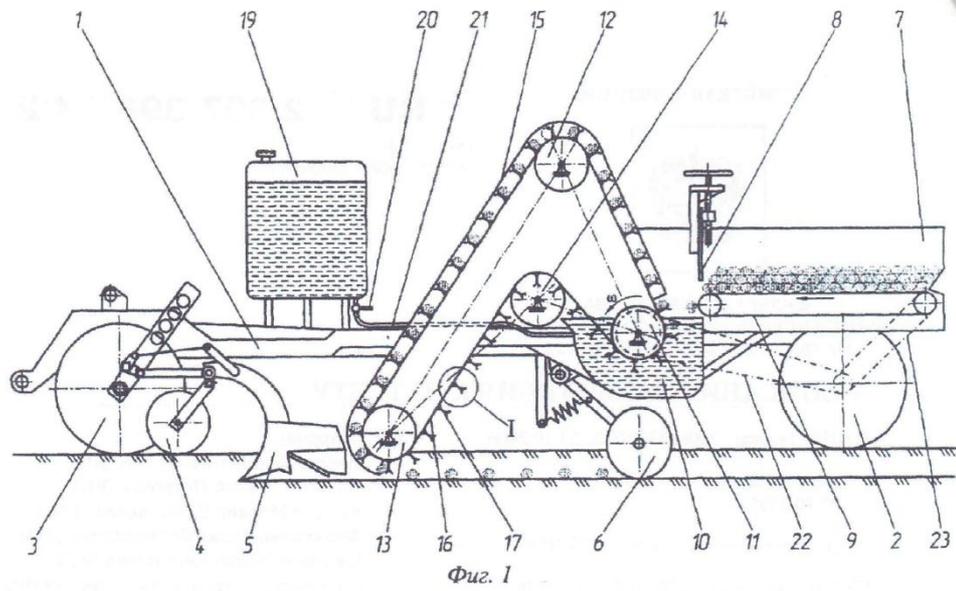
(57) Реферат:

Устройство для посадки содержит раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, бункер, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортный посадочный аппарат. На раме установлены бункер с встроеным в его дно транспортером и емкость для протравливающей жидкости. Полость емкости посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем. Ложечки двухрядного ложечно-транспортного

посадочного аппарата выполнены в виде пары ложечек, имеющих общее днище. В общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель. Использование изобретения позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней картофеля и обеспечить эффективную обработку пророщенных клубней протравливающей жидкостью в процессе их посадки. 3 ил.

RU 2 3 5 7 3 9 6 C 2

RU 2 3 5 7 3 9 6 C 2



RU 2 3 5 7 3 9 6 C 2

RU 2 357 396 C2

Предлагаемое изобретение относится к области сельскохозяйственного машиностроения и предназначено для посадки пророщенных клубней картофеля.

Известен посадочный аппарат (авторское свидетельство СССР №1644764 А1, кл. А01С 9/00, 1991 г., бюл. №16 - аналог), включающий бункер, несущую цепь, ложечки, упругую пластину, фиксирующую пластину, центральную разделительную перегородку и звездочку.

Недостатком аналога является то, что при захвате пророщенных клубней картофеля из бункера ложечки с захваченными клубнями, перемещаясь вверх, оказывают воздействие на соседние клубни, заставляя их перемещаться и перемешиваться, что приводит к возникновению механического взаимодействия между клубнями, находящимися в бункере, вследствие которого происходит травмирование ростков пророщенных клубней картофеля.

Известна четырехрядная полунавесная сажалка САЯ-4 (Картофелепосадочные машины. Постников Н.М., Беляев Е.А., Канн М.И. - 3-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1981. - 229 с. Стр.-20, рис.3. - прототип), содержащая раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, установленный на раме бункер с встроенным в его дно транспортером, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортный посадочный аппарат с пружинными сбрасывателями лишних клубней.

Недостатки прототипа заключаются в том, что при захвате пророщенных клубней из ковша-питателя ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата с захваченными ими клубнями, перемещаясь вверх, оказывают воздействие на соседние клубни, находящиеся в ковше-питателе, заставляя их перемещаться и перемешиваться, в результате возникающего взаимодействия между клубнями находящимися в ковше-питателе росткам данных клубней наносятся механические повреждения. Вследствие этого и происходит травмирование ростков пророщенных клубней. Кроме того, ложечками двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата захватываются лишние клубни, которые затем при помощи пружинных сбрасывателей лишних клубней возвращаются обратно в ковш-питатель, скатываясь с определенной высоты, что приводит к дополнительному травмированию ростков пророщенных клубней, находящихся в ковше-питателе.

Технической задачей изобретения является снижение травмирования ростков пророщенных клубней картофеля при их посадке картофелепосадочной машиной за счет достижения более деликатного обращения с клубнями при захвате их из ковша-питателя, а также расширение функциональных возможностей картофелепосадочной машины за счет обработки клубней в процессе посадки протравливающей жидкостью.

Задача достигается в устройстве для посадки пророщенных клубней картофеля, содержащем раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, установленный на раме бункер с встроенным в его дно транспортером, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортный посадочный аппарат, где согласно изобретению на раме установлена емкость для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем, кроме того, ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата выполнены в виде пары ложечек, имеющих общее днище, причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват проросших клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель.

RU 2 357 396 C2

Отличия предлагаемого устройства от прототипа заключаются в том, что для заполнения ковша-питателя протравливающей жидкостью на раме картофелепосадочной машины установлена емкость для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем. А благодаря тому что перед посадкой ковш-питатель предварительно заполняют протравливающей жидкостью, клубни, подаваемые из бункера в ковш-питатель, полностью погружаются в данную жидкость, в результате чего вся поверхность клубней и их ростков полностью смачивается в протравливающей жидкости. К тому же перед захватом клубня ложечками двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата для его перемещения к месту высадки он некоторое время будет находиться в ковше-питателе, а значит, будет обеспечен достаточно длительный временной интервал для эффективной протравки поверхности клубня и его ростков.

Кроме того, после попадания клубней в протравливающую жидкость они всплывают и плавают на ее поверхности, это происходит за счет того, что для обработки используется протравливающая жидкость, плотность которой превышает удельный вес единичных клубней (согласно [1] максимальный удельный вес единичных клубней составляет $1,16 \text{ г/см}^3$). Таким образом, ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата захватывают из ковша-питателя отдельные клубни, плавающие на поверхности протравливающей жидкости. Благодаря этому другие клубни, находящиеся в ковше-питателе, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой, захватившей его, будут отплывать в стороны или погружаться в протравливающую жидкость, не нанося росткам друг друга механических повреждений. А это в свою очередь позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней в процессе их посадки картофелепосадочной машиной, так как именно за счет захвата клубней с поверхности жидкости будут обеспечиваться условия более деликатного обращения с ними при их захвате из ковша-питателя.

Кроме того, ложечки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата выполнены в виде пары ложечек, имеющих общее днище, причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель. В процессе перемещения захваченных клубней в зону высадки цепь с ложечками огибает верхнюю звездочку, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки, захватившей его, на тыльную сторону нижней соседней ложечки. Таким образом, предлагаемая конструкция ложечек обеспечит более плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек с клубнем в момент его перехода с одной ложечки на другую. К тому же такая конструкция ложечек позволит уменьшить вероятность попадания ростков клубней в пространство между ложечками и стенками защитного кожуха в момент перехода клубня с одной ложечки на другую, а также позволит снизить вероятность контакта ростков клубней со стенками защитного кожуха, что в свою очередь будет способствовать снижению травмирования ростков клубней при транспортировке последних в зону сброса клубней в посадочную борозду.

На фиг.1 изображено устройство для посадки пророщенных клубней картофеля; на фиг.2 - узел I на фиг.1; на фиг.3 - разрез А-А на фиг.2.

Предлагаемое устройство для посадки пророщенных клубней картофеля (фиг.1) включает раму 1 с задними опорными колесами 2, опорный каток 3, копирующее колесо 4, сошник 5, бороздозакрывающие диски 6, установленный на раме 1 бункер 7 с

RU 2 357 396 C2

ограничителем 8 и встроенным в его дно транспортером 9, ковш-питатель 10 и двухрядный ложечно-транспортерный посадочный аппарат, состоящий из ведущей звездочки 11, ведомых звездочек 12, 13, 14, защитного кожуха 15 и цепи 16 с ложечками 17.

5 Ложечки 17 выполнены в виде пары ложечек, имеющих общее днище (фиг 2, 3), причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложечек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя 10, выполнены отверстия 18 для стока протравливающей жидкости обратно в ковш-питатель 10.

10 Также на раме 1 установлена емкость 19 для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки 20 и гибкого трубопровода 21 соединена с ковшом-питателем 10.

15 Привод ведущей звездочки 11 двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата осуществляется от задних опорных колес 2 через цепную передачу 22. Также от задних опорных колес 2 через цепную передачу 23 приводится в движение транспортер 9, встроенный в дно бункера 7.

Устройство работает следующим образом.

20 Перед началом работы емкость 19 заполняют протравливающей жидкостью, плотность которой превышает удельный вес единичных пророщенных клубней картофеля (согласно [1] максимальный удельный вес единичных клубней составляет $1,16 \text{ г/см}^3$). Для приготовления такой протравливающей жидкости контактный фунгицид растворяют в солевом растворе, плотность которого превышает $1,16 \text{ г/см}^3$. Причем для обработки клубней можно использовать один из контактных фунгицидов: пеннкоцеб, дитан М-45, утан, новозир, при норме расхода 2...2,5 кг/т [2].

25 Затем устройство при помощи трактора перемещают к месту посадки картофеля и после заезда устройства в борозду производят загрузку бункера 7 пророщенными клубнями. Одновременно с этим открывают задвижку 20, в результате чего протравливающая жидкость из емкости 19 по гибкому трубопроводу 21 поступает в ковш-питатель 10 и постепенно заполняет его. После заполнения ковша-питателя 10 протравливающей жидкостью производят закрытие задвижки 20 и поступление протравливающей жидкости из емкости 19 в ковш-питатель 10 прекращается.

35 Далее за счет перемещения трактором устройства по полю производится посадка картофеля.

Процесс посадки протекает следующим образом.

40 При перемещении устройства по полю крутящий момент от задних опорных колес 2 через цепную передачу 23 передается на вал транспортера 9, который в результате этого приводится в движение. При этом находящиеся в бункере 7 клубни начинают перемещаться транспортером 9 в сторону ковша-питателя 10. Благодаря установленному в бункере 7 ограничителю 8 перемещаемые транспортером 9 клубни перед их попаданием в ковш-питатель 10 распределяются в один слой. Таким образом, при помощи транспортера 9 клубни из бункера 7 направляют в предварительно 45 заполненный протравливающей жидкостью ковш-питатель 10.

Одновременно с этим сошник 5 образует в грунте посадочную борозду.

50 Попадая в ковш-питатель 10, клубни погружаются в протравливающую жидкость, а затем всплывают и плавают на ее поверхности, проходя обработку. Причем, попав в протравливающую жидкость, вся поверхность клубня и его ростков полностью смачивается в данной жидкости. При этом ложечками 17 двухрядного ложечно-транспортерного посадочного аппарата будет осуществляться захват

RU 2 357 396 C2

отдельных клубней, плавающих на поверхности протравливающей жидкости. В результате этого другие клубни, находящиеся в ковше-питателе 10, взаимодействуя с захваченным клубнем или с ложечкой 17, захватившей его, будут отплывать в стороны или погружаться в протравливающую жидкость, не нанося росткам друг друга механических повреждений. Что в свою очередь позволит снизить травмирование ростков у пророщенных клубней в процессе их посадки. Попавшая при захвате клубня в ложечку 17 протравливающая жидкость будет стекать обратно в ковш-питатель через отверстия 18, выполненные в ложечке 17. Причем привод ведущей звездочки 11 двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата осуществляется от задних опорных колес 2 через цепную передачу 22.

В процессе перемещения захваченных ложечками 17 клубней в зону сброса клубней в посадочную борозду цепь 16 с ложечками 17 огибает верхнюю звездочку 12, при этом под действием силы тяжести клубень переходит с ложечки 17, захватившей его, на тыльную сторону нижней соседней ложечки 17. При этом предлагаемая конструкция ложечек 17 обеспечивает плавное взаимодействие тыльной стороны ложечек 17 с клубнем в момент его перехода с одной ложечки 17 на другую. К тому же такая конструкция ложечек 17 позволит уменьшить вероятность попадания ростков клубней в пространство между ложечками 17 и стенками защитного кожуха 15 в момент перехода клубня с одной ложечки 17 на другую, а также позволит снизить вероятность контакта ростков клубней со стенками защитного кожуха 15, что в свою очередь будет способствовать снижению травмирования ростков клубней при транспортировке последних в зону сброса клубней в посадочную борозду.

Далее клубни транспортируются до зоны сброса, где под действием силы тяжести они укладываются на дно посадочной борозды. Затем бороздозакрывающие диски 6 образуют над высаженными клубнями заданных размеров гребень.

При новой загрузке бункера 7 клубнями ковш-питатель 10 пополняют необходимым объемом протравливающей жидкости, подаваемой из емкости 19 при открытии задвижки 20.

Использование предлагаемого изобретения позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней картофеля при их посадке картофелепосадочной машиной за счет достижения более деликатного обращения с клубнями при захвате их из ковша-питателя и при их транспортировке в зону сброса клубней в посадочную борозду, а также обеспечит эффективную обработку пророщенных клубней протравливающей жидкостью в процессе их посадки. В свою очередь все это будет способствовать повышению урожайности картофеля.

Источники информации

1. Гудзенко И.П., Фирсов Н.В. Машины для возделывания и уборки картофеля. М.: Машгиз, 1962, 276 с.

2. Кваснюк Н.Я., Гуревич Б.И., Жеребцова Л.Н., Филиппова Е.И. Особенности защиты картофеля от фитофтороза // Картофель и овощи, 2006, №3, с.26-28.

Формула изобретения

Устройство для посадки пророщенных клубней картофеля, содержащее раму с задними опорными колесами, опорный каток, сошник, бороздозакрывающие диски, установленный на раме бункер с встроенным в его дно транспортером, ковш-питатель и двухрядный ложечно-транспортный посадочный аппарат, отличающееся тем, что на раме установлена емкость для протравливающей жидкости, полость которой посредством задвижки и гибкого трубопровода соединена с ковшом-питателем, кроме

Продолжение приложения А

RU 2 357 396 C2

того, ложки двухрядного ложечно-транспортного посадочного аппарата выполнены в виде пары ложек, имеющих общее днище, причем в общем днище и в боковых стенках одной из ложек, осуществляющей захват пророщенных клубней из ковша-питателя, выполнены отверстия для стока протравливающей жидкости
5 обратно в ковш-питатель.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

Протокол исследований физико-механических свойств пророщенного картофеля как объекта посадки

Сорт Удача

	l-длина	b - ширина	d- диаметр	c- вес
1	65.7	51.4	45	88.15
2	61.4	41.5	33.8	52.85
3	61.2	51.3	35.6	71.20
4	60.7	40.6	34.5	51.40
5	59.3	42.1	35	59.90
6	57.3	37.1	34.7	46.35
7	46.7	44.3	32.3	44.85
8	55.9	39.3	33.7	44.40
9	56.3	40.6	35.2	49.30
10	69.5	48.9	43.1	87.00
11	68.9	52.7	44.1	105.55
12	56.3	44.6	32.9	55.55
13	52.8	41.5	32.8	42.05
14	53.5	44.9	34.8	51.90
15	54.4	39.9	30.5	47.80
16	52.4	42.6	34.9	53.50
17	59.7	37.9	34.8	56.90
18	54.7	32.4	29.9	49.60
19	57.7	46.2	39.3	63.75
20	64.5	46.6	40.7	75.75
21	54.9	39.3	36.9	54.70
22	62.1	40.3	35.7	60.55
23	55.1	45.9	40.2	59.90
24	54.1	44.9	37.2	56.00
25	51.8	41.3	37.9	55.55
26	52.2	45.4	40.1	62.55
27	55.1	46.3	38.3	65.55
28	61.5	45.9	39.5	72.05
29	63.3	42.2	38.1	65.65
30	59.1	46.9	41.5	69.60
31	55.2	40.9	34.8	54.10

Продолжение приложения Б

**Протокол исследований физико-механических свойств пророщенного
картофеля как объекта посадки**

Сорт Розара

	l-длина	b - ширина	d- диаметр	c- вес
1	57	41	40	64.15
2	69	44.5	39.1	81.55
3	60.3	47.3	44.8	79.30
4	65.1	44.1	44.0	77.30
5	56.2	46.7	44.8	77.35
6	57.7	46.1	39.8	68.15
7	60.2	47.2	43.5	71.4
8	67.4	51.1	47.6	100.65
9	66.1	47.6	39.8	71.65
10	61.2	45.7	38.1	59.55
11	68.1	52.4	43.7	85.50
12	58.6	49.1	44.8	79.75
13	52.1	48.2	42.9	68.3
14	52.1	49.3	32.8	58.9
15	46.4	33.8	31.1	55.35
16	66.4	48.7	45.1	83.45
17	65.2	45.1	44.7	84.85
18	60.2	47.7	39.4	65.85
19	63.7	49.4	43.9	84.65
20	59.1	50.4	43.8	83.7
21	64.1	50.4	45.8	84.10
22	67.7	56.1	47.9	101.8
23	69.1	51.7	43.4	96.20
24	54.1	49.5	44.6	76.25
25	62.4	53.1	48.9	89.75
26	60.9	55.4	47.1	85.70
27	63.4	48.9	39.2	76.85
28	68.1	47.4	38.1	68.40
29	60.1	44.9	37.8	70.85
30	55.4	49.1	42.7	75.60
31	64.5	48.9	41.4	72.25

Продолжение приложения Б

Протокол исследований физико-механических свойств пророщенного картофеля как объекта посадки (Усилия обламывания ростков)

обращения	Диаметр ростка мм	Усилие обламывания				
		мин	средн	максимум	Средняя фракция	
1	2	3	4	5	6	
Сорт Удача						
Мелкая	4	0,2	0,4	0,6	0,40	1,91
	5	1	1,5	2,1	1,53	
	6	1,5	1,7	2,5	1,90	
	7	2	2	2,9	2,30	
Средняя	4	0,3	0,5	0,7	0,50	2,06
	5	1,1	1,5	2,2	1,60	
	6	1,7	2	2,7	2,13	
	7	2,1	2,3	3	2,47	
Крупная	4	0,5	0,9	1,1	0,83	2,12
	5	1,1	1,8	2,5	1,8	
	6	1,6	2,0	2,7	2,1	
	7	2,1	2,2	3,1	2,4	

обращения	Диаметр ростка мм	Усилие обламывания				
		мин	средн	максимум	Средняя фракция	
1	2	3	4	5	6	
Сорт Розара						
Мелкая	4	0,7	0,9	1,4	1,0	1,16
	5	0,9	1,2	1,5	1,2	
	7	1,0	1,6	2,0	1,53	
	6	1,0	1,2	1,7	1,59	
Средняя	4	0,7	1,3	1,3	1,1	1,41
	5	0,8	1,5	1,9	1,4	
	7	1,4	1,9	2,3	1,9	
	6	1,2	1,9	2,1	1,73	
Крупная	4	1,0	1,6	1,8	1,5	1,89
	5	1,3	2,1	2,2	1,8	
	6	1,7	2,3	2,3	2,1	
	7	1,9	2,5	2,9	2,4	

**Протокол определения повреждаемости клубней при подачи
из бункера-накопителя в ковш-питатель**

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.) при скорости			
	2,1	3,4	4,6	6,2
1	0			
2			1	
3				1
4				
5		1		2
6			1	
7	1			1
8			2	
9		2		
10				1
11				
12	1			
13				
14			1	
15				1
16				
17	1			1
18			1	2
19		3		
20				
21				
22	2		1	1
23				3
24				
25				1
26			1	
27				
28		1		
29				
30				
31				
32	1		1	1
33	1			
34				
35				
36		1		
37				

Продолжение приложения В

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.) при скорости			
38		1		
39			2	
40			1	1
41	2			
42				
43		2		
44				1
45				
46				2
47			2	
48				
49				
50				
51				
52			1	1
53	1			
54				
55				
56			1	
57				
58				
59		1		
60				2
61				
62				
63				
64				
65		2		
66				
67				
68				
69		1		
70				
71				1
72				
73	1		2	
74				
75		1		2
76				
77				
78				
79				1
80				

Продолжение приложения В

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.) при скорости				
81			1		
82	1				
83					
84					
85		1			
86					
87				1	
88		1			
89					
90					
91		2			
92					
93					
94			1	1	
95	1				
96					
97		1			
98	1		2	3	
99					
100	1				
Итого		15	21	22	31

Протокол определения пропусков при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя при z=28

№ п/п	Пропуски клубней картофеля							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
1	0	1	2	2	0	0	1	1
2	0	1	1	4	0	0	1	3
3	2	0	3	2	0	1	2	1
4	0	1	2	3	1	1	2	2
5	1	0	1	2	0	0	1	3
среднее	0,6	0,6	1,8	2,6	0,2	0,4	1,4	2

Протокол определения пропусков при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя при z=39

№ п/п	Пропуски клубней картофеля							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
1	1	2	2	3	2	1	2	2
2	2	3	2	2	1	3	1	3
3	1	2	2	4	0	1	2	3
4	1	2	3	3	0	3	3	2
5	2	1	2	4	1	3	2	2
среднее	1,4	2	2,2	3,2	0,8	2,2	2	2,4

Протокол определения пропусков при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя при z=56

№ п/п	Пропуски клубней картофеля							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
1	2	3	2	6	3	2	3	5
2	1	1	3	5	1	3	2	5
3	2	2	3	3	2	2	3	4
4	2	2	2	5	1	1	2	4
5	2	3	4	4	1	2	1	3
среднее	1,8	2,2	2,8	4,6	1,6	2	2,2	4,2

Приложение Д

**Протокол определения травмирования клубней при захвате клубня
элеваторным транспортёром из бункера-накопителя при z=28**

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.)							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
1	8	12	18	25	9	14	24	27
2	7	13	15	27	10	15	22	30
3	10	9	19	24	7	12	18	27
4	5	12	17	22	12	14	20	29
5	9	11	17	23	9	11	21	30
среднее	7,8	11,4	17,2	24,2	9,4	13,2	21	28,6

**Протокол определения травмирования клубней при захвате клубня
элеваторным транспортёром из бункера-накопителя при z=39**

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.)							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
1	9	11	17	24	9	13	21	28
2	10	9	18	29	11	16	20	29
3	10	12	16	26	9	14	22	32
4	8	14	18	24	14	15	19	30
5	11	12	19	28	12	12	22	32
среднее	9,6	11,6	17,6	26,2	11	14	20,8	30,2

**Протокол определения травмирования клубней при захвате клубня
элеваторным транспортёром из бункера-накопителя при z=56**

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.)							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
1	12	12	15	26	11	14	22	33
2	11	15	20	33	12	18	24	32
3	14	14	22	28	10	16	25	30
4	12	10	18	22	16	16	28	34
5	13	18	23	31	14	19	24	36
среднее	12,4	13,8	19,6	28	12,6	16,6	24,6	33

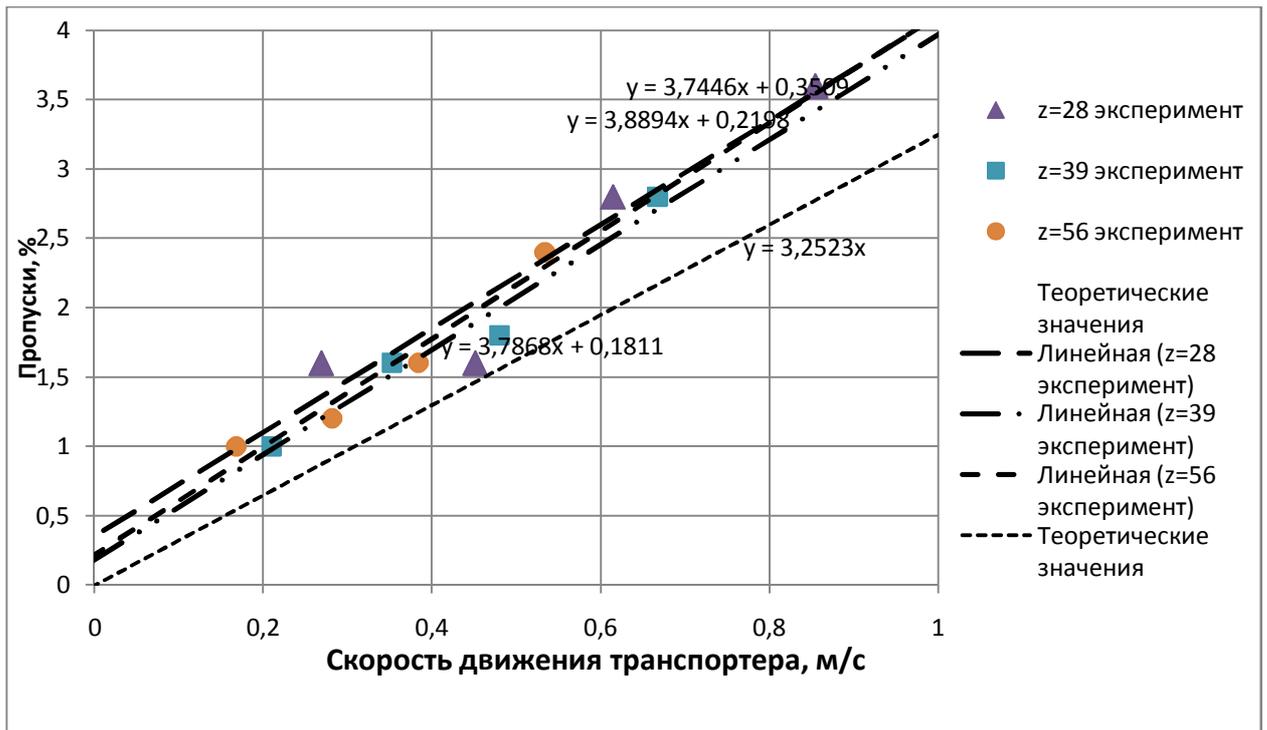


График пропусков при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя

в 1 слой

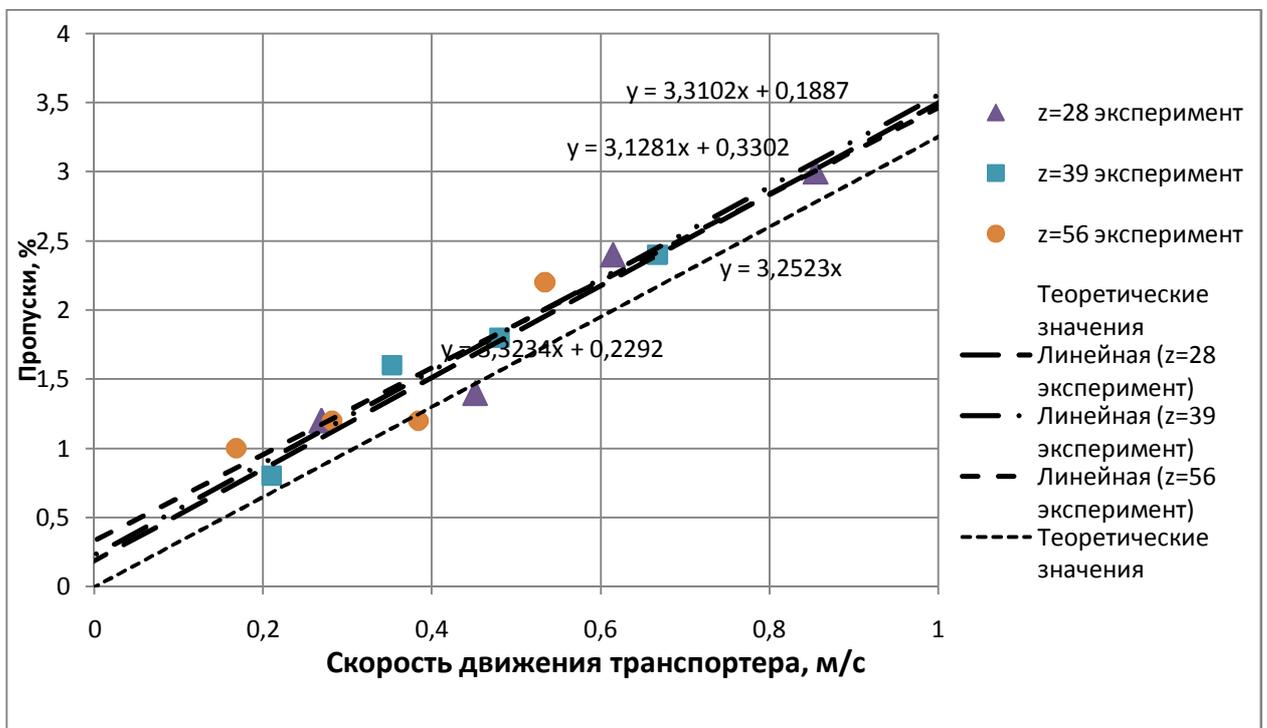
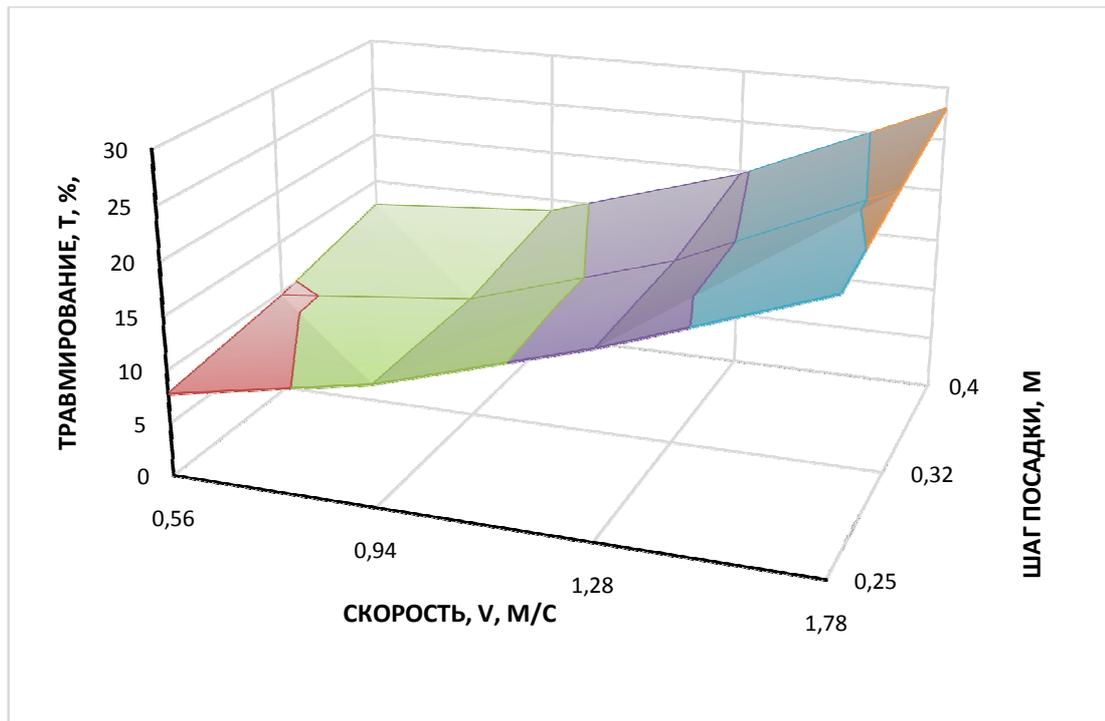
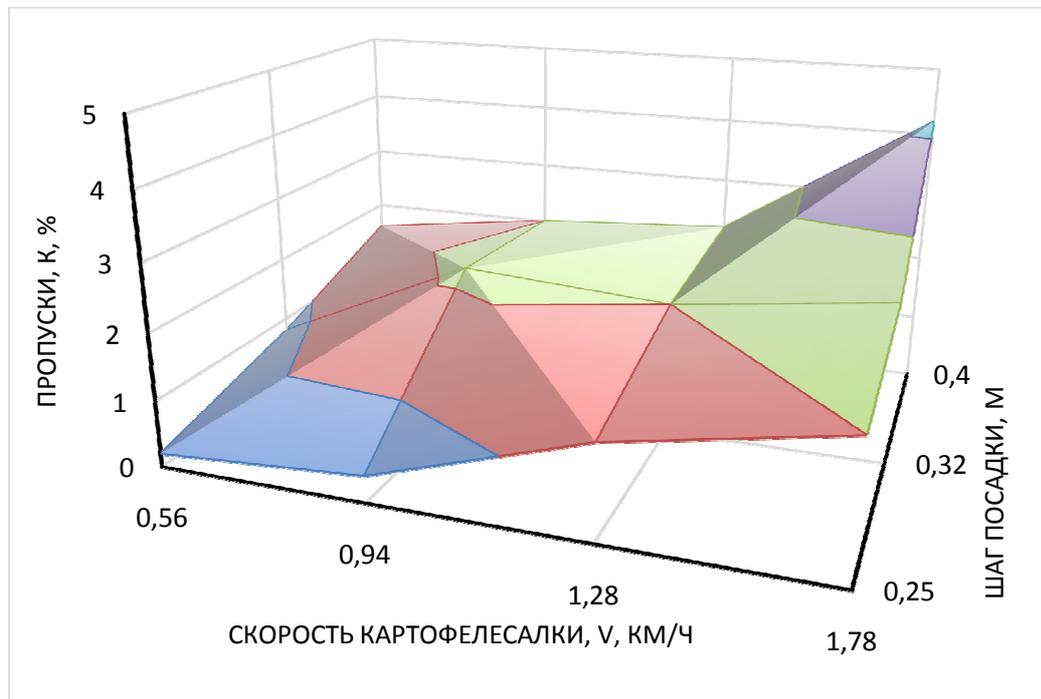


График пропусков при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя

в 2 слоя



Зависимость травмирования клубней картофеля от скорости экспериментальной картофелесажалки и шага посадки картофеля в ряду (клубни в ковше-питателе в 1 слой)



Зависимость пропусков клубней от скорости движения экспериментальной картофелесажалки и шага посадки картофеля в ряду (клубни в ковше-питателе в 1 слой)

Протокол определения пропусков при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя (среднее значение)

№ п/п	Пропуски клубней картофеля							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	0,56	0,94	1,28	1,78	0,56	0,94	1,28	1,78
z=28	1,6	1,6	2,8	3,6	1,2	1,4	2,4	3
z=39	1	1,6	1,8	2,8	0,8	1,6	1,8	2,4
z=56	1	1,2	1,6	2,4	1	1,2	1,2	2,2

Протокол определения травмирования клубней при захвате клубня элеваторным транспортёром из бункера-накопителя (среднее значение)

№ п/п	Травмирование картофеля (облом ростков, вмятины, вырывы и т.д.)							
	в 1 слой при скорости V, м/с				в 2 слоя при скорости V, м/с			
	2	3,4	4,6	6,4	2	3,4	4,6	6,4
z=28	7,8	11,4	17,2	24,2	9,4	13,2	21	28,6
z=39	7,6	8,6	13,6	20,2	9	11	16,8	24,2
z=56	6,4	5,8	9,6	16	6,6	8,6	14,6	19

УТВЕРЖДАЮ:
 Глава КХ «Родники» (ФСО) _____ Саяпин И.В.
 _____ 2015 г.



АКТ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ КОМБИНИРОВАННОГО КАРТОФЕЛЕПОСАДОЧНОГО АГРЕГАТА

Комиссия в составе представителей КХ «Родники» (ФСО): главы КХ «Родники» (ФСО) Саяпина И.В., инженера Саяпина О.В., и представителей ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»: к.т.н. доцента Шардиной Г.Е. и соискателя Карпова М.В., кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» СГАУ им. Н.И. Вавилова составили настоящий акт на хозяйственные испытания (производственную проверку) разработанного, на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители Карпов М.В., Шардина Г.Е.) однорядного комбинированного картофелепосадочного агрегата, оснащенного посадочным аппаратом предназначенного для посадки пророщенного картофеля с одновременным протравливанием семенного материала, на базе серийной картофелепосадочной машины САЯ-4.

В результате испытаний установили стабильность технологического процесса посадки пророщенного картофеля с одновременным протравливанием семенного материала в предварительно нарезанные гребни (при скорости 3,5...5,5 км/ч и шаге посадки 0,21; 0,34 и 0,42 м) коэффициент вариации интервалов между центрами смежных гнезд не превышал 15 %).

С целью установления экономической эффективности посадки пророщенного картофеля был заложен опыт на площади 0,6 га, где применили два варианта посадки картофеля (см. таблицу 1.).

Определение травмирования ростков у клубней

№ участка	Способ посадки	Сорт	Количество посаженных клубней, шт.	Общее количество ростков на клубнях, шт.	Общее количество травмированных ростков на клубнях, шт.	Процент травмированных ростков от общего количества, %
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	1000	5436	315	5,8
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	1000	5974	161	2,7
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	1000	4981	244	4,9
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	1000	4278	107	2,5

После подсчета ростков каждый клубень возвращался назад в посадочную борозду на то место, которое он занимал ранее. По окончании пересчета ростков у всех клубней, последние заделывались в почву с использованием лопат, для чего над высаженными клубнями образовывали заданных размеров гребень.

Через 60 дней после посадки на каждом участке определяли процент растений пораженных фитофторозом. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Продолжение приложения И

Таблица 2.

Определение поражения растений фитофторозом

№ участка	Способ посадки	Сорт	Процент растений пораженных фитофторозом, %
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	46,7
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	20,8
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	42,4
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	17,5

После уборки картофеля, урожай с каждого участка взвешивался отдельно. Результаты данных взвешиваний приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Определение урожайности картофеля

№ участка	Способ посадки	Сорт	Площадь участка, га.	Масса выращенных клубней, кг	Урожайность, т/га
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	0,015	194	12,9
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	0,015	227	15,1
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	0,015	284	18,9
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	0,015	317	21,1

Согласно полученным результатам применение предлагаемого однорядного комбинированного картофелепосадочного агрегата позволяет, в зависимости от сорта картофеля снизить травмирование ростков клубней при

Продолжение приложения И

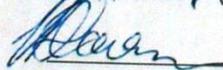
посадке на 2,4-3,1 %. А обработка пророщенных клубней защитно-стимулирующей жидкостью в процессе их посадки позволяет уменьшить поражение растений фитофторозом на 9,8-25,9 %. При этом урожайность картофеля повысилась на 2,2 т/га для обоих сортов картофеля.

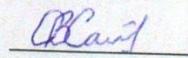
Использование предлагаемого изобретения позволит снизить травмирование ростков пророщенных клубней картофеля при их посадке картофелепосадочной машиной за счет достижения более деликатного обращения с клубнями при захвате их из ковша-питателя и при их транспортировке в зону сброса клубней в посадочную борозду, а также обеспечит эффективную обработку пророщенных клубней протравливающей жидкостью в процессе их посадки. В свою очередь все это будет способствовать повышению урожайности картофеля.

По результатам испытаний комиссия пришла к выводу, что созданный в СГАУ аппарат для посадки пророщенного картофеля можно использовать, на серийных полунавесных картофелепосадочных машинах в виде модуля, что позволяет повысить полевую всхожесть и урожайность картофеля.

Представители КХ

«Родники» (ФЕО)

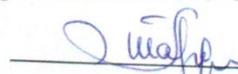
 И. В. Сяпин
«15» сентября 2015 г.

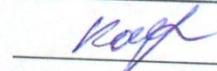
 О. В. Сяпин

«15» сентября 2015 г.

Представители ФГОУ ВО

«Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

 Г. Е. Шардина
«15» сентября 2015 г.

 М. В. Карпов

«15» сентября 2015 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Директор ООО «Степное»

Пампуха П.А.

«10» сентября 2015 г.



АКТ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ И ВНЕДРЕНИЯ КОМБИНИРОВАННОГО КАРТОФЕЛЕПОСАДОЧНОГО АГРЕГАТА

Комиссия в составе представителей ООО «Степное»: директора ООО «Степное» Пампуха П.А., главного инженера Сергиевского Г.В., и представителей ФГОУ ВО «Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»: к.т.н. доцента Шардиной Г.Е. и соискателя Карпова М.В., кафедры «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» СГАУ им. Н.И. Вавилова составили настоящий акт на хозяйственные испытания разработанного, на кафедре «Процессы и сельскохозяйственные машины в АПК» (исполнители Карпов М.В., Шардина Г.Е.) однорядного комбинированного картофелепосадочного агрегата, оснащенного посадочным аппаратом предназначенного для посадки пророщенного картофеля с одновременным протравливанием семенного материала, на базе серийной картофелепосадочной машины САЯ-4.

По результатам испытаний было установлено, что стабильность технологического процесса посадки пророщенного картофеля с одновременным протравливанием семенного материала в предварительно нарезанные гребни (при скорости 3,5...5,5 км/ч и шаге посадки 0,21; 0,34 и 0,42 м) коэффициент вариации интервалов между центрами смежных гнёзд не превышал 15 %).

Через 60 дней после посадки на каждом участке определяли процент растений пораженных фитофторозом. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Продолжение приложения К

Таблица 1.

Определение поражения растений фитофторозом

№ участка	Способ посадки	Сорт	Процент растений пораженных фитофторозом, %
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	46,7
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	20,8
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	42,4
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	17,5

После уборки картофеля, урожай с каждого участка взвешивался отдельно. Результаты данных взвешиваний приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Определение урожайности картофеля

№ участка	Способ посадки	Сорт	Площадь участка, га.	Масса выращенных клубней, кг	Урожайность, т/га
1	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Розара	0,015	194	12,9
3	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Розара	0,015	227	15,1
2	Прототип (картофелепосадочная машина САЯ-4)	Удача	0,015	284	18,9
4	По предлагаемому способу с использованием предлагаемого устройства.	Удача	0,015	317	21,1

Согласно полученным результатам обработка пророщенных клубней защитно-стимулирующей жидкостью в процессе их посадки позволяет

Продолжение приложения К

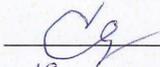
уменьшить поражение растений фитофторозом на 9,8-25,9 %. При этом урожайность картофеля повысилась на 2,2 т/га для обоих сортов картофеля.

По результатам испытаний комиссия пришла к выводу, что созданный в СГАУ аппарат для посадки пророщенного картофеля можно использовать, на серийных полунавесных картофелепосадочных машинах в виде модуля, что позволяет повысить полевую всхожесть и урожайность картофеля.

Конструкция однорядного комбинированного картофелепосадочного агрегата, оснащенного посадочным аппаратом предназначенного для посадки пророщенного картофеля с одновременным протравливанием семенного материала достаточно проста, при её эксплуатации не возникает отказов и поломок. Данное устройство по силам изготовить в мастерских.

Представители

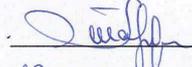
ООО «Степное»

 П. А. Пампуха
«19» сентября 2015 г.

 Г. В. Сергиевский
«19» сентября 2015 г.

Представители ФГОУ ВО

«Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова»

 Г. Е. Шардина
«19» сентября 2015 г.

 М. В. Карпов
«19» сентября 2015 г.