

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
1. Отчет кафедры растениеводства, селекции и семеноводства	
Селекция картофеля для условий Северного Кавказского региона с применением инновационных технологий	3
2. Отчет кафедры тракторов и сельскохозяйственные машины	
Разработка предохранительной системы фрезы, предназначенной для обработки каменистых почв в горных селекционных питомниках	71

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО ГОРСКИЙ ГАУ)**

УДК 635.21:631.527
Per. № НИОКТР АААА-А19-119071990026-1
Per. № ИКРБС



**ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ,
выполненной по заказу Минсельхоза РФ в 2020 году
«СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ УСЛОВИЙ
СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО РЕГИОНА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ»
(промежуточный)**

Руководитель НИР,
д-р с.-х. наук, проф.

С.С. Баснев

Владикавказ 2020

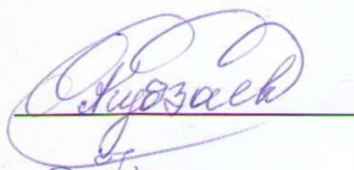
СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель НИР,
зав. кафедрой земледелия,
растениеводства, селекции
и семеноводства,
д-р с.-х. наук, профессор



С.С. Басиев
(введение,
разделы 1-3,
заключение)

Проректор по НР,
зав.каф. Тракторы и СХМ,
д.т.н., профессор



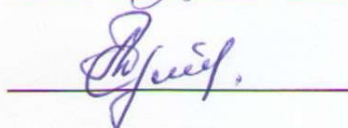
А.Б. Кудзаев
(разделы 1-3)

Канд.с.-х. наук, с.н.с.



Д.П. Козаева
(разделы 1-3)

Канд.с.-х. наук, с.н.с.



М.Д. Газдаров
(введение,
разделы 1-3,
заключение)

Лаборант, м.н.с.



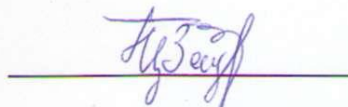
Г.Т. Газзаев
(подраздел 3.2)

Лаборант



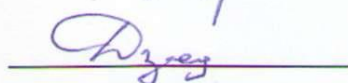
Т.В. Цкаева
(подраздел 3.2)

Лаборант-аспирант



З.А Царикаев
(раздел 3)

Лаборант-аспирант



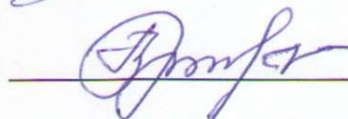
Х.Т. Дзедаев
(раздел 3)

Лаборант



Т.О. Томаев
(раздел 3)

Лаборант-аспирант



З.В. Гагиева
(раздел 3)

РЕФЕРАТ

Отчет 69 с., 10 табл., 7 рис., 28 источн., 5 прил.

КАРТОФЕЛЬ, БЕЗВИРУСНАЯ СРЕДА, СОРТ, ГИБРИДИЗАЦИЯ, ГЕНОТИП, ГИБРИД, СЕЛЕКЦИЯ, СЕМЕНОВОДСТВО.

Исследовательская деятельность лаборатории селекции и семеноводства Горского ГАУ в 2020 году была направлена на изучение количественных и качественных характеристик урожайности и устойчивости к патогенам сортов и гибридов картофеля в условиях предгорной и горной зоны РСО-Алания. Продолжена работа по скрещиванию различных сортов и гибридов с целью выявления оптимальных комбинаций, для дальнейшей селекционной работы. В лабораторных условиях осуществлялась деятельность по меристемному клонированию методом *in vitro* и получению безвирусного посадочного материала перспективных сортов и гибридов картофеля. В этот процесс были введены сорта Осетинский и гибриды 10.11/770 (условное наименование «Фарн») и 10.11/926.

Цель работы – получить высокопродуктивные, обладающие высоким иммунитетом к основным болезням и вредителям сорта картофеля столового и технического назначения, пригодные к промышленной переработке и адаптированные к агроэкологическим условиям Северо-Кавказского региона.

Селекционный процесс осуществлялся в традиционной форме: гибридизацию проводили в коллекционном и маточном питомниках по предварительно запланированной схеме. В питомнике сеянцев провели отбор лучших клубней, осуществляли визуальное наблюдение гибридов и сортов во всех отделах селекционного питомника: коллекционном, родительском, сеянцев, предварительного, основного, конкурсного I, II, III годов, производственного и экологического испытаний. Продолжили изучение выхода миниклубней в зависимости от площади посадки пробирочных растений. В результате проведенных исследований отобрано 1580 генотипа из питомника сеянцев II года, 1300 генотипов – из питомника сеянцев III года. Выделены гибриды пред-

варительного испытания с товарностью до 96,0%, урожайностью в пределах 44,6 – 68,8 т/га, основного испытания – 59, - 81,7% и 39,1 и 46,1 т/га, конкурсного испытания I года – 92,0% и 33,9 т/га, конкурсного испытания II года – 87,7% и 29,0 т/га, конкурсного испытания III года – 86,7% и 40,8 т/га соответственно. Устойчивость гибридов к вирусным и грибным болезням – высокая.

Посадка пробирочных растений с площадью питания 25×15 см и 8×8 см обеспечивала количественный выход миниклубней по сортам Невский, Удача и Осетинский в пределах 288-354, 311-476, 293-469 шт./м², соответственно. При этом наибольшую фракцию в структуре урожая составляли клубни массой от 5 до 25 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	10
1.1 Определение генетического материала для организации процесса гибридизации	10
1.2 Выведение сортов с иммунной устойчивостью к патогенам ..	12
1.3 Повышение уровня крахмалистости, как одно из направле- ний в селекции картофеля.....	16
1.4 Технология получения оздоровленного посадочного матери- ала картофеля и ее совершенствование.....	18
2. РЕАЛИЗАЦИЯ НИР.....	23
2.1 Условия осуществления научно-практических исследований..	23
2.2 Методическая основа проведения НИР	23
3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОД- ВЕДЕНИЕ ИТОГОВ НИР.....	27
3.1 Анализ результатов селекционной работы в отделах селекци- онного питомника.....	27
3.2 Изучение возможности интенсификации производства оздо- вленного посадочного материала картофеля посредством полу- чения миниклубней	47
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	54
ПРИЛОЖЕНИЯ	58

ВВЕДЕНИЕ

Картофель – важная продовольственная культура, широко используемая как продукт питания, так и как техническая культура. Решение задачи полноценного обеспечения населения нашей страны данной продукцией сельского хозяйства требует комплексного подхода, сочетания научно-исследовательской и производственной деятельности, повышения уровня технологической и технической оснащенности картофелеводства и, что особенно важно, культивирования адаптированных к конкретным агроклиматическим условиям, высокопотенциальных, устойчивых к болезням и вредителям сортов картофеля.

Климатические условия Северо-Кавказского региона благоприятны для возделывания картофеля. Выведение новых сортов картофеля, которые бы соединяли в себе хозяйственно-ценные признаки с устойчивостью к заболеваниям – очень важная задача для Северо-Кавказского региона.

Важным направлением современной селекции картофеля является получение новых исходных форм, обладающих стабильно высокой продуктивностью, высокими потребительскими и кулинарными качествами, устойчивых к распространенным вирусным, грибным и бактериальным болезням, адаптированных к местным условиям выращивания.

Рентабельность при возделывании любой сельскохозяйственной культуры является определяющим показателем. Наиболее целесообразным фактором повышения рентабельности в растениеводстве является правильный выбор сорта. Сорт, как один из основных элементов технологии, позволяет повышать рентабельность сельскохозяйственного производства за счет снижения затрат на защиту культуры от болезней и вредителей, более высокого урожая, обусловленного сортовыми особенностями.

Адаптационная пластичность и высокие потенциальные возможности сорта позволят обеспечивать максимальный экономический эффект за счет более рационального использования экологических условий региона.

На сегодняшний день в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации представлено более 400 сортов картофеля,

большая доля из которых приходится на импортные [10], что привело к появлению еще одной важной и актуальной задачи научно-производственной сельскохозяйственной деятельности – создание отечественных конкурентоспособных сортов картофеля для реализации стратегии государства по импортозамещению и обеспечению продовольственной безопасности.

Цель исследований: получить высокопродуктивные, обладающие высоким иммунитетом к основным болезням и вредителям сорта картофеля столового и технического назначения, пригодные к промышленной переработке и адаптированные к агроэкологическим условиям Северо-Кавказского региона.

Содержание исследований: в 2020 году провести гибридизацию с использованием родительских форм из коллекции селекционного питомника для получения гибридных семян, как носителей новых генотипов культуры картофеля. Провести посев семян скрещиваний предыдущих лет и получить клубни первого полевого поколения (одноклубневки), как носителей новых генотипов для последующих исследований с целью получения высокопродуктивных гибридов, закладку питомников предварительного, основного испытания, конкурсного I – III годов, выявление уровня важных для производства параметров испытываемых гибридов в сравнении с агроэкологическим испытанием сортов, адаптированных в Северо-Кавказском регионе.

Ожидаемые результаты НИР (продукция): новые сорта картофеля, обладающие высокой урожайностью и устойчивостью к основным болезням и вредителям, пригодные к промышленной переработке, и рекомендации по их семеноводству.

Научная и практическая ценность ожидаемых результатов, технико-экономические показатели. Научную значимость представляют результаты исследования морфологических и биологических особенностей, продуктивности и качественных показателей новых сортов и гибридов. Практическую значимость представляют семена новых высокоурожайных конкурентоспособных сортов картофеля.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСА ПО ТЕМЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Сорт, как наиболее эффективный и перспективный фактор повышения продуктивности отрасли картофелеводства, на современном этапе играет ведущую роль в увеличении объемов производства картофеля, а технологическое обновление напрямую направлено на создание максимально благоприятных условий для решения вопроса полноценной реализации биологического и производственного потенциала сорта. В настоящее время существенное увеличение эффективности отрасли картофелеводства ожидается от внедрения нового поколения сортов, обладающих высокой адаптивностью в сочетании с повышенной урожайностью, способных противостоять стрессовому действию биотических и абиотических факторов внешней среды [6].

1.1 Определение генетического материала для организации процесса гибридизации

Организация селекционного процесса в традиционной форме требует особого внимания к аналитической работе при подборе родительских пар для будущего скрещивания. Создание сорта, обладающего ценными для производства и потребления признаками, находится в прямой зависимости от подбора пар для гибридизации. При этом показателем для того или иного выбора может служить как характеристика фенотипа, так и характеристика генотипа предполагаемых родителей. Более предпочтителен вариант использования обоих показателей так, как полигенный характер наследования многих хозяйственно ценных признаков не позволяет достаточно эффективно подбирать пары для гибридизации по фенотипу, вследствие чего селекционеры оценивают компоненты гибридизации по потомству, применяя методы вариационной статистики и дисперсионного анализа. В практической селекционной деятельности важное значение имеет возможность сокращения его объемов и сроков. Высокая комбинационная способность материала родительских пар позволяет оценивать долю вклада каждого родителя и сокращать продолжительность и объемы селекционного процесса.

Определение комбинационной способности сортов – один из надежных методов подбора родительских форм для скрещиваний. Линии, обладающие высокой комбинационной способностью, дают более урожайные гибриды, чем линии, у которых она низкая. Различают общую комбинационную способность (ОКС) и специфическую комбинационную способность (СКС). ОКС выражает среднюю ценность определенной родительской формы в гибридных комбинациях и измеряется средней величиной отклонения признака у всех гибридов, полученных с ее участием, от общего среднего по всем гибридам. Понятие СКС используют для характеристики отдельных комбинаций, когда они оказываются хуже или лучше, чем предполагалось, на основании среднего качества изучаемых родительских форм. СКС каждой гибридной комбинации определяется отклонением величины признака для этой комбинации от средней ОКС для двух родительских форм. ОКС определяется аддитивными эффектами генов, а СКС – эффектами их доминантного и эпистатического взаимодействия.

Наиболее широко для определения общей и специфической комбинационной способности используют математическую модель Гриффинга, которая позволяет разложить дисперсию, вызванную различиями между гибридами, на дисперсии, обусловленные общей и специфической комбинационной способностью. Автор модели предложил четыре метода определения эффектов и дисперсий общей и специфической комбинационной способности в системе диаллельных скрещиваний. Первый из них предусматривает испытание родительских форм и рецiproкных гибридов, второй – только родительских форм и гибридов от прямых скрещиваний, третий – только рецiproкных гибридов, четвертый – только гибридов от прямых скрещиваний.

Поэтому о селекционной ценности исходных форм можно судить лишь после того, как будет изучена комбинационная способность. Комбинационная способность родительских форм по различным хозяйственно ценным признакам позволяет спрогнозировать результаты будущих скрещиваний и обратить внимание на перспективный материал [14].

1.2 Выведение сортов с иммунной устойчивостью к патогенам

Вирусные болезни. Одним из главных факторов, определяющих хронически низкий уровень урожайности картофеля, является использование некачественного семенного материала, зараженного инфекционными фитопатогенами. В настоящее время в Российской Федерации для решения важнейших практических задач развития оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля актуальным является освоение современных методов вирусологического контроля и схемы сертификации семенного картофеля [7]. Среди многих болезней картофеля так называемые болезни вырождения, вызываемые вирусами, фитоплазмами и вириодом веретеновидности клубней картофеля (ВВКК), постоянно присутствуют в посадках этой культуры, в отличие от других заболеваний, носящих сезонный или случайный характер. Оценка на устойчивость к вирусным болезням является одним из важнейших направлений при выведении сортов [12].

Вирусное инфицирование растений картофеля, в отличие от других видов заболевания культуры, носит накопительный характер. Вегетативный характер размножения картофеля и способность вирусов проникать и сохраняться в любой части растения картофеля обеспечивают условия для постоянного увеличения количества вирусов, и объема ущерба, связанного с их деятельностью. Вирусы, однажды заразившие картофель, как правило, не исчезают, а размножаются и усиливают патогенез из поколения в поколение. Большинство вирусов при генеративном способе размножения (семенами) обычно не передаются, поэтому включение данного способа размножения в селекционный процесс, наряду с обеспечением обновления генотипов картофеля, способствует появлению безвирусного, или с минимальной вирусной нагрузкой, селекционного материала.

Еще одним фактором, обуславливающим опасность вирусной инфекции картофеля, является способность вирусов не проявляться до определенного момента, то есть находиться в латентном состоянии и представлять угрозу для более уязвимых сортов при их размножении в семеноводстве, то-

гда как бессимптомные носители вирусов проявляют толерантность к ним и могут представлять интерес для селекции.

Не смотря на большое число идентифицированных вирусов, поражающих картофель, их уже более 30, их проявление можно определить визуально по характерным симптомам и путем лабораторных тестов (ИФА, ПЦР и др.) [27].

Поражения растений картофеля, схожие по проявлению с деятельностью вирусов, присущи и вирусоподобным агентам, таким, как вириод веретеновидности клубней картофеля (ВВКК) и вызывающий в южных регионах болезнь, называемую готикой. Другие микроорганизмы, проявляющие свое воздействие подобно вирусам картофельных желтух и мозаик являются фитоплазмы - патогены микоплазменного происхождения. Отличить их можно лишь путем специальных тестов. [12].

Еще одним обстоятельством, влияющим на картину поражения, является все увеличивающееся количество штаммов вирусов. На смену старым приходят новые, более агрессивные. Так, широко распространенный и выходящий теперь на первое место в вирусном патогенезе картофеля УВК особенно отличается этим.

Резистентность культуры картофеля – одна из наиболее важных характеристик при выборе того или иного генотипа в процессе селекции. Понятие устойчивости, применительно к вирусным болезням картофеля, многозначно и зависит как от качественной, так и количественной стороны ее оценки. В процессе селекции выделяются генотипы картофеля, предрасположенные к устойчивости к вирусным болезням. Несмотря на это, только испытания в полевых условиях могут показать реальную картину устойчивости.

Под полевой устойчивостью к вирусам обычно понимают устойчивость к естественному заражению и связывают с полигенной ее природой. При наличии подходящего инфекционного фона и необходимого времени изучения (по методике - три года), полевая устойчивость сорта к вирусной инфек-

ции как таковая остается определяющим и конечным критерием оценки сорта, независимо от генетической ее обусловленности [27].

Серьезной угрозой картофелеводству является болезнь, вызываемая оомицетом *Phytophthora infestans*. При этом природно-климатические, погодные условия являются важным фактором, определяющим интенсивность проявления болезни и объемов поражения сельскохозяйственной культуры. Умеренная температура и обильные осадки в течение вегетационного периода создают благоприятный фон для развития фитофтороза почти во всех картофелеводческих странах мира. В отдельные годы он может вызывать почти полную гибель урожая. В среднем около 4 млн. т клубней Россия теряет ежегодно от фитофтороза.

Использование диких предков картофеля в процессе создания устойчивых генотипов является важным направлением в борьбе с фитофторозом. Например, использование мексиканского дикого вида *S. demissum* в 1893 году позволило сотруднику НИИКХ И.И. Пушкареву получить первый в мировой селекции сорт картофеля, устойчивый к фитофторозу – «Фитофтороустойчивый» (сеянец 8670). Скрещивания этого вида с различными сортами, а также с другими видами картофеля были начаты в ВИР в 1928-1929 гг. В настоящее время исходный материал на устойчивость к фитофторозу представлен, в основном, сложными межвидовыми гибридами-беккросами, несущими гены различных дикорастущих видов, а также сортами «межвидового» происхождения [17].

Использование генетического материала дикорастущих видов картофеля является источником повышения качественных характеристик создаваемых сортов. Определенный интерес из диплоидных мексиканских дикорастущих фитофтороустойчивых видов представляет *S. verrucosum*. Из южноамериканских диких видов в селекции на фитофтороустойчивость используют *S. vernei*, *S. berthaultii*, *S. microdontum*, *S. andigenum*. Большое количество сортов создано с использованием в гибридизации дикорастущий вид *S. vernei*, При этом образцы *S. vernei* интенсивно цветут в условиях защищенного грун-

та. Фотопериодическая реакция этого вида нейтральная, и в наших условиях он образует довольно крупные клубни телесного цвета с содержанием крахмала до 19 % и белка до 2 %. В отличие от данного вида полиморфизм *S. microdontum* очень узкий. Среди его генотипов выделены формы, устойчивые, как правило, только к одному патогену. В селекции на фитофтороустойчивость в мировой практике широко использовался вид *S. Berthaultii*, многие генотипы которого устойчивы к фитофторозу, черной ножке, вирусам X, Y, L. Растения данного вида по фотопериодической реакции – короткодневные и в условиях длинного летнего дня образуют длинные столоны и небольшое количество мелких белых клубней, которые содержат до 13 % крахмала. Некоторые образцы *S. berthaultii* образуют нередуцированную пыльцу, при этом появляется возможность вовлечения его в гибридизацию с тетраплоидным культурным картофелем.

Из примитивных видов в селекции на фитофтороустойчивость чаще всего используются образцы серии *Andigena*: *S. phureja*, *S. rybinii*, *S. stenotomu* и культурный вид *S. andigenum* [28].

Использование сочетания генотипов видов, сформировавшихся в различных центрах происхождения картофеля, в процессе гибридизации на устойчивость являются наиболее эффективными. При этом достигается сочетание генов устойчивости двух видов [16].

Наряду с ценными признаками при использовании диких видов в гибридизации наследуются и отрицательные с точки зрения хозяйственного использования признаки такие, как позднеспелость, длинные столоны, мелкие клубни, плохие кулинарные качества и др. [28].

1.3 Повышение уровня крахмалистости, как одно из направлений в селекции картофеля

Использование картофеля, как технической культуры, имеет большую перспективу. Это ценное сырье для крахмалопаточной промышленности. Из 23,8 тыс. тонн ежегодно потребляемого на внутреннем рынке России крахмала, 81,5 % этого объема импортируется из-за рубежа. Причиной сложившейся

ситуации во многом является отсутствие высококрахмалистых сортов, что обуславливает необходимость учета в процессе селекции показателя содержания крахмала в клубнях [24].

Содержание крахмала в клубнях и его качество являются определяющими факторами при выборе направления технического использования картофеля. Крахмал представляет собой смесь двух высокомолекулярных полисахаридов – амилозы и амилопектина. В картофельном крахмале накапливается 20–37% амилозы и 80–63% амилопектина. Набухаемость, клейстеризация, вязкость, способность к образованию геля – основные свойства крахмала. В зависимости от интенсивности проявления тех или иных из этих свойств, крахмал может использоваться в спиртовой промышленности (при высоком содержании амилозы – до 37%), пищевой (при содержании амилозы более 20%) или текстильной промышленности (высокое содержание амилопектина – до 80%). Так более рассыпчатое пюре из крупки и хлопьев получается при переработке картофеля, содержащего более 20% амилозы. Для спиртовой промышленности требуются сорта с максимальным содержанием амилозы. И, наоборот, для текстильной промышленности необходимы сорта с высоким накоплением амилопектина, который обуславливает вязкость крахмального клейстера. С увеличением содержания амилопектина в крахмале снижается хрупкость хрустящего картофеля. Поскольку амилоза и амилопектин имеют различные потребительские свойства, основная задача селекции должна быть направлена на выведение сортов с различным их соотношением [18, 21].

Признак крахмалистости контролируется серией независимых аддитивно действующих доминантных генов. Вследствие этого подбор форм для скрещивания и отбор селекционного материала по фенотипу может быть вполне эффективным. Показатель срока созревания сорта тесно связан с его потенциалом по накоплению крахмала. При коротком периоде вегетации у позднеспелых гибридов не в полной мере проявляется действие генных систем, ответственных за накопление крахмала. Кроме того, варьирование при-

знака содержания крахмала в клубнях между мелкими и крупными фракциями достигает 1,0 - 2,5%, между клонами одного сорта - до 2,4 %, а по годам варьирование может достигать 11,8 %. Показатель устойчивости к вирусным болезням также свидетельствует о способности сорта к накоплению крахмала в клубнях. Менее устойчивые сорта накапливают данный полисахарид в меньших количествах.

Взаимосвязь крахмалистости и урожайности у сеянцев подчиняется простой закономерности. Поступление в клубни воды - биологически более простой процесс, чем отложение в клубнях сухого вещества и крахмала, поэтому максимальный урожай не дает максимальной крахмалистости. При отборе высококрахмалистых сеянцев взаимосвязь с урожайностью вырастает до среднего отрицательного значения ($r = -0,37$) [1, 24].

Таким образом существует необходимость создания сортов с высоким содержанием крахмала. Однако, для решения проблемы имеются ряд трудностей, обусловленных особенностями вида *S. tuberosum* L., а также специфичностью генетического контроля признака. *Subsp. Chilotanum*, от которого произошли большинство европейских сортов, не свойственно высокое содержание крахмала, поэтому для его повышения в клубнях в селекционную практику вовлекаются сородичи культурных сортов. Наиболее широко используют для этих целей виды *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. chacoense* Bitt., *S. demissum* Lindl. и некоторые другие [3].

Наследуемость содержания крахмала последующими потомствами учеными-картофелеводами не рассматривается, как однозначный факт. Большинство считает, что признак контролируется неаллельными доминантными генами. Полученные Будиным К.З. (1992) экспериментальные данные позволили сделать вывод о промежуточном характере наследования признака, однако в зависимости от его проявления в родительских формах может наблюдаться как промежуточное наследование (в большинстве комбинаций), так и доминирование, депрессия или сверхдоминирование, при этом кон-

троль признака осуществляется неаллельными, преимущественно, доминантными генами [11].

Сложность выделения высококрахмалистых форм во-первых заключается в очень большой изменчивости в проявлении признака среди потомства. Еще выше степень варьирования признака установлена среди потомства от самоопыления. При этом, следует учитывать, что практической ценностью будут характеризоваться гибриды, которым кроме высокого содержания крахмала свойственны комплекс других агрономических признаков. То есть, сочетание их с высоким содержанием крахмала усложняется.

Повышение проявления признака возможно в процессе реализации трансгрессии. Однако, успех в этом отношении зависит от подбора родительских форм, в том числе от их комбинационной способности по признаку.

Между высокой крахмалистостью и урожайностью наблюдается отрицательная корреляция, или, в крайнем случае, она вообще отсутствует. Для практики очень важно сочетание, прежде всего, этих признаков, что можно достичь удачным подбором родительских форм.

При использовании внутривидовых скрещиваний удастся повысить содержание крахмала только до определенной величины (23%). В дальнейшем для улучшения проявления признака среди селекционного материала необходимо вовлечение в скрещивания сородичей культурных сортов [22].

1.4 Технология получения оздоровленного посадочного материала картофеля и ее совершенствование

Производство оздоровленного посадочного материала картофеля невозможно без наличия методики и соответствующего оборудования для качественного определения присутствия патогенных вирусов в исследуемых образцах картофеля. Одним из первых методов определения вирусной инфекции при выращивании элитного картофеля стал серологический метод, разработанный во Всесоюзном научно-исследовательском институте защиты растений в конце 50-х, начале 60-х годов В. И. Садовниковой.

Использование данного метода в производственных условиях выявило, что потомство клонов от внешне здоровых и отрицательно реагировавших с антивирусными сыворотками растений картофеля, сильно разнилось в отношении зараженности вирусами. Если в потомстве одних обнаруживались как незараженные, так и зараженные растения, то потомство других клонов оказывалось полностью свободным от вирусной инфекции.

В практическом использовании наиболее пригодными оказались только те клоны, в потомстве которых не обнаруживалось ни одного зараженного растения. Как правило, такие клоны и при последующем размножении были полностью свободными от вирусной инфекции.

При получении таких репродукций семенного материала, как суперэлита и элита в питомниках, где выращивается объединенное потомство лучших отобранных клонов, серологическим методом контролируют только состояние посадок, с одновременным отбором (прочистками) на основе визуальной оценки состояния кустов растений картофеля.

Результаты применения серодиагностики более эффективны при использовании сортов более или менее устойчивых к поражению наиболее вредоносными вирусами. Семенной материал, полученный с соблюдением этих условий на протяжении нескольких лет продолжает сохранять биологическую чистоту, и быть свободным от вирусов.

Таким образом, одним из важных условий получения безвирусного посадочного материала является отбор здоровых растений – родоначальников элиты по наиболее широко распространенным сортам и переход на выращивание элитного картофеля на безвирусной основе.

В ряде научных учреждений страны, работающих по культуре картофеля, интенсивное развитие получили исследования, направленные на углубленное изучение биологических особенностей вирусов картофеля, путей их распространения, видового состава тлей-переносчиков вирусной инфекции, совершенствование методов диагностики, разработку системы мер борьбы с вирусными болезнями [5, 8].

При производстве элитного картофеля по данной схеме, наряду с полевой инспекцией для контроля качества материала широко используется, индексация клубней с оценкой на вирусы L, Y, X, S, M, A. С этой целью от каждой партии базисного материала групп SSE, SE и E анализируют по 200 клубней, сертифицированного – 100 клубней.

Эффективным средством защиты растений картофеля от переносчиков вирусов являются своевременные, качественные обработки посадок растворами минеральных масел, которые применяют самостоятельно или в сочетании с обработками против фитофторы в течение всего периода вегетации (начиная от появления всходов и до предуборочного уничтожения ботвы).

Важным мероприятием, обеспечивающим поддержание биологической чистоты клубней в период хранения является обработка их ядохимикатами против поражения болезнями (особенно против фомоза). Тогда же клубни тщательно обсушивают, упаковывают в мешки, затаривают в контейнеры, которые хранят в камерах с искусственным холодом штабелями в 8 ярусов по высоте. Камеры вентилируются и в них поддерживается температура на уровне +3°C. Аналогичным образом проводится весенняя предпосадочная подготовка семенного материала.

Сокращение сроков производства элиты является важным преимуществом схемы линейной поддерживающей селекции. В качестве недостатков можно отметить необходимость ежегодного изъятия из посевов исходных клонов, отдельного их хранения, проращивания и серологической оценки большого количества клонов [4].

Микроклональное размножение – еще один метод, способствующий получению безвирусного посадочного материала картофеля. Суть этого метода заключается в микрочеренковании растения, выращенного из изолята меристемы, с последующим укоренением черенков на модифицированной питательной среде в пробирочной культуре. Последовательное использование двух методов, метода верхушечной меристемы и метода микроклонального размножения, а также выбор сортов картофеля, устойчивых к основным

вирусным болезням, способствует эффективному развитию безвирусного семеноводства картофеля. [2, 9].

Начало 70-х годов ознаменовалось первыми попытками широкого внедрения оздоровления сортов и микроклонального размножения картофеля. Весь материал, накопленный до этого, был отражен в методических рекомендациях 1972 года. [25].

Данное направление продолжает интенсивно развиваться в области разработки научно-методических вопросов и организационных основ внедрения оздоровленного исходного материала в практику безвирусного семеноводства картофеля.

Технологии оздоровления и микроклонального размножения сортов картофеля, разработанные НИИ картофельного хозяйства при участии других научных учреждений, позволили решить широкий круг научно-методических вопросов по применению метода апикальной меристемы в сочетании с термо- и химиотерапией, микрочеренкования растений *in vitro*, многократную проверку меристемных линий, тепличное выращивание мериклонов с их ускоренным размножением. В настоящее время Эта технология успешно используется и совершенствуется.

Продолжающиеся усовершенствования касаются, прежде всего, оптимизации питательных сред и режимов выращивания растений *in vitro*. Наряду с этим составной частью технологии стали наиболее эффективные методы ускоренного размножения оздоровленного исходного материала. При этом многие из них удалось значительно улучшить на основе сочетания методов получения исходных растений из стерильной культуры меристем с дальнейшим ускоренным размножением в теплице. Прежде всего, это касается применения методов стеблевых и ростковых черенков для получения оздоровленных тепличных клубней [5, 9].

Развитием вопросов оздоровления посадочного материала занимаются во всех регионах картофелеводства России. Однако методы и организация процесса разнятся в зависимости от региональных условий, в практику без-

вирусного семеноводства были предложены различные варианты в разных регионах страны.

Использование меристемного исходного материала потребовало совершенствование схем производства элитного картофеля, на что были направлены значительный объем научных исследований.

Обязательным условием является интенсивное тестирование материнских клубней, выращиваемых из них растений (предварительные А-клоны) и исходного материала на зараженность вирусами.

Переход на выращивание элитного картофеля из меристемного исходного материала обусловил необходимость в разработке методов поддержания и сохранения оздоровленных сортообразцов в коллекции *in vitro*. В современной практике обычно это достигается с помощью питательных сред, ингибирующих рост растений, или использования для этих целей микроклубней, выращенных в пробирках. Последнее обстоятельство требует поиска новых, перспективных составов питательных сред, более эффективных и рентабельных.

Анализ отечественных и зарубежных литературных источников дает основание считать, что оздоровление семенного материала является актуальной проблемой и имеет важное научное и практическое значение в решении вопросов дальнейшего увеличения объемов производства и улучшения качества элитного картофеля, сокращения материальных и трудовых затрат в процессе элитного семеноводства.

ГЛАВА 2. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И РЕАЛИЗАЦИЯ НИР

2.1 Условия осуществления научно-практических исследований

Исследования проводили в горной зоне (1400 м н.у.м., филиал кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства агрономического факультета ФГБОУ ВО Горский ГАУ, с. Верхний Фиагдон Алагирского района РСО-Алания), а также в стационарной теплице Горского ГАУ.

Почвы опытного участка горно-луговые субальпийские, которые при высоком содержании валового фосфора (0,32-0,35 %), небогаты его подвижными формами – 2,8-2,4 мг/100 г почвы в дерновом горизонте. Рассматриваемые почвы отличаются высокой обеспеченностью калием – 30,3-51,0 мг/100 г почвы. Содержание общего азота в верхнем горизонте – 0,62-1,17 %, гидролизуемого азота – 6,44-6,72 %, гумуса – 6,7 %. Реакция почвенной среды – слабокислая (рН = 4,9-5,2 %) [23].

2.2 Методическая основа проведения НИР

Селекционный процесс в ФГБОУ ВО «Горский аграрный университет» организован традиционным образом, а материальная база состоит из следующих подразделений: селекционный участок в горном селении Верхний Фиагдон, лабораторный комплекс для получения оздоровленного посадочного материала картофеля в виде пробирочных растений и микроклубней на базе агрономического факультета агроуниверситета и часть тепличного комплекса агроуниверситета. Структура селекционного участка включает следующие питомники: коллекционный, родительский, сеянцев 1-3 годов, предварительного испытания, основного испытания, конкурсного испытания 1-3 годов, экологического испытания и размножения. Селекция картофеля предусматривает создание исходного материала, отбор лучших сеянцев, гибридов и сортов.

Коллекционный питомник содержал 127 образцов сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции, а также дикий вид картофеля *Solanum*

Tuberosum. Схема коллекционных посадок – однорядковые деланки по 20 клубней каждого образца.

Наполнение родительского питомника сортообразцами происходило на основе планируемых в 2020 году скрещиваний с целью получения генетического материала с предполагаемыми свойствами в плане продуктивности и устойчивости будущих гибридов к патогенам. Сорта и гибриды родительского питомника, используемые для гибридизации, были высажены на деланках по 2 рядка, в каждом – по 20 клубней каждого образца.

Питомник сеянцев первого года. Наполнение этого отдела селекционного питомника началось с горшечного посева гибридных семян в тепличных условиях, после проводили пикировку рассады в горшки. Почвогрунт готовили из торфа и земли. С целью отбора наиболее здорового посадочного материала, свободного от болезней и вредителей проводили 3-кратную браковку в течение периода вегетации горшечных сеянцев. На момент биологического созревания клубней отбирали по 4 клубня от каждой комбинации селекционных пар для дальнейшего исследования в питомнике сеянцев II года и для инфекционного испытания на устойчивость к вирусным болезням, жаре и засухе.

Питомник сеянцев второго года. Деланки – однорядковые по 20 клубней каждого клона, отобранного в предыдущем году. В период вегетации проводили визуальные учеты. Клубни оценивали по комплексу хозяйственно-ценных признаков.

Питомник сеянцев третьего года (второе клубневое поколение). Деланки – однорядковые по 8-10 клубней каждого образца. За период вегетации проводили двукратную прочистку. Растения оценивали по мощности куста, степени поражения болезнями. Определяли их скороспелость.

Питомник предварительного испытания. Деланки – по 10-20 клубней. Стандарт – сорт Волжанин. Учеты аналогичны тем, которые проводили в питомнике сеянцев III года. Дополнительно определяли урожайность, крахмалистость и кулинарные характеристики выделившихся гибридов.

Питомник основного испытания. Делянки – по 20 клубней каждого гибрида. Стандарт – сорт Волжанин. Оценивали развитие растений, физиологическое состояние ботвы, скороспелость, устойчивость к фитофторозу, вирусным и грибным болезням. После уборки определяли урожайность, товарность, крахмалистость. Оценивали морфологию клубней. В зимний период хранения наблюдали за лежкостью гибридов.

С целью выявления устойчивых к вирусным заболеваниям генотипов в питомниках на основе полевых наблюдений и оценок поражаемости болезнями и вредителями проводили 3 фитопрочистки: 1 – при высоте растений картофеля 10-15 см; 2 – в фазу бутонизации; 3 – в фазу цветения.

В процессе наших исследований для оценки различных параметров использовали общепринятые методики. Визуальные учеты, наблюдения, анализы и оценки проводили по методикам ВНИИКХ [19, 20]. Урожайность оценивали сплошным методом, крахмалистость клубней – весовым методом [13]. Математический анализ данных осуществляли по методике Б.А. Доспехова [15].

Полевой опыт по совершенствованию элементов технологии семеноводства изучаемых сортов и гибридов проводили в 2020 году в горных условиях. Для опытов использовали районированные и наиболее широко распространенные в РСО – Алания сорта различных сроков созревания: Невский, Удача, а также новый сорт селекции ФГБОУ ВО Горский ГАУ – Осетинский.

Сравнительное изучение количественного выхода мини-клубней с одного квадратного метра при посадке пробирочных растений с различной площадью питания проводили по следующим вариантам:

1. Посадка пробирочных растений с площадью питания 45×30 см (7 растений на 1 м^2) – контроль;
2. Посадка пробирочных растений с площадью питания 45×15 см (14 растений на 1 м^2);
3. Посадка пробирочных растений с площадью питания 25×15 см (26 растений на 1 м^2);

4. Посадка пробирочных растений с площадью питания 8×8 см (156 растений на 1 м^2).

Опыты в горах закладывали в четырехкратной повторности, площадь учетной делянки 16 м^2 .

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ НИР

3.1 Анализ результатов селекционной работы в отделах селекционного питомника

Коллекционный питомник селекционного участка Горского ГАУ в 2020 году была представлена сорока сортами картофеля отечественной, местной и зарубежной селекции. Основное предназначение сортов в данном питомнике - обеспечение разнообразия генотипов для реализации процесса гибридизации с целью получения новых генотипов – продуцентов клубней, характеристики которых позволят включить в список перспективных образцов с точки зрения их дальнейшего производственного использования. Кроме того, наблюдения в коллекционном питомнике позволяют оценивать фенотипические изменения сорта, проявляющиеся в агроэкологических условиях горной зоны.

Как видно из таблицы, сорта коллекционного питомника формировали различный урожай, показатель которого колебался в пределах от 7,5 т/га до 53,5 т/га. Наиболее высокую урожайность продемонстрировали сорта Premjer (39,7 т/га), Радриго (42,5 т/га), Прибрежный (41,3т/га), Инноватор (40,8т/га), Соточка (53,5т/га), Ладожский (50,9т/га), Океания (46,0т/га), Щербининский (41,3т/га), Резерв (40,8т/га).

Средний уровень урожайности продемонстрировали сорта Дубрава (31,3т/га), Полесский (29,6т/га), Голубой Дунай (27,7т/га), Бородянский розовый (30,5т/га), Радонежский (28,6т/га), Беллароза (35,5т/га), Розара (32,9т/га), Ручеек (31,9т/га), Никулинский (31,7т/га), Накра (32,6т/га), Рябинушка (35,8т/га), Рагнеда (36,8т/га). Остальные сорта сформировали урожай в пределах 7,5 – 26,0т/га.

Несмотря на значительные различия по показателю урожайности, каждый сорт имеет свою уникальную генотипическую ценность, что и обуславливает его наличие в коллекции селекционного участка.

Таблица 1 - Учет показателей при уборке в коллекционном питомнике селекционного участка Горского ГАУ в 2020 г.

Полевой № семьи	Сорт, гибрид	Число кустов к уборке, шт	вес клубней, г/куст	Общая масса клубней, кг	Масса товарных клубней, кг	Масса мелких клубней, кг	Урожайность, (ц/га)	Товарность, (%)	Количество товарных клубней в пробе, шт.	Количество мелких клубней, шт	Средний вес 1-го товарного клубня, гр.	Форма клубней	Окраска кожуры	Окраска глазков	глубина глазков	Глубина стального следа	Цвет мякоти
1	Дубрава (б)	19	668	12,7	12,6	0,1	313	90	138	15	91	Овал. пр.	б с р. от.	сл. роз.	мелк.	мелк.	б
2	Полесский (ф)	20	630	12,6	12,1	0,5	296	80	119	28	101	Окр. пр.	б	б	мелк.	сред.	б
3	Бабушка	20	410	8,2	8,0	0,2	192	92	81	7	98	Овал. пр.	роз.	роз.	сред.	мелк.	б
4	Самба	20	555	11,1	10,6	0,5	260	83	101	20	104	Овал. пр.	б	б	мелк.	поверх.	крем
5	Жуковский Р.	18	416	7,5	7,4	0,1	195	86	82	13	90	Овал. пр.	св. р.	роз.	мелк.	мелк.	б
6	Голубой Дунай	20	590	11,8	10,9	0,9	277	74	144	50	75	Удл.	фиол.	фиол.	мелк.	поверх.	б
7	Волжанин	17	541	9,2	7,5	1,7	254	78	106	29	70	Ов. сл. пр.	б	б	ср-м.	мелк.	крем
8	Салина	20	295	5,9	5,5	0,4	138	77	64	19	85	Удл.	б	б	мелк.	поверх.	крем
9	Импала	20	430	8,6	8,0	0,6	202	71	88	35	90	Овал. удл.	б	сл. роз.	мелк.	поверх.	б
10	Бородянский р.	10	650	6,5	4,6	1,9	305	81	68	15	67	Овал. пр.	роз.	кр.	мелк.	мелк.	крем
11	Агути	20	180	3,6	2,6	1,0	84	100	48	0	54	Овал. окр.	б	б	мелк.	мелк.	крем
12	Red Fantazy	20	160	3,2	2,9	0,3	75	68	42	19	69	Овал. удл.	роз.	св. ж.	мелк.	поверх.	крем
13	Фальварок (ф)	20	495	9,9	9,3	0,6	232	76	120	36	77	Удл. пр.	роз.	роз.	мелк.	поверх.	б
14	Натали	19	384	7,3	6,4	0,9	180	88	89	12	71	Удл.	б	б	мелк.	поверх.	крем
15	Реванш	18	216	3,9	3,7	0,2	101	83	56	11	66	Овал.	б	б	мелк.	поверх.	крем
16	Пермунес	20	415	8,3	7,6	0,7	195	88	96	12	79	Овал.	б	б	мелк.	мелк.	б
17	Premjer	15	846	12,7	12,2	0,5	397	87	79	11	154	Овал.	б	б	мелк.	мелк.	б

Продолжение таблицы 1

18	Радриго	17	905	15,4	14,5	0,9	425	76	147	45	98	Окр.	б	б	мелк.	мелк.	б
19	Nikita	20	430	8,6	8,4	0,2	202	79	103	27	81	Окр. пр.	б	б	мелк.	поверх.	крем
20	Андра	20	340	6,8	5,8	1,0	159	79	83	21	69	Окр. пр.	б	сл. роз.	мелк.	мелк.	б
21	Радонежский	20	610	12,2	11,9	0,3	286	88	129	16	92	Овал.	б	б	мелк.	мелк.	крем
22	Прибрежный	20	880	17,6	17,1	0,5	413	89	145	17	117	Ов. сл. уд.	б	б	мелк.	поверх.	крем
23	Беллароза	19	757	14,4	14,0	0,4	355	84	105	20	133	Овал. пр.	роз.	б	мелк.	мелк.	крем
41	Владикавказ.	19	500	9,5	9,0	0,5	235	83	82	16	109	Окр. пр.	б	б	сред.	мелк.	б
25	Инноватор	20	870	17,4	17,2	0,2	408	93	131	9	131	Окр. пр.	б	сл. роз.	сред.	мелк.	б
26	Соточка	20	1140	22,8	21,1	1,7	535	89	176	21	119	Окр. пр.	роз.	роз.	мелк.	мелк.	крем
27	Розара	16	700	11,2	10,9	0,3	329	88	105	14	103	Овал.	роз.	св. ж.	м-ср.	мелк.	б
28	Ручеек	20	680	13,6	13,4	0,2	319	92	134	11	100	Окр. пр.	св. роз.	роз.	м-ср.	мелк.	б
29	Никулинский	17	676	11,5	10,8	0,7	317	82	128	27	84	Ов. сл. пр.	б	б	мелк.	поверх.	крем
30	Зарайка	20	550	11,0	10,8	0,2	258	83	84	17	128	Овал. пр.	б	б	мелк.	поверх.	б
31	Ладожский	19	1084	20,6	20,2	0,4	509	89	122	14	165	Окр. пр.	б	б	сред.	мелк.	б
43	Накра	20	695	13,9	12,3	1,6	326	82	119	26	103	Окр.	б	б	мелк.	мелк.	крем
33	Океания	20	980	19,6	19,1	0,5	460	89	144	17	132	Овал.	роз.	св. ж.	мелк.	поверх.	ж
34	Рябинушка	19	763	14,5	13,9	0,6	358	88	129	17	107	Овал. удл.	роз.	св. ж.	мелк.	мелк.	б
35	Щербининский	20	880	17,6	15,3	2,3	413	63	221	129	69	Окр. пр.	бл. р.	роз.	мелк.	мелк.	б
42	Горянка	18	372	6,7	5,5	1,2	174	90	66	7	83	Овал.	б	б	мелк.	мелк.	б
37	Резерв	20	870	17,4	15,0	2,4	408	74	119	41	126	Окр.	б	б	сред.	поверх.	б
38	Крепыш	19	526	10,0	9,3	0,7	247	89	106	13	87	Ов. окр. пр.	б	б	мелк.	поверх.	б
39	Рагнеда	20	785	15,7	15,3	0,4	368	90	154	16	99	Овал. удл.	роз.	св. ж.	мелк.	мелк.	крем
40	Фальварок	19	847	16,1	14,9	1,2	398	90	127	14	117	Овал.	б	б	мелк.	мелк.	б

По товарности сформированных клубней выделились семь сортов, показатель которых превысил 90%: Дубрава, Бабушка, Агути, Инноватор, Ручеек, Горянка, Рагнеда и Фальварок. Самый низкий показатель товарности зафиксирован по сорту Щербининский – 63%. Показатель товарности клубней остальных сортов находился в пределах 74 – 89%.

По фенотипическим проявлениям сорта коллекционного питомника соответствовали параметрам их сортоописания. В период вегетации растений коллекционного питомника проводились мероприятия по защите растений от болезней и вредителей (против грибных болезней и сосущих насекомых), а также агротехнические мероприятия по поддержанию посадок в чистом от сорняков состоянии и обеспечению благоприятных водно-физических свойств почвы.

В питомнике сеянцев 2-го года исследовали 6 комбинаций. Из 6280 высаженных генотипов к уборке сохранились 4890, из которых отобрано 1580, т.е. 32,3%. Выбраковка производилась по пораженности болезнями (860 генотипов) и морфологическим признакам (2830 генотипа). Наибольший процент отобранных генотипов по комбинациям:

- 129 (Латона × Невский) – 45,9%, или 170 генотипов;
- 130 (Латона × Early Rose) – 37,5%, или 120 генотипов;
- 133 (Ладожский × Голубой Дунай) – 35,6%, или 170 генотипов.

Таблица 2 - Результаты исследований популяции генотипов в питомниках сеянцев 2-го и 3-го года селекционного участка Горского ГАУ в 2020 г.

№ комбинации	Происхождение	Число высаженных генотипов	Число сохранившихся к уборке генотипов	Устойчивость к фитофторе по ботве и клубням, балл	Выбраковка при уборке		Убрано при уборке		Общая оценка по ботве, балл	Отобрано генотипов, шт.
					по болезням	по морфологическим признакам	количество	%		
Сеянцы 2-го года										
129	Нальчинский × Предгорный	2780	2350	9	360	1520	470	16,9	9	470

Продолжение таблицы 2

130	Лиля Каменский	1240	920	9	210	350	360	29,0	9	360
133	Ладожский× Голубой Дунай	870	530	8	160	340	310	35,6	8	310
140	Невский × Amalia	700	460	9	80	230	150	21,4	9	150
144	Латона × Early Rose	320	280	9	30	130	120	37,5	9	120
145	Латона × Невский	370	350	8	20	160	170	45,9	8	170
Итого		6280	4890	-	860	2830	1580	-	-	1580
Сеянцы 3-го года										
119	Импала х Удача	1000	700	9	227	253	220	22,0	9	220
117	Голубой Дунай х Удача	1560	1020	9	80	250	170	10,9	9	170
107	Щербининский х Кормилец	3310	1950	8	940	670	340	10,2	8	340
106	Крепыш х Щерби- нинский	5270	2680	8	1360	910	410	7,8	8	410
37	Синюха х Куз- нечанка	690	386	9	79	147	160	23,2	9	160
Итого		11830	6736	-	840	1320	1300	-	-	1300

В питомнике сеянцев 3-го года исследовали 5 комбинаций. Из 11830 высаженных генотипов к уборке сохранились 6736, из которых отобрано 1300, т.е. 19,2%. По пораженности болезнями было выбраковано 840 генотипов, по морфологическим признакам - 1320 генотипа. Наибольший процент отобранных генотипов зафиксирован по комбинациям:

- 37 (Синюха × Кузнечанка) – 23,2%, или 160 генотипов;
- 119 (Импала × Удача) – 22,0%, или 220 генотипов;
- 133 (Ладожский × Голубой Дунай) – 35,6%, или 170 генотипов.

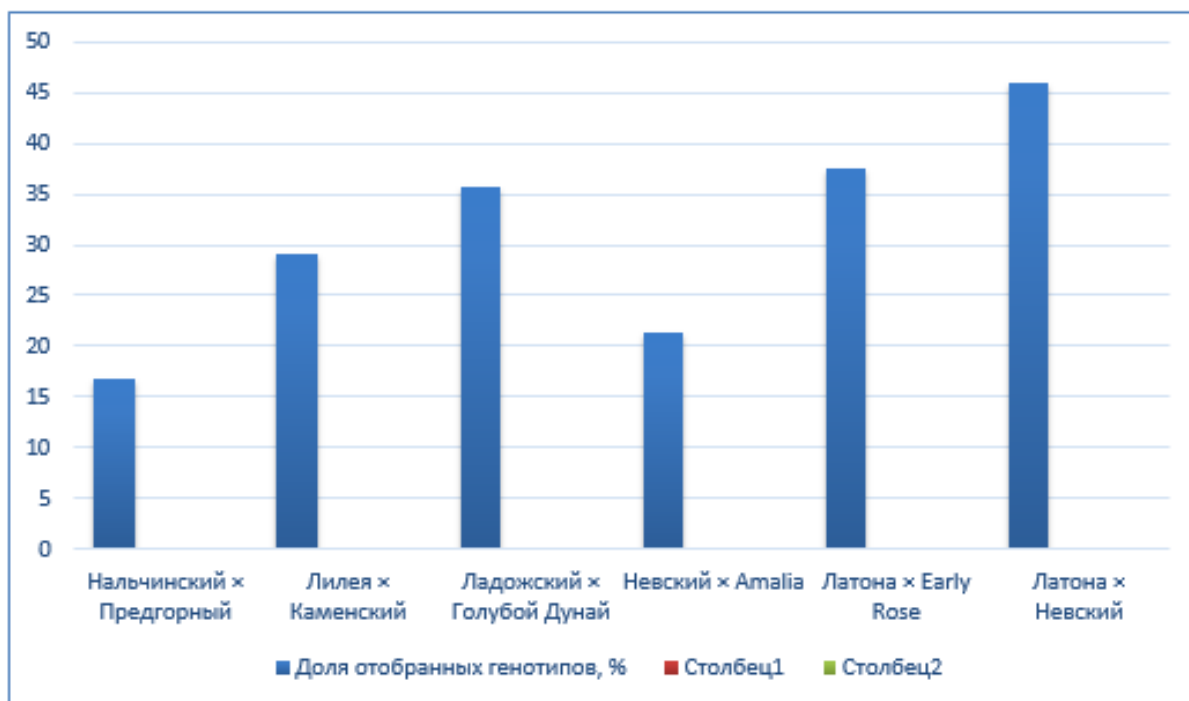


Рисунок 1 - Доля отобранных генотипов в питомнике сеянцев 2-го года



Рисунок 2 - Доля отобранных генотипов в питомнике сеянцев 3-го года

Питомник предварительного испытания включал 26 гибридов, урожайность которых находилась на уровне 17,8 – 68,6 т/га, товарность от 76 до 96%, средняя масса 1 товарного клубня находилась в пределах от 49 до 152 г.

Клубни разнообразной формы – округлой, овальной, удлинённой, округло-приплюснутой, овально-приплюснутой. Мякоть белого и кремового цвета, редко – желтого цвета. Кожура чаще розовая, реже красная и белая, с мелкой и средней глубиной залегания глазков, редко – средней. Столонный след поверхностный, мелкий, редко – средней глубины.

В питомнике предварительного испытания отсутствовали признаки закручивания листьев, курчавости, столбурного увядания, ведьминой метлы, макроспориоза, альтернариоза, морщинистой мозаики. Таким образом, гибриды показали высокую (поражено менее 10% растений) и очень высокую устойчивость (поражение отсутствует) к вирусным болезням, макроспориозу и альтернариозу. Устойчивость ботвы практически всех гибридов к фитофторе в поле – высокая (поражено не более 25% площади листовой поверхности растений) и очень высокая (поражения отсутствуют), устойчивость клубней к фитофторе – очень высокая.

По показателям урожайности и товарности значительное превышение результатов стандарта сорта Волжанин, показавшего урожай 29,1т/га при товарности 81%, отмечено по следующим гибридам: 15.160/133 (урожайность 68,6т/га, товарность 87%), 15.160/398 (урожайность 68,6т/га, товарность 68%), 15.160/23 (урожайность 40,4%, товарность 93%), 15.160/247 (урожайность 60,1т/га, товарность 96%), 15.160/170 (урожайность 44,6т/га, товарность 97%), 15.160/257 (урожайность 56,8т/га, товарность 86%).

Желтый цвет мякоти, как правило коррелирует с повышенными вкусовыми качествами клубней. Один из выделенных нами гибридов, а именно 15.160/257 имеет мякоть желтого цвета, что также дополняет список его положительных характеристик. Лидером по совокупности признаков, характеризующих как внешний вид, так и продуктивность, можно определить гибрид 15.160/247. Однако и другие, выше перечисленные гибриды имеют неплохую перспективу в процессе их дальнейшего изучения.

Таблица 3 - Учет показателей при уборке в питомнике предварительного испытания селекционного участка Горского ГАУ в 2020 г.

Полевой №	Селекционный №	Число кустов к уборке, шт	Вес клубней, г/куст	Общая масса клубней, кг	Масса товарных клубней, кг	Масса мелких клубней, кг	Урожайность, (ц/га)	Товарность (%)	Количество товарных клубней в пробе, шт.	Количество мелких клубней шт	Средний вес 1-го товарного клубня, гр.	Форма клубней	Окраска кожуры	Окраска глазков	Глубина глазков	Глубина стального следа	Цвет мякоти
1	Волжанин st.	10	620	6,2	5,5	0,7	291	81	65	15	84	Овал. удл.	б	б	мелк.	мелк.	крем.
2	15.160/133	10	1460	14,6	13,7	0,9	686	87	120	17	114	Овал. припл.	роз.	роз.	сред.	мелк.	крем.
3	15.160/257	10	1210	12,1	11,3	0,8	568	86	105	17	107	Окр. овал.	б	б. с р.	сред.	мелк.	ж
4	15.160/398	10	1460	14,6	13,2	1,4	686	68	156	71	84	Овал. припл.	роз.	б	мелк.	поверх.	б
5	15.160/240	10	920	9,2	9	0,2	432	79	79	21	113	Окр. припл.	роз.	св. ж.	сред.	поверх.	крем.
6	15.160/184	20	815	16,3	15,4	0,9	383	75	162	53	95	Окр. припл.	б	сл. Р.	глуб.	сред.	б
7	15.160/230	20	620	12,4	11,5	0,9	291	76	141	44	81	Овал. припл.	б	роз.	сред.	мелк.	крем.
8	15.160/128	20	930	18,6	18,4	0,2	437	85	148	25	124	Овал. припл.	роз.	ж	сред.	поверх.	св.кр.
9	15.160/40	20	610	12,2	11,7	0,5	286	82	215	47	54	Овал.	б	б	мелк.	поверх.	крем.
10	15.160/235	20	465	9,3	9	0,3	218	76	85	26	105	Овал. припл.	роз.	св. ж.	мелк.	мелк.	св.кр.
11	15.160/185	20	785	15,7	14,6	1,1	368	84	164	30	89	Окр. припл.	сл. р.	роз.	мелк.	поверх.	б
12	15.160/280	20	670	13,4	12,8	0,6	314	81	166	37	77	Окр. припл.	б	роз.	сред.	поверх.	б
13	15.160/194	20	480	9,6	9,3	0,3	225	83	130	25	71	Окр. овал.	сл. р.	роз.	сред.	мелк.	б
14	15.160/165	20	390	7,8	7,4	0,4	183	70	90	37	82	Овал. удл.	роз.	ж	мелк.	поверх.	ж
15	15.160/141	20	475	9,5	9,4	0,1	223	89	150	18	62	Окр. овал.	сл. р.	роз.	сред.	мелк.	крем.
16	15.160/199	20	760	15,2	14,7	0,5	357	79	162	41	90	Окр. овал.	сл. р.	роз.	мелк.	мелк.	б
17	15.160/23	10	860	8,6	8,1	0,5	404	93	76	5	106	Удл. овал.	кр.	б	мелк.	мелк.	ж
18	15.160/247	10	1280	12,8	12,3	0,5	601	96	87	3	141	Окр. припл.	яр. р.	роз.	мелк.	мелк.	крем.

Продолжение таблицы 3

19	Волжанин st.	10	670	6,7	5,8	0,9	314	85	68	12	85	Овал. удл.	б	б	мелк.	мелк.	крем.
20	15.160/178	20	830	16,6	16,1	0,5	390	89	220	25	73	Окр. овал.	б	роз.	сред.	мелк.	б
21	15.160/41	20	525	10,5	10,1	0,4	246	84	200	36	50	Овал.	б	б	сред.	поверх.	св.кр.
22	15.160/222	10	770	7,7	7,5	0,2	361	81	90	20	83	Овал.	б	б	мелк.	мелк.	крем.
23	15.160/37	10	380	3,8	3,7	0,1	178	86	75	12	49	Овал. припл.	б	б	мелк.	мелк.	крем.
24	15.160/170	10	950	9,5	8,8	0,7	446	97	106	3	83	Окр. овал.	б	б	мелк.	мелк.	крем.
25	15.160/67	10	1030	10,3	9,6	0,7	484	84	63	12	152	Ов. удл.	б	б	сред.	поверх.	крем.
26	15.160/287	10	1030	10,3	9,6	0,7	484	81	89	20	107	Окр. овал.	б	б	мелк.	поверх.	крем.



Рисунок 3 - Урожайность и товарность гибридов в питомнике предварительного испытания в 2020г.

В питомнике основного испытания изучали 9 гибридов, урожайность которых находилась в пределах от 8,2т/га до 46,1т/га, а товарность находилась в пределах 59,7– 85,0%. В качестве стандарта был высажен сорт Волжанин, продемонстрировавший урожайность 29,1 и 32,4т/га и товарность 82,3 и 85,0%. Лишь два из испытуемых гибридов, а именно 10.2/153 и 12.157/23, превысили стандарт по уровню показателя урожайности. Они сформировали урожай в 46,1т/га и 39,1т/га, соответственно, тогда, как максимальный урожай сорта Волжанин в данном питомнике составила 32,4т/га.

По показателю товарности испытуемые гибриды не превзошли максимальный результат стандарта. Размер клубней, которые сформировали гибриды данного питомника, можно отнести в категории мелкой и средней фракции (от 40,7г. До 81.6г.), уступая, таким образом, по данному показателю стандартному сорту Волжанин, сформировавшему клубни, средний вес которых достиг 84,6 и 87,7 г.

В большей степени форма клубней – овальная, в меньшей степени – округлая. Окраска клубней гибридов белая, лишь клубни гибрида 12.157/23 имели бледно-розовую окраску. Цвет мякоти белый, только у гибрида 13.61/24 – кремовый. Цвет глазков – белый, у гибрида 12.157/23 – фиолетовый. Глубина глазков – мелкая, за исключением гибрида 12.157/23, глубина глазков которого средняя, что не приветствуется с точки зрения использования этого гибрида, как столового назначения. Остальные гибриды формировали в равной степени поверхностный и мелкие столонные следы.

Фитофтора клубней в питомнике основного испытания отсутствовала.



Рисунок 4 - Урожайность и товарность гибридов в питомнике основного испытания в 2020г.

Таблица 4 - Учет показателей при уборке в питомнике основного испытания селекционного участка Горского ГАУ в 2020г.

Полевой №	Селекционный №	Число кустов к уборке, шт	Вес клубней, г/куст	Общая масса клубней, кг	Масса товарных клубней, кг.	Масса мелких клубней, кг.	Урожайность, (ц/га)	Товарность, (%)	Количество товарных клубней в пробе, шт.	Количество мелких клубней, шт	Средний вес 1-го товарного клубня, г.	Форма клубней	Окраска кожуры	Окраска глазков	Глубина глазков	Глубина стальной следа	Цвет мякоти
1	Волжанин st.	20	620	12,4	11,8	0,6	291	85,0	138	23	84,6	Окр. овал.	б	б	мелк.	поверх.	крем.
2	12.157/23	20	833	16,7	15,8	0,9	391	81,6	193	43	81,6	Окр. припл.	блед. роз.	фиолет.	сред.	сред.	б
3	13.62/15	20	593	11,9	11,3	0,5	278	83,7	148	27	76	Овал.	б	б	мелк.	поверх.	б
4	13.61/80	20	176	3,53	2,8	0,7	82	67,3	70	35	40,7	Овал. удл.	б	б	мелк.	поверх.	б
5	12.40/14	20	595	11,9	10,6	1,3	279	77,7	183	52	58,0	Окр.	б	б	мелк.	мелк.	б
6	Волжанин st.	20	691	13,8	12,8	1,0	324	82,3	144	30	87,7	Окр. овал.	б	б	мелк.	мелк.	б
7	13.61/24	20	393	7,87	7,0	0,8	184	64,7	130	69	53,3	Овал. удл.	б	б	мелк.	поверх.	крем.
8	12.40/2	20	551	11,0	9,6	1,4	259	71,0	173	67	55,3	Окр. овал.	б	б	мелк.	мелк.	б
9	10.2/153	20	983	19,7	17,6	2,1	461	59,7	278	183	62,7	Окр. припл.	б	б	мелк.	поверх.	б

В питомнике конкурсного испытания I года исследования вели по 5-и гибридам на фоне стандарта сорта Волжанин. Товарность клубней достаточно высокая и варьирует от 79 (14.76/82) до 92% (14.73/246). Гибриды формируют клубни средней и крупной фракции (72,0-108,0 г). Урожайность составляет от 28,5 т/га (14.73/228) до 34,4 т/га (14.73/112). Гибриды, в основном, устойчивы к фитофторе клубней. Форма клубней разнообразна, цвет кожуры – белый, мякоти – от белого до кремового, глазков – чаще белая, реже – от слабо розовая. Глубина глазков – чаще мелкая, реже – средняя. Столонный след чаще мелкий, реже – поверхностный.

В данном питомнике следует выделить два гибрида: гибрид 14.73/112 с урожайностью 34,4 т/га, товарностью 84%, средним весом товарного клубня – 108,0 г и гибрид 14.76/82 с урожайностью 33,9 т/га, товарностью 79%, средним весом товарного клубня – 72 г.

Все испытываемые гибриды, за исключением гибрида 14.76/82 со средней массой 1-го товарного клубня 72,0 гр.(средняя фракция), сформировали клубни крупной фракции, средний вес которых колебался в пределах 95,0 – 108,0 гр. По показателю среднего размера клубней гибриды 14.73/246, 14.73/112, 14.73/90 превзошли стандарт (сорт Невский). По показателю товарности стандарт превзошли гибриды 14.73/246 (92,0%) и 14.73/228 (89,3%). По количеству сформированного урожая отличились гибриды 14.76/82 и 14.73/112, которые показали урожайность 33,9 и 34,4 т/га, соответственно. По данному показателю эти гибриды превзошли стандарт в одном варианте, но незначительно отстали от него в другом. Окончательное суждение о перспективности этих гибридов можно будет сложить после третьего года конкурсных испытаний.

В основном гибриды обладали овальной формой клубня с белой окраской кожуры и мякоти, редко – с мякотью жёлтой и светло-кремовой окраски, мелкими глазками, чаще мелким стolonным следом, в меньшей степени – округлой формы, белой окраской кожуры, светло-розовой окраски глазков и кремовой – мякоти, поверхностной глубиной залегания стolonного следа. Фитофтороз клубней отсутствовал (9 баллов). Урожайность гибридов данного питомника

колебалась от 28,5 до 34,4 т/га (урожайность по стандарту 33,2 – 36,7 т/га). Гибриды 14.76/82 и 14.73/112 сформировали урожай, превышающий 33,2 т/га. Таким образом, по совокупности хозяйственно-ценных признаков в данном питомнике отличились гибриды 14.76/82 и 14.73/112, обладающие товарностью 79,0-84,0%, средней массой товарного клубня 72,0-108,0 г, урожайностью 33,9-34,4 т/га, клубнями белого цвета, округлой и овальной формы, с желтой и белой мякотью, средними и мелкими глазками розового и белого цвета, поверхностной и мелкой глубиной столонного следа.

Таблица 5 - Учет показателей при уборке в питомнике конкурсного испытания гибридов 1-го года селекционного участка Горского ГАУ 2020 г

Полевой № семьи	Селекционный №	Число кустов к уборке, шт	Вес клубней, г/куст	Общая масса клубней, кг	Масса товарных клубней, кг	Масса мелких клубней, кг.	Урожайность, (ц/га)	Товарность, (%)	Количество товарных клубней в пробе, шт.	Количество мелких клубней, шт	Средний вес 1-го товарного клубня, гр.	Форма клубней	Окраска кожуры	Окраска глазков	Глубина глазков	Глубина стального следа	Цвет мякоти
1	Волжанин st.	20	708,3	14,2	13,7	0,5	332,3	85,3	138,3	23	98,7	Окр. удл.	б	б	мелк.	мелк.	б
2	14.73/246	20	673,3	13,5	13,3	0,2	316	92	127,7	10,3	104	Удл. овал.	б	б	мелк.	мелк.	б
3	14.76/82	20	723,3	14,5	13,9	0,6	339,3	79	192	48	72	Окр.	б	сл. роз.	сред.	поверх.	ж
4	14.73/112	20	731,7	14,6	14,2	0,4	343,7	84	131,3	25	108	Овал. пр.	б	б	мелк.	мелк.	крем
5	14.73/228	20	608,3	12,2	11,9	0,3	285,3	89,3	120,7	13,3	98	Овал. пр.	б	б	мелк.	мелк.	б
6	Волжанин st.	20	783,3	15,7	15,3	0,4	367,7	87	159,3	24	95	Окр. овал.	б	б	мелк.	поверх.	б
7	14.73/90	20	696,7	13,9	13,3	0,7	326,7	85	129	22,7	102	Овал. пр.	б	б	мелк.	мелк.	св.кр.

В питомнике конкурсного испытания II года отмечена очень высокая устойчивость гибридов к вирусным болезням, макроспориозу и альтернариозу. Устойчивость к фитофторозу ботвы в поле – от средней до очень высокой, клубней – от высокой до очень высокой. Гибрид 11.26/28 среднеустойчив к фитофторозу как ботвы, так и клубней.

Исследования, проведенные в питомнике конкурсного испытания II года, показали варьирование товарности урожая гибридов в пределах 67,7-86,7,0%. В качестве стандарта был использован районированный сорт Волжанин, процент товарности клубней которого превысил данный показатель, отмеченный по испытуемым гибридам (92%). Испытуемые гибриды уступали по основному показателю - урожайности контрольному сорту. Исключение составил гибрид 11.26/28. Несмотря на то, что товарность клубней данного гибрида незначительно уступает товарности контрольного образца (86,7% против 92,0%), он сформировал урожай 40,8т/га, что на 8,2 т/га превышает урожай контрольного образца – сорта Волжанин (32,6т/га). Размер клубней, как и у сорта Волжанин, средний (средний вес 1-го клубня 83 г.)



Рисунок 5 - Варьирование урожайности и товарности гибридов в питомнике конкурсного испытания 2-го года

Таблица 6 - Учет показателей при уборке в питомнике конкурсного испытания гибридов 2-го года селекционного участка Горского ГАУ 2020 г.

Полевой № семьи	Селекционный №	Число кустов к уборке, шт	Вес клубней, г/куст	Общая масса клубней, кг	Масса товарных клубней, кг	Масса мелких клубней, кг.	Урожайность, (ц/га)	Товарность, (%)	Количество товарных клубней в пробе, шт.	Количество мелких клубней, шт	Средний вес 1-го товарного клубня, г	Форма клубней	Окраска кожуры	Окраска глазков	глубина глазков	Глубина сталонного следа	Цвет мякоти
1	Волжанин st.	20	695	13,9	13,6	0,3	326	92,0	168	13	83,0	Ов.	б	б	мелк.	поверх.	б
2	11.26/28	20	870	17,4	17,0	0,4	408	86,7	236	34	71,3	Окр.	б	б	сред.	сред.	б
3	13.61/88	20	405	8,1	7,2	0,9	190	67,7	118	55	60,3	Окр. овал.	б	роз.	мелк.	сред.	б
4	13.61/104	20	378	7,6	7,2	0,4	177	76,0	96	29	74,7	Удл.	б	б	мелк.	мелк.	б
5	13.61/136	20	578	11,6	10,7	0,9	272	84,3	153	28	69,7	Окр. овал.	б	б	мелк.	мелк.	крем.

Таблица 7 - Учет показателей при уборке в питомнике конкурсного испытания гибридов 3-го года селекционного участка Горского ГАУ 2020 г.

Полевой №	Селекционный №	Число кустов к уборке, шт	Вес клубней, г/куст	Общая масса клубней, кг	Масса товарных клубней, кг.	Масса мелких клубней, кг	Урожайность, (ц/га)	Товарность, (%)	Количество товарных клубней в пробе, шт	Количество мелких клубней, шт	Средний вес 1-го товарного клубня, г.	Форма клубней	Окраска кожуры	Окраска глазков	Глубина глазков	Глубина стального следа	Цвет мякоти
1	Волжанин st.	20	735	14,7	14,1	0,6	345	89	117	14	120	Удл. ов.	б	б	мелк.	поверх.	крем
2	12.64/394	20	1025	20,5	19,9	0,57	481,3	84	176,7	33	112	Окр. припл.	б	б и роз.	мелк.	поверх.	б
3	12.64/368	20	1101	22	21,4	0,63	517,3	82,3	183	39	117	Окр. припл.	б	б и роз.	мелк.	мелк.	б
4	12.58/121	20	686,7	13,7	12	1,73	322	65,7	185,3	96	65	Ов. удл.	б	б	мелк.	поверх.	б
5	12.40/1	20	1038,3	20,8	20,1	0,7	487,7	80	252,7	59,67	80,67	Ов. припл.	б	роз.	мелк.	поверх.	б

В питомнике гибридов конкурсного испытания III года исследования вели по 4-ём гибридам в сравнении со стандартом сортом Волжанин. Товарность варьировала от 65,6 до 843,0%, средний вес 1 товарного клубня – от 65,0 до 117,0 г, урожайность – от 32,2 (12.58/121) до 51,7 т/га (12.64/368).

Исследуя морфологические признаки гибридов данного питомника, можно заключить, что основной формой их клубней является округлая и овальная, цвет кожуры – белый, цвет мякоти – белый, глазков – белый, белый и розовый, розовый.

Гибриды 12.64/394 и 12.64/368 формировали клубни округло-приплюснутой формы. На клубнях отмечено присутствие глазков двух цветов – белого и розового. Оба дали крупные клубни (средний вес 112 – 117 г.) и показали урожайность 48,1 т/га и 51,7 т/га соответственно, что превысило урожайность контрольного экземпляра (урожайность сорта Волжанин составила 34,5 т/га).

Гибриды 12.58/121 и 12.40/1 формировали клубни овальной формы с белыми глазками. Показатель урожайности по гибриду 12.40/1 составил 48,7 т/га, что выше контрольного по сорту Волжанин на 14,2 т/га. Гибрид 12.58/121 по показателю количества сформированного урожая незначительно уступает контрольному образцу (32,2 т/га). Размер клубней гибрида 12.40/1 – средний (65 г.).

В целом, по морфологическим и хозяйственным показателям качества в данном питомнике следует выделить гибриды 12.64/368, 12.40/1 и 12.64/394 с урожайностью 51,7 т/га, 48,7 т/га и 48,1 т/га соответственно. Товарность этих гибридов также достаточно высокая и составила 82,3%, 80,0% и 84,0% соответственно.

В питомнике конкурсного испытания II и III годов гибриды проявили сильную устойчивость к вирусным и грибным болезням. Устойчивость к фитофторозу ботвы гибридов III года конкурсного испытания – от средней до высокой.

Содержание крахмала и сухого вещества – важный потребительский показатель картофеля. Клубни, содержащие более 18% сухих веществ, отличаются большей чувствительностью к травмам, но лучшей развариваются при термической обработке.

В наших исследованиях содержание крахмала и сухого вещества в гибридах картофеля находилось в пределах 13,5-26,7% и 19,5-32,7% соответственно.

Таблица 8 - Содержание крахмала и сухого вещества в гибридах картофеля, 2020 г.

Гибрид	Содержание, %	
	сухого вещества	крахмала
12.40/1	25,8	19,8
13.157/30	29,6	23,6
13.157/23	28,6	22,6
13.62/37	21,8	15,8
10.2/153	24,9	18,9
13.62/24	21,7	15,6
13.62/15	24,7	18,6
11.26/28	25,7	19,6
12.58/213	25,4	19,4
14.73/269	19,5	13,5
14.74/67	21,4	15,4
14.74/30	26,7	20,7
14.76/8	30,1	24,1
12.66/3	25,7	19,7
12.66/10	28,7	22,7
12.40/1	26,6	20,6
12.40/52	26,5	20,5
12.64/394	30,8	24,8
12.64/368	31,4	25,1
12.41/7	32,7	26,7
12.41/66	26,1	20,1
10.11/153	25,8	19,8
11.35/12	27,5	21,6
12.65/5	30,0	24,0

Гибриды, исследуемые в одних и тех же условиях селекционного питомника, формировали клубни, биохимические показатели которых значительно разнятся. Наиболее высоким содержанием крахмала в клубнях отли-

чаются гибриды 14.76/8, 12.64/394, 12.64/368, 12.41/7, 12.65/5 с содержанием крахмала в пределах от 24,0 до 26,7%. Несколько меньшим показателем крахмалистости обладали гибриды 14.74/30, 12.66/10, 12.40/1, 12.40/52, 12.41/66, 11.35/12. Содержание крахмала в них находилось в пределах 20,1 – 22,7%. Крахмалистость остальных гибридов колебалась от 13,5% до 19,8%.

3.2. Изучение возможности интенсификации производства оздоровленного посадочного материала картофеля посредством получения миниклубней

Использование различной площади питания оказывает существенное влияние на количественные показатели урожайности. Изучение зависимости эффективности производства миниклубней оздоровленного материала от площади посадки пробирочных растений продолжалось и в 2020 году. Опыт был поставлен по схеме, аналогичной использованной в 2019 году, и в качестве испытуемых были использованы сорта картофеля разного срока созревания – Невский, Удача и Осетинский. Целью закладки этого опыта было подтверждение или опровержение прошлогодних результатов исследования данного вопроса. При изучении выхода мини-клубней с одного квадратного метра пробирочные растения высаживали в соответствии с запланированной схемой посадки, а именно: 45×30см, 45×15см, 25×15см, 8×8см. В результате проведенных исследований подтвердилась тенденция увеличения количества выращенных клубней по мере уменьшения площади питания высаженных пробирочных растений картофеля. Результаты исследования отражены в таблице (таблица 9).

Таблица 9 - Количественный выход мини-клубней, полученных от пробирочных растений, в зависимости от площади питания

Площадь питания, см	Число растений на 1 м ² , шт.	Выход клубней по сортам, шт./м ²					
		Невский		Удача		Осетинский	
		2019	2020	2019	2020	2019	2020
45×30	7	100	86	107	91	115	102
45×15	14	201	174	228	182	244	217

Продолжение таблицы 9

25×15	26	326	288	343	311	356	293
8×8	156	509	354	536	476	558	469

Полученные результаты свидетельствуют о том, что количественный выход мини-клубней на один квадратный метр полезной площади составлял по сорту Невский от 86 до 354, по сорту Удача – от 91 до 476, по сорту Осетинский – от 102 до 469 штук. Посадка пробирочных растений с площадью питания 8×8 см по всем изучаемым сортам обеспечивала получение наибольшего количества клубней – от 354 до 469 шт./м².

Сравнительный анализ результатов исследований 2019 и 2020 годов показал, что максимальное количество клубней по всем испытуемым сортам и в 2019 и в 2020 году было зафиксировано при посадке по схеме 8×8см. Минимальное количество клубней было отмечено при посадке по схеме 45 × 30см.

При посадке с максимальной площадью питания в среднем с 1м² было получено клубней по сортам Невский – 86 шт., Удача – 91 шт., Осетинский – 102 шт. клубней. При площади питания 8×8 см в расчете на 1м² было получено клубней по сортам: Невский – 354 шт., Удача – 476 шт., Осетинский – 469 шт.



Рисунок 6 - Динамика изменения количества формируемых мини клубней в зависимости от площади питания пробирочных растений картофеля по сортам Невский, Удача и Осетинский в 2020 году



Рисунок 7 - Динамика изменения количества формируемых мини клубней в зависимости от площади питания пробирочных растений картофеля по сортам Невский, Удача и Осетинский в 2019 году

Таблица 10 - Структура урожая семенных клубней, полученных от пробирочных растений при их посадке с различной площадью питания в 2020 г.

Площадь питания, см	Получено клубней, шт./м ²							
	Всего		в том числе					
			до 5 г		от 5 до 25 г		больше 25 г	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
Сорт Невский								
45 × 30	100	86	5	9	45	57	50	20
45 × 15	201	174	31	28	135	131	35	15
25 × 15	326	288	71	82	235	206	20	11
8 × 8	509	354	218	176	291	172	-	6
Сорт Удача								
45 × 30	107	91	6	14	80	63	21	14
45 × 15	228	182	25	19	175	152	28	11
25 × 15	343	311	110	27	207	277	26	7
8 × 8	536	476	194	164	339	310	3	2
Сорт Осетинский								
45 × 30	115	102	10	6	79	68	26	28
45 × 15	244	217	35	41	191	162	18	14
25 × 15	356	293	126	56	220	232	10	5
8 × 8	558	469	220	261	338	207	-	1

Наряду с количественным выходом семенных клубней, имеет значение и соотношение различных по массе семенных фракций. Как видно из таблицы наибольшее количество клубней по всем сортам и вариантам площади питания получают фракции от 5 до 25г. Клубни, вес которых более 25г в большем количестве формировались при максимальной площади питания и их количество снижается по мере уменьшения площади питания. Наибольшее количество клубней самой мелкой фракции (массой до 5г) получались при минимальной площади посадки.

Хорошо прослеживается также то, что с уменьшением площади питания пробирочных растений в урожае преобладают более выровненные по массе и размерным характеристикам клубни.

Обозначенная выше корреляция показателей площади питания, количества клубней и размера клубней наблюдалась и в результатах исследований 2019 года, что подтверждает устойчивость взаимозависимости этих показателей и в 2020 году.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Ассортимент коллекционного питомника значительно различается по продуктивности, при этом каждый сорт, имея свою уникальную генотипическую ценность, расширяет потенциальные возможности селекционера при реализации селекционного процесса, что обуславливает необходимость дальнейшего расширения ассортимента коллекционного питомника.

2. В питомнике сеянцев 2-го года по 6-ти комбинациям отобрано 1580 генотипов, в питомнике сеянцев 3-го года отобрано 1300 генотипов. Наибольший процент отобранных генотипов зафиксирован по комбинациям: 133 (Ладожский × Голубой Дунай) – 35,6%, 37 (Синюха × Кузнечанка) – 23,2%, 119 (Импала × Удача) – 22,0%.

3. Питомник предварительного испытания включал 26 гибридов, урожайность 17,8–68,6 т/га, товарность от 76 до 96%, средняя масса 1 товарного клубня находилась в пределах от 49 до 152 г. Устойчивость к вирусным болезням, макроспориозу, альтернариозу и фитофторозу – от высокой до очень высокой.

4. В питомнике основного испытания исследовались 9 гибридов, товарность которых находилась в пределах 59,7–85,0%, урожайность от 8,2 до 46,1 т/га. Лучшие показатели продуктивности сформированы гибридами 10.2/153 и 12.157/23, показавшие урожай в 46,1 и 39,1 т/га, соответственно. Окраска клубней гибрида 10.2/153 белая, глубина глазков - мелкая, а столонный след – поверхностный. У гибрида 12.157/23 клубни бледно-розового цвета, глубина глазков и столоного следа - средняя. Форма клубней обоих гибридов - округло-приплюснутая. Устойчивость гибридов к вирусным и грибным болезням – очень высокая.

5. В питомнике конкурсного испытания I года исследования вели по 5-ти гибридам. Товарность варьирует от 79 (14.76/82) до 92% (14.73/246). Гибриды формируют клубни средней и крупной фракции (72,0-108,0 г). Урожайность составляет от 28,5 т/га (14.73/228) до 34,4 т/га (14.73/112). В данном питомнике следует выделить два гибрида: гибрид 14.73/112 с урожайно-

стью 34,4 т/га, товарностью 84%, средним весом товарного клубня – 108,0 г и гибрид 14.76/82 с урожайностью 33,9 т/га, товарностью 79%, средним весом товарного клубня – 72 г. По показателю товарности стандарт превзошли гибриды 14.73/246 (92,0%) и 14.73/228 (89,3%).

6. Исследования, проведенные по 4 гибридам в питомнике конкурсного испытания II года, показали варьирование товарности в пределах 67,7-86,7%, урожайности – от 17,7 до 40,8 т/га. По совокупности хозяйственно-ценных признаков в данном питомнике отличился гибрид 11.26/28, обладающий товарностью 86,7%, средней массой товарного клубня 71,3 г, урожайностью 40,8 т/га, клубнями округлой формы с белой окраской кожуры, мякоти и глазков, средней глубиной залегания глазков и столонного следа. Устойчивость к вирусным болезням – очень высокая, к фитофторозу ботвы и клубней – средняя.

7. В питомнике гибридов конкурсного испытания III-го года исследования вели по 4 гибридам. Товарность варьировала от 65,6 до 84,3%, средний вес 1 товарного клубня – от 65,0 до 117,0 г, урожайность – от 32,2 (12.58/121) до 51,7 т/га (12.64/368). В целом, по морфобиологическим и хозяйственным показателям качества в данном питомнике следует выделить гибриды 12.64/368, 12.40/1 и 12.64/394 с урожайностью 51,7; 48,7 и 48,1 т/га соответственно. Товарность этих гибридов также достаточно высокая и составила 82,3; 80,0 и 84,0% соответственно. Устойчивость к вирусным и грибным болезням – очень высокая. Устойчивость к фитофторозу ботвы гибридов – от средней до высокой.

8. Содержание крахмала в гибридах картофеля – 13,5-26,7%, сухого вещества 19,5-32,7%. Наиболее высоким содержанием крахмала в клубнях отличаются гибриды 14.76/8, 12.64/394, 12.64/368, 12.41/7, 12.65/5 с содержанием крахмала в пределах от 24,0 до 26,7%. Несколько меньшим показателем крахмалистости обладали гибриды 14.74/30, 12.66/10, 12.40/1, 12.40/52, 12.41/66, 11.35/12. Содержание крахмала в них находилось в пределах 20,1 – 22,7%. Крахмалистость остальных гибридов колебалась от 13,5 до 19,8%.

9. В горных условиях испытаны наиболее эффективные приемы, обеспечивающие сравнительно высокий выход оздоровленных миниклубней с единицы площади. Количественный выход мини-клубней на один квадратный метр полезной площади составлял по сорту Невский от 86 до 354, по сорту Удача – от 91 до 476, по сорту Осетинский – от 102 до 469 штук. Посадка пробирочных растений с площадью питания 8×8 см по всем изучаемым сортам обеспечивала получение наибольшего количества клубней – от 354 до 469 шт./м².

10. По теме НИР в 2020 году опубликовано 9 работ, в том числе в журналах, индексируемых Web of Science и Scopus – 2 работы, в изданиях, рецензируемых ВАК, – 4, в материалах Всероссийской конференции – 5, в материалах студенческого научного журнала Горского ГАУ – 6. Издана 1 монография. Подана 1 заявка на изобретение. Получен 1 патент РФ на изобретение. Защищены 4 магистерские диссертации и 5 выпускных квалификационных работ бакалавров.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абросимов, Д.В. Принципы подбора родительских пар и методы отбора при селекции картофеля на повышенную крахмалистость: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Абросимов Д.В. – М., 2007. – 18 с.
2. Андрианова, К.С. Элита картофеля на безвирусной основе. Защита картофеля от вирусных болезней в семеноводстве / К.С. Андрианова // Научные тр. НИИКХ. – вып. III, 1977. – С. 95-98.
3. Алилов, М. М. Влияние климатических условий на содержание сухих веществ в гибридах картофеля / М.М. Алилов, В.К. Сердеров // Редакционный совет. – 2019. – Т. 4. – №. 59. – С. 46.
4. Анисимов, Б.В. Оптимизация технологических схем и объемов производства *in vitro* материала и микроклубней в процессе оригинального семеноводства картофеля / Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов, О.Н. Шатилова // Сборник научных трудов. Методы биотехнологии в селекции и семеноводстве картофеля. Москва. – 2014. – С. 158.
5. Анисимов, Б.В. Инновационная схема оригинального семеноводства картофеля / Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов // Картофель и овощи. – №6. – 2014. – 25 с.
6. Анисимов, Б. В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б. В. Анисимов. – М.: Картофелевод, 2009. – 240 с.
7. Анисимов Б.В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля / Б.В. Анисимов //М.;ФГНУ «Росинформагротех», 2004.-80с.
8. Басиев, С.С. Картофель в предгорье / С.С. Басиев, Ц.Г. Джиеова, М.Дз Газдаров, А.Э. Шабанов, О.С. Хутинаев // Картофель и овощи. – №6. – 2015. – С. 21-22.
9. Басиев, С.С. Выращивание здорового семенного картофеля / С.С. Басиев, С.А Бекузарова, З.А Болиева, Ф.Т. Гериева – Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2016. – 198 с.
10. Башлакова, О. Н. Оценка селекционных номеров картофеля по ком-

- плексу признаков в условиях Кировской области / О.Н. Башлакова, Н.Ф. Синцова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2019. – Т. 20. – №. 6. – С. 575-584.
11. Будин, К.З. Наследование полевой устойчивости к фитофторе при гибридизации с культурными видами картофеля / К.З. Будин, Т.И. Соболева // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1992. – № 8 (311). – С. 78-83.
12. Власов, Ю.И. Сельскохозяйственная фитовирусология / Ю.И. Власов, Э.И. Ларина, Э.В. Трускинов – Санкт-Петербург – Пушкин: ФБГНУ ВИЗР, 2016. – 237 с.
13. Ганзин, Г.А. Методика определения крахмала и сухого вещества весовым методом / Г.А. Ганзин, Н.П. Макунина. – М.: б/и, 1977. – 76 с.
14. Гимаева, Е.А. Изучение комбинационной способности картофеля по признаку продуктивности в условиях Республики Татарстан / Е.А. Гимаева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – №10.
15. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
16. Колобаев, В.А. Межвидовые гибриды картофеля, подавляющие размножение фитофтороза / В.А. Колобаев // Материалы Всерос. науч.-координац. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К.З. Будина, С.-Петербург, 28–29 июля 2009 г. / Всерос. ин-т растениеводства. – СПб, 2009 – С. 50–58.
17. Костина, Л.И. Целевая субколлекция селекционных сортов картофеля по устойчивости к фитофторозу / Л.И.Костина, О.С. Косарева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. - № 180(3). – С. 36-40.
18. Маханько, В.Л. Сортвые особенности картофеля и их использование в кулинарии и перерабатывающей промышленности / В.Л. Маханько, Л.Н. Козлова, О.Б. Незаконова // Земледелие и защита растений. – 2013. – № 3.– С. 62-64.
19. Методика исследований по культуре картофеля НИИКХ. – М.: Агро-

промиздат, 1967. – 114 с.

20. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению // К.А. Пшеченков [и др.]. – изд. 2-ое, перераб. и доп. – ВНИИКХ. – М, 2008. – 41 с
21. Пискун, Г. И. Оценка гибридных комбинаций картофеля по степени проявления признаков "содержание амилозы и амилопектина" / Г. И. Пискун, Л. Н. Козлова // Картофелеводство: сборник научных трудов / РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству". – Минск, 2013. – С. 52.
22. Подгаецкий, А. А. Фенотипическое проявление содержания крахмала среди сложных межвидовых гибридов картофеля и их потомства / А.А. Подгаецкий, С.Н. Горбась // Картофелеводство: сборник научных трудов / РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству". – Минск, 2013. – С. 123.
23. Природные ресурсы республики Северная Осетия-Алания. Т. 6. Почвы (ред. Бясов К.Х.). – Владикавказ: Проект Пресс, 2000. – 384 с.
24. Симаков Е.А. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / Е.А. Симаков, Н.П. Склярова, И.М. Яшина // М.; ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006.-70с.
25. Синцова, Н.Ф. Оценка гибридных популяций при селекции картофеля на повышенное содержание крахмала / Н.Ф. Синцова, З.Ф. Сергеева, Т.А. Осипова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – №3 (46). – С. 32-37.
26. Трофимец, Л.Н. Оздоровление картофеля от вирусных болезней методами верхушечной меристемы и термотерапии. Методические указания / Л.Н. Трофимец и др. – М.: РИО ВАСХНИЛ, 1972. – С. 6-8.
27. Трускинов, Э. В. Особенности изучения и поддержания коллекции картофеля на фоне вирусных и вирусоподобных заболеваний / Э.В. Трускинов //Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2020. – Т. 180. – №. 4. – С. 75-80.

28. Чашинский, А.В. Использование диких видов картофеля из Северной и Южной Америки при создании исходного материала, устойчивого к фитофторозу / А.В. Чашинский // Картофелеводство: сб. науч. тр. / РУП «Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: С.А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 24. – С. 33-50.

**Фотоиллюстрация
научно-исследовательской работы
Горского государственного аграрного университета
в области селекции и семеноводства картофеля в 2020 году.**



Рисунок 1 - Фитотрон лаборатории селекции и семеноводства Горского ГАУ. Осмотр растений картофеля, вегетирующих в культуре *in vitro*, на предмет застарания питательной среды микроорганизмами – антагонистами культурного биологического объекта

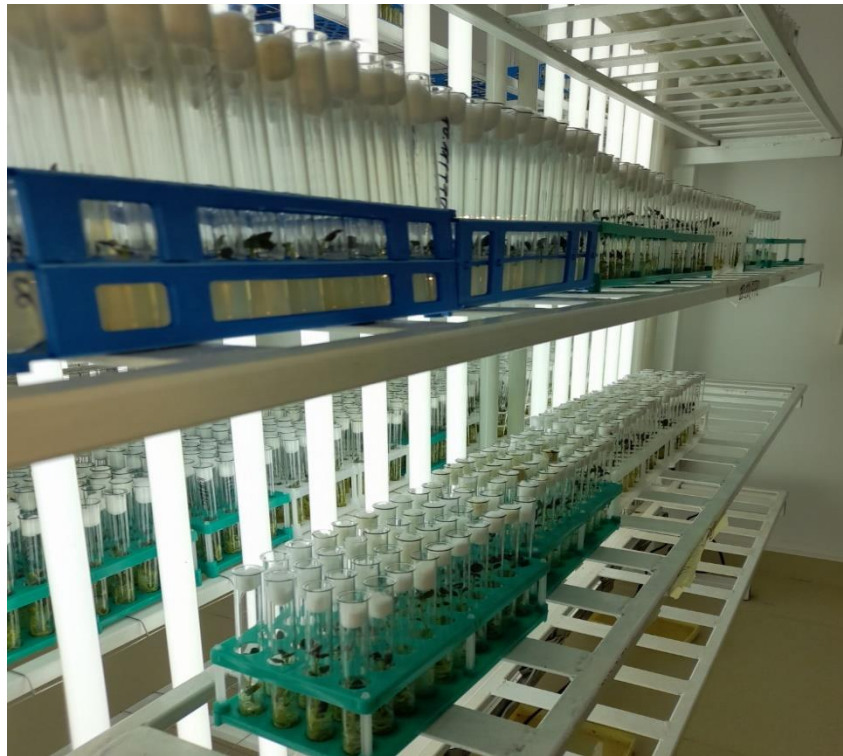


Рисунок 2 - Растения картофеля в культуре *in vitro* в фитотроне лаборатории селекции и семеноводства и приготовленные для высадки в открытый грунт в высокогорье РСО-Алания



Рисунок 3 - Селекционный участок Горского ГАУ в горной зоне РСО-Алания (1400м н.у.м.). Проведение фенологических наблюдений, фитопрочисток и скрещивание различных родительских пар сортов и гибридов картофеля в соответствии с запланированной схемой получения сорта



Рисунок 4 - Подготовка почвы и посадка *in vitro* растений картофеля



Рисунок 6 - Уборка клубней картофеля на испытательном участке Горского ГАУ в с. Хидикус (1400 м н.у.м.)



Рисунок 7 -Клубни картофеля репродукции ПП1 (первое полевое поколение). Миниклубни – результат жизнедеятельности пробирочных растений картофеля в открытом грунте

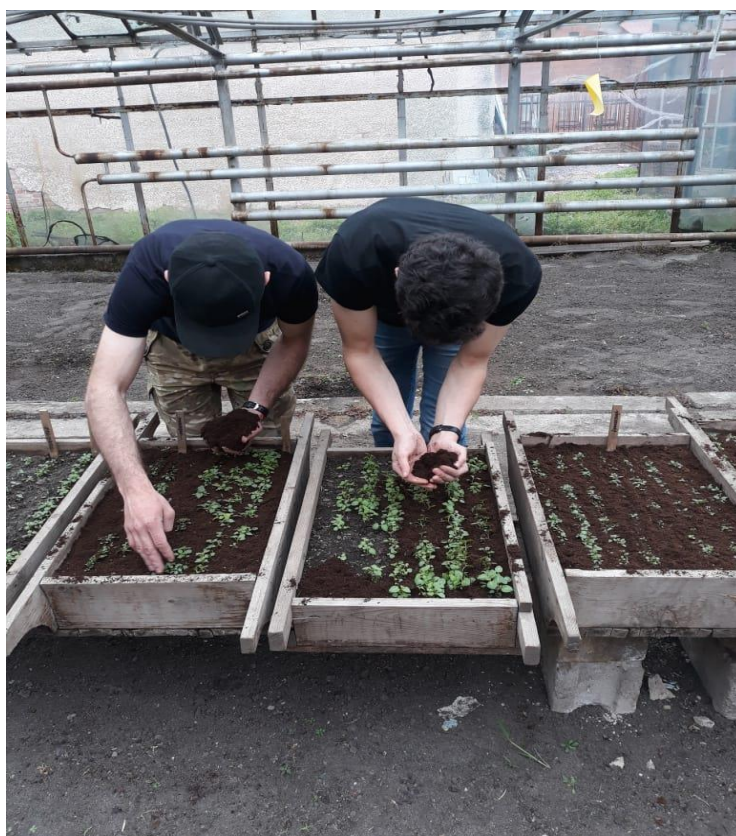


Рисунок 8 - Тепличный комплекс Горского ГАУ. Внесение торфа под растения питомника сеянцев 1-го года до пикировки в горшки



Рисунок 9 - Тепличный комплекс Горского ГАУ. Меристемные растения картофеля, высаженные в аэрогидропонную установку

ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2726034

Способ стимуляции роста и развития меристемных ростков клубней картофеля

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Горский государственный аграрный университет" (RU)*

Авторы: *Болиева Зарема Адесовна (RU), Бекузарова Сарра Абрамовна (RU), Басиев Солтан Сосланбекович (RU), Нугманова Татьяна Алексеевна (RU), Басиева Алина Солтанбековна (RU)*

Заявка № 2019130791

Приоритет изобретения 27 сентября 2019 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 08 июля 2020 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 27 сентября 2039 г.



Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Г.П. Ивлиев Г.П. Ивлиев



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51(51) МПК

[A01H 1/04 \(2006.01\)](#)

(52(52) СПК

[A01H 1/04 \(2019.08\)](#)

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: действует (последнее изменение статуса: 16.07.2020)

(21)(22) Заявка: [2019130791](#), 27.09.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.09.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **27.09.2019**

(45) Опубликовано: [08.07.2020](#) Бюл. № [19](#)

(15) Информация о коррекции:
Версия коррекции №1 (W1 C1)

(48) Коррекция опубликована:
[03.11.2020](#) Бюл. № [31](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2599556 C1, 10.10.2016. RU 2187222 C1, 20.08.2002. FARSHID H. et al. Effects of chemical treatments on dormancy breaking and some sprouting characteristics of two potato cultivars in different tuber sizes, European Journal of Experimental Biology, 2014, 4(4):98-102, найдено в Интернете 10.12.2019, адрес сайта: [www.pelagiaresearchlibrary.com](#).**

Адрес для переписки:

362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37,

(72) Автор(ы):

**Болиева Зарема Адесовна (RU),
Бекузарова Сарра Абрамовна
(RU),
Басиев Солтан Сосланбекович
(RU),
Нугманова Татьяна Алексеев-
на (RU),
Басиева Алина Солтанбековна
(RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образова-
ния "Горский государственный
аграрный университет" (RU)**

(54) **Способ стимуляции роста и развития меристемных ростков клубней картофеля**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области биотехнологии. Изобретение относится к способам размножения оздоровленного семенного материала картофеля, полученного из меристемных клубней. Сущность изобретения заключается в том, что ростки меристемных клубней 3-го поколения замачивают на 10-12 часов в 0,1-0,2% водном растворе биопрепарата Никфан и при высадке их в горшочки поливают тем же раствором. Изобретение позволяет увеличить продуктивность и качество семенного материала картофеля. 1 табл., 2 пр.

ПАТЕНТ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 693 721** ⁽¹³⁾ **C1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[A01G 31/02 \(2006.01\)](#)

(52) СПК

[A01G 31/02 \(2019.02\)](#)

[A01G 31/06 \(2019.02\)](#)

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(21)(22) Заявка: [2018105619](#), 14.02.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.02.2018

Дата регистрации:
04.07.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **14.02.2018**

(45) Опубликовано: [04.07.2019](#) Бюл. № [19](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2009638 C1, 30.03.1994. RU 2229792 C2, 10.06.2004. US 20160198651 A1, 14.07.2016. US 6088958 A1, 18.07.2000. SU 1731103 A1, 07.05.1992. RU 167134 U1, 20.12.2016.**

Адрес для переписки:
101000, Москва, ул. Покровка, 3/7, стр 1 Б, эт. 3, пом.

(72) Автор(ы):

**Хутинаев Олег Сосланбекович (RU),
Бекузарова Сарра Абрамовна (RU),
Салиев Азамат Алибекович (RU),
Салиев Алибек Андреевич (RU),
Черников Григорий Васильевич (RU),
Черников Денис Григорьевич (RU),
Басиев Солтан Сосланбекович (RU),
Кудзаев Анатолий Бештауович (RU),
Анисимов Борис Васильевич (RU),
Старовойтов Виктор Иванович (RU),
Мелешин Алексей Алексеевич (RU),
Шабанов Низам Эмирсултанович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Хутинаев Олег Сосланбекович (RU),
Бекузарова Сарра Абрамовна**

III, комн. N 4, мансарда, пом. I, комн. N 6, ООО "Юридическая компания "Юрвиста"

(RU),
Салиев Азамат Алибекович
(RU),
Салиев Алибек Андреевич
(RU),
Черников Григорий Васильевич (RU),
Черников Денис Григорьевич
(RU),
Басиев Солтан Сосланбекович (RU),
Кудзаев Анатолий Бештауович (RU),
Анисимов Борис Васильевич
(RU),
Старовойтов Виктор Иванович (RU),
Мелешин Алексей Алексеевич (RU),
Шабанов Низам Эмирсултанович (RU),
Общество с ограниченной ответственностью "ФУД-КРАФТ" (ООО "ФУД-КРАФТ") (RU),
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха" (ФГБНУ ВНИИКХ) (RU)

(54) АЭРО-ГИДРОПОННАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАСТЕНИЙ IN VITRO

АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ООО

«Зольский картофель»

Р.Р. Бжеников

« » 20 г



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО

Горский ГАУ

В.Х. Темираев

« » 20 г.



АКТ

внедрения результатов НИР

по теме «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Республике Северная Осетия - Алания. Создание конкурентоспособного семенного фонда новых отечественных сортов, устойчивых к вирусным заболеваниям и адаптированных к природным условиям Северо-Кавказского региона», выполненной в 2020 г.

по теме «Развитие селекции и семеноводства картофеля в Республике Северная Осетия - Алания. Создание конкурентоспособного семенного фонда новых отечественных сортов, устойчивых к вирусным заболеваниям и адаптированных к природным условиям Северо-Кавказского региона», выполненной в 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представители ООО «Зольский картофель»: руководитель Бжеников Руслан Рамазанович, агроном Понежев Рамазан Исмаилович, агроном-семеновод Орзалиева Майя Назировна с одной стороны и представители ФГБОУ ВО Горский ГАУ - зав. каф. земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, д.с.-х.н., проф. Басиев С.С., с.н.с. лаборатории селекции и семеноводства картофеля, к.с.-х.н. Газдаров М.Дз доцент кафедры растениеводства, селекции и семеноводства, к. с.-х.н. Козаева Д.П., н.с. лаборатории селекции и семеноводства картофеля Газзаев Г.Т. лаборанты лаборатории селекции и семеноводства картофеля Цкаева Т.В., Томаев Т.О., Царикаев З.А. и аспиранты Аликов А.А., Дзедзаев Х.Т. с другой стороны оформили настоящий акт о том, что в хозяйстве произведены производственные посадки выделившихся гибридов, которые подтвердили устойчивость к раку и нематоду в лабораторном и в полевом испытаниях. В 2020 году данные гибриды будут размножены для дальнейших испытаний. Таблица. Урожайность гибридов селекции Горского ГАУ на участке размножения в условиях Зольского района КБР на полях «ООО «Зольский картофель»»

№ п/п	Гибрид	2019г. 2020 г.		2019 г.	2020 г.
		урожайность, т/га	товарность, %		
1.	Жуковский ран - 81	27,2	25,6	89,0	90,0
2.	13.62/37	28,2	25,6	89,1	91,0
3.	10.2/153	30,4	29,5	90,1	92,2
4.	12.40/1	29,6	28,4	91,4	91,0

5.	13.157/30	28,8	27,7	92,5	91,3
6.	12.157/23	34,0	32,7	90,1	92,4
7.	12.66/10	32,6	30,3	91,2	93,6
8.	11.35/12	36,0	35,2	92,6	92,8
9.	13.62/24	35,6	34,6	93,6	92,6


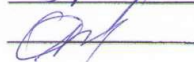
Исследуемые гибриды в течении 2 лет обеспечили урожай выше районированного стандартного сорта Жуковский ранний.

Результаты НИР одобрены и рекомендованы к внедрению в семеноводческие хозяйства республик КБР и РСО-Алания.

НИР проходит в рамках тематического план-задания на выполнение научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО Горский ГАУ по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2020 г.

От ООО «Зольский картофель»

Агрономы

Понежев Р.И.

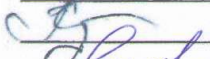
Орзалиева М.Н.

от ФГБОУ ВО Горский ГАУ

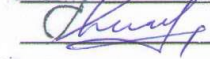


Басиев С.С.

Газдаров М.Д.



Козаева Д.П.



Газзаев Г.Т.



Цкаева Т.В.



Томаев Т.О.



Царикаев Х.А.



Аликов А.А.



Дзедаев Х.Т.



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ
СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ
(Минсельхозпрод РСО-Алания)
362007, РСО-Алания,
г. Владикавказ, ул. Армянская, 30/1
тел.: (8672) 25-68-18, факс: 64-11-65
e-mail: mcx-rso-a@mail.ru, info@mcx.alania.gov.ru,
<http://mcx.alania.gov.ru/>

15.12.2020 № 02-16/3152

На № _____

СПРАВКА

Настоящая справка удостоверяет, что 15 декабря 2020 года, на заседании НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия РСО-Алания, заслушаны результаты НИР ФГБОУ ВО Горский ГАУ по темам:

1. «Селекция картофеля для условий Северо-Кавказского региона с применением инновационных технологий» (Руководитель: д.с.-х.н., проф. Басиев С.С.)
2. «Разработка предохранительной системы фрезы, предназначенной для обработки каменистых почв в горных селекционных питомниках» (Руководитель: д.т.н., проф. Кудзаев А.Б.)

Результаты НИР являются актуальными для сельского хозяйства республики, одобрены и рекомендованы к внедрению в хозяйствах РСО-Алания.

Первый заместитель министра
сельского хозяйства и
продовольствия РСО-Алания



К.В.Марзоев

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО ГОРСКИЙ ГАУ)

УДК 631.317

Рег. № НИОКТР АААА-А20-120102790010-9

Рег. № ИКРБС



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор Горского ГАУ

д-р с.-х. наук, проф.

В.Х. Темираев

«12» _____ 2020 г.

ОТЧЕТ




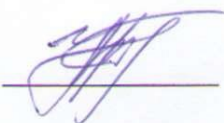
**О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ,
выполненной по заказу Минсельхоза РФ в 2020 году
РАЗРАБОТКА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ФРЕЗЫ,
ПРЕДНАЗНАЧЕННОЙ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАМЕНИСТЫХ ПОЧВ В
ГОРНЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПИТОМНИКАХ
(заключительный)**

Руководитель НИР,
д.т.н., проф.

А.Б. Кудзаев

Владикавказ 2020

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Должность, ученая степень	Подпись	ФИО
Руководитель НИР проректор по НР Горского ГАУ, зав. кафедрой «Тракторы и схм» Горского ГАУ, д.т.н., профессор (все разделы).....		А.Б. Кудзаев
К.т.н., доцент (все разделы).....		А.Э. Цгоев
К.т.н. (все разделы).....	_____	Д.В. Цгоев
К.т.н., доцент (все разделы).....		И.А. Коробейник
К.т.н., доцент (все разделы).....		Т.А. Уртаев

РЕФЕРАТ

Отчет 120 с., 1 кн., 56 рис., 12 табл., 43 источн., 5 прилож.

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА, ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НОЖА С КАМНЕМ, КАМЕНИСТОСТЬ ПОЧВЫ, КАЧЕСТВО ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ, МОМЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Объект исследования – процесс обработки засоренной камнями почвы рабочими органами ротационной почвообрабатывающей машины.

Цель работы - разработка и обоснование параметров рациональной конструкции предохранительной системы фрезы с целью её надежной работы на засоренных камнями почв горных селекционных питомников.

В процессе работы проводились экспериментальные исследования почвообрабатывающей фрезы, оборудованной предохранительными устройствами различного типа в сочетании с программируемой системой сигнализации. В результате исследований изучен процесс взаимодействия рабочих органов фрезы с камнями, определены рациональные значения некоторых параметров машины, изготовлен и испытан экспериментальный образец.

Результаты НИР одобрены Министерством сельского хозяйства РСО-Алания и рекомендованы к внедрению в хозяйствах на почвах засоренных камнями.

При годовой загрузке машины 220 ч, экономия прямых затрат составит 480,9 руб./га.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	75
1	Анализ технических решений, посвященных разработке почвообрабатывающих фрез	78
1.1	Анализ конструкций почвообрабатывающих фрез	78
1.2	Анализ научных работ, посвященных фрезерной обработке почв ...	87
	Выводы.....	94
2	Выбор рациональной схемы предохранительной системы	95
	Выводы.....	101
3	Теоретические исследования по обоснованию некоторых параметров почвообрабатывающей фрезы	102
3.1	Определение рационального значения частоты вращения барабана	102
3.2	Взаимодействие фрезерного барабана с камнями	111
3.3	Мощностной баланс фрезы	119
	Выводы	126
4	Экспериментальные исследования.....	128
4.1	Усилие срабатывания предохранительного устройства	128
4.1.1	Предохранительное устройство с упругими элементами из резины	128
4.1.2	Предохранительное устройство со срезными болтами	132
4.2	Система сигнализации срабатывания секций	135
4.3	Энергопотребление фрезой	143
4.4	Взаимодействие ножей барабана с камнями	155
	Выводы	156
5	Испытания опытного образца фрезы и расчет эффективности от ее применения	157
5.1	Описание опытного образца почвообрабатывающей фрезы	157
5.2	Результаты полевых исследований опытного образца фрезы	163
5.3	Расчет экономической эффективности от внедрения опытного образца фрезы ФН-1,37К	166
	Выводы	169
	Заключение	170
	Список использованных источников	171
	ПРИЛОЖЕНИЯ	176
	Приложение А – Акт внедрения в ОАО «Саниба»	177
	Приложение Б – Акт внедрения в ФГБОУ ВО Горский ГАУ	178
	Приложение В – Справка НТС Минсельхоза РСО-Алания	179
	Приложение Г – Уведомление о приеме и регистрации заявки	180
	Приложение Д – Пример исходного кода программы на языке C++	181

ВВЕДЕНИЕ

Возделывание сельскохозяйственных культур в условиях горного и предгорного земледелия часто сопровождается повышением затрат ресурсов связанных со снижением эффективности технико-эксплуатационных и агротехнических показателей применяемой техники. Низкая приспособленность почвообрабатывающих машин общего назначения к каменистым почвам горных и предгорных территорий приводит к снижению производительности агрегатов, частым простоям техники в мастерских для устранения возникающих поломок.

Применение почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами, способными качественно измельчить и заделать в почву остатки растений, прорыхлить ее или перемешать с минеральными удобрениями, обеспечив при этом надлежащее качество и надежность в работе, также как и в случае с классическими машинами и орудиями, затруднено по причине повышенной энергоемкости и отсутствия в большинстве конструкций эффективных предохранителей от поломок рабочих органов.

Эксплуатация большинства известных почвообрабатывающих фрез с горизонтальной осью вращения фрезбарабана и общей предохранительной муфтой на приводном валу в процессе обработки каменистых почв сопровождается большим количеством огрехов от взаимодействия ножей с крупными камнями. Кроме того, значительное количество огрехов, снижающих агротехническое качество обработки почвы наблюдается при недостаточной упругости эластичных предохранительных элементов. А индивидуальные предохранители ножей в виде срезных болтов при частом срабатывании требуют потерь времени на их замену и повышенного внимания от оператора.

В связи с вышеизложенным, направление научных исследований посвященных повышению технико-эксплуатационных и агротехнических показателей почвообрабатывающих машин с активными рабочими органами, в частности, почвообрабатывающей фрезы для обработки каменистых почв, является актуальным.

В данной работе предложены перспективные конструктивные схемы предохранительной системы со светозвуковой сигнализацией для фрез, предназначенных для обработки каменистых почв.

Цель научной работы – разработка и обоснование параметров рациональной конструкции предохранительной системы фрезы с целью её надежной работы на засоренных камнями почв горных селекционных питомников

Задачи исследований:

- проанализировать конструкции почвообрабатывающих фрез отечественного и зарубежного производства, а также научно-техническую литературу и работы, посвященные исследованию конструкций почвообрабатывающих фрез;

- разработать рациональную схему предохранительного устройства фрезы, теоретически изучить вопросы взаимодействия барабана фрезы с камнями с целью определения рациональных значений кинематического режима работы, обеспечивающего запас мощности, необходимый для преодоления возникающих сопротивлений,

- провести лабораторные исследования и полевые испытания опытного образца почвообрабатывающей фрезы, а также определить экономическую эффективность предложенных технических решений.

Научная и практическая ценность ожидаемых результатов.

Научную ценность представляют: результаты исследования процесса фрезерной обработки засоренных камнями почв.

Практическую ценность представляет рациональная конструкция предохранительной системы фрезы для обработки засоренных камнями почв горных селекционных питомников.

Внедрение результатов исследования. Результаты НИР внедрены в ОАО «Саниба» Пригородного района РСО-Алания, в Горском ГАУ, одобрены и рекомендованы к внедрению Министерством сельского хозяйства РСО-Алания (приложения А-В).

По материалам НИР опубликована статья в журнале, входящем в библиографическую и реферативную базу данных **Scopus**: Kudzaev A.B., Tsgoev A.E., Korobeynik I.A., Kalagova R.V., Urtaev T.A. *Mathematical model to calculate the critical value of the angle of gradient for a tractor-mounted tillage implement*// E3S Web of Conferences 210, 08004 (2020), ITSE-2020.

Сделан доклад на 9-ой Международной научно-практической конференции: Перспективы развития АПК в современных условиях. Владикавказ, 20-24 апреля 2020г, а также подана заявка на получение патента РФ на изобретение (приложение Г). По материалам НИР готовится к публикации статья в журнале, размещаемом в реферативных базах данных Scopus и Web of Science.

1 Анализ технических решений, посвященных разработке почвообрабатывающих фрез

1.1 Анализ конструкций почвообрабатывающих фрез

Фрезы применяют для интенсивного крошения почвы во время основной и дополнительной обработки, а также при подготовке почвы под посев или посадку культур, уничтожения сорняков, измельчения растительных остатков, перемешивания слоев почвы, заделки удобрений и выравнивания поверхности поля [2, 3]. Для выполнения полевых работ в основном применяют полевые и пропашные фрезы, вращение рабочих органов которых при выполнении технологического процесса может совпадать с направлением движения агрегата или осуществляться в обратном направлении. В отдельных конструкциях почвообрабатывающих фрез, плоскость вращения рабочего органа может быть перпендикулярна направлению движения агрегата, либо осуществляться под некоторым углом к вертикальной плоскости [3].

Рабочий орган фрезы — ротор или барабан, вращающийся от ВОМ трактора вокруг горизонтальной или вертикальной оси. На барабане закреплены Г-образные ножи, а на роторе — прямые ножи с заостренными режущими кромками, расположенными параллельно оси вращения.



Рисунок 1.1 - Фреза ФПУ-2,0

Фреза ФПУ-2.0 предназначена для выполнения следующих технологических операций: разрыхление почвы, уничтожение сорняков, влагосбережение, окучивание и выравнивание микрорельефа [1].

Машина содержит раму, на которой во фронтальной части смонтированы: навесное устройство для соединения с трактором, кронштейны стоек опорно-регулируемых колес, а также приводной редуктор. Для хранения машины в нерабочий период рама машины опирается на монтажные стойки. Вал рабочих органов состоит из двух частей, концы которых опираются на подшипниковые узлы, расположенные по бокам машины, а другими - с фланцами, выходящими из корпуса привода вала, смонтированного в нижней части машины. На валу расположены десять дисков с рабочими органами (Г-образными ножами). Шаг расстановки рыхлящих элементов на каждом диске составляет 90 градусов. Для защиты корпуса вала от обволакивания растительной массой, перед ним в центральной части машины жестко закреплена универсальная стрелчатая лапа. Ширина захвата машины - 2м, заявленная производителем глубина обработки - 0,25...0,3м, масса фрезы - 420кг. Агрегируется машина тракторами тягового класса 14кН.

Почвофреза навесная усиленная ФРН-1,6К от компании "АЗАС" (г. Барнаул, Алтайский край) [6] (рисунок 1.2) предназначена для выполнения сельскохозяйственных работ по обработке почвы, как поверхностной, так и глубокой, на глубину до 28 см.

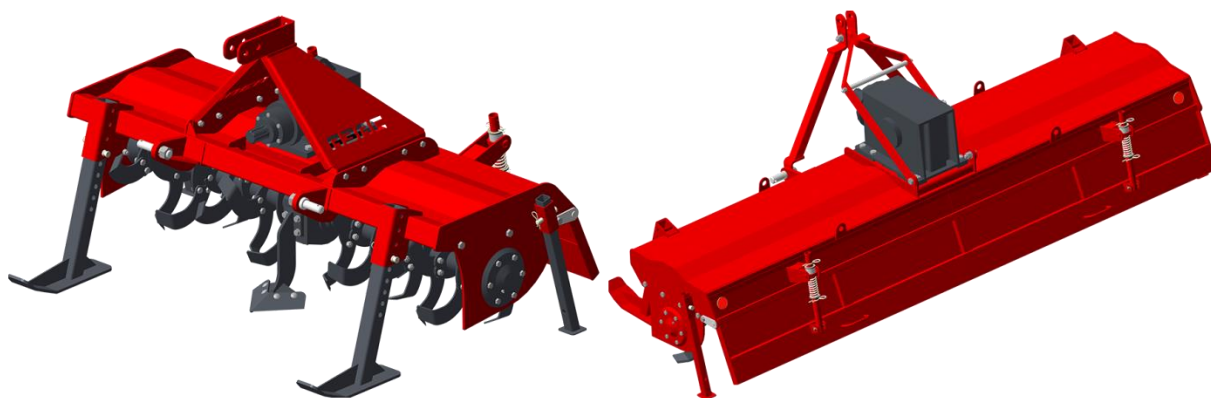


Рисунок 1.2 - Почвофреза навесная усиленная ФРН-1,6К

Также допускается использование почвофрезы для поверхностного уничтожения сорной растительности и заделки удобрений. Отличительной

особенностью машины от предыдущего варианта являются специальные ограничительные лыжи, позволяющие регулировать глубину обработки от 5 до 28 см, а установленная лапа почвоуглубителя способствует устойчивой работе машины без нарушения глубины обработки. Рабочие органы крепятся к валу при помощи двух резных болтов, позволяющих избежать поломок рабочих органов при взаимодействии с крупным твердым включением, например камнем. Производительность машины составляет до 0,75га/ч при рабочей скорости до 5 км/ч.

Рязанским заводом сельскохозяйственных машин осуществляется выпуск универсальной машины для возделывания картофеля УМВК-1,4 /2,8 [4] (рисунок 3), которая представляет собой почвообрабатывающую машину для сплошной обработки с набором дополнительного сменного оборудования (гребнеобразователя, окучника, ботводробителя). Машина выполняет качественную разделку пласта на глубину до 22 см. Фреза состоит из универсального шасси, которое комплектуется ротором с Г-образными ножами и опорным катком. Ротор фрезы представляет собой пустотелый вал, к фланцам которого закреплены ножи из пружинистой износостойкой стали. Глубина обработки почвы регулируется изменением положения катка относительно рамы. Требуемое качество обработки почвы осуществляется подбором оптимального передаточного отношения в цепном редукторе и скорости движения агрегата, не выходящей за установленные производителем, пределы. Высокая металлоемкость машины (763кг) объясняется массой вспомогательного оборудования. К недостаткам машины можно отнести невозможность точной регулировки и поддержания требуемой глубины обработки без использования прикатывающего катка, расположенного за фрезерным барабаном. Стоимость фрезы по данным завода-изготовителя составляет 366 тыс.рублей без комплекта дополнительного оборудования и 630 тыс.рублей - вместе с ним.



Рисунок 1.3 - Универсальная машина УМК-1,4

ООО "НПО "Мелиоратор" [5] осуществляет выпуск модельного ряда почвообрабатывающих фрез ПН01...ПН07 для интенсивного крошения почвы (рисунки 1.4а, 1.4б). Модель ПН01 (рисунок 1.4а) относится к группе фрез с горизонтальным расположением рабочего вала и оснащается фрезерным барабаном, представляющим собой ротор с изогнутыми ножами. Производитель отмечает что: " спиральное расположение ножей на рабочем органе снижает нагрузку на ВОМ трактора, а широкое лезвие ножей позволяет качественно обрабатывать почву и подготавливать семенное ложе" [5]. Для выравнивания почвы на машине имеется подпружиненный задний щиток. Модификации модели ПН01-140, ПН01-160, ПН01-180 и ПН01-200 предназначены для агрегатирования с тракторами от 30 до 74л.с.

Аналогичные по конструкции и принципу действия машины ФПУ-2.0, ФПЛ-1,6У, ФПУ-2,4; ФРН-2К [9] выпускаются ООО ГПТК "Рубарз" (Алтайский край), предназначенные как для малогабаритных тракторов, так и тракторов типа МТЗ-82 и ЮМЗ. Машины выполняют рыхление почвы без оборота пласта по фону зяби или весновспашки, уничтожают сорняки и выравнивают почву.



а)



б)

Рисунок 1.4 - Почвообрабатывающая фреза ПН (ООО "НПО "Мелиоратор")

Отличительной особенностью фрез модели ПН01 является угловой редуктор (рисунок 1.5), рассчитанный на передачу крутящего момента величиной 1610 Н*м. К основному корпусу редуктора прикручен отвод, внутри которого (на роликовых подшипниках) установлен тихоходный вал. Таким образом звездочка бокового привода установлена непосредственно на выходной вал редуктора без дополнительных муфт и соединений [5].



Рисунок 1.5- Угловой редуктор фрезы ПН01

Отличительной особенностью почвообрабатывающая вертикальной фрезы ПН07 (рисунок 1.4б) является установленный на бруске рамы двухскоростной редуктор, передающий вращение вертикальным ножам, позволяю-

щим осуществлять обработку почвы на глубину до 28см без перемешивания горизонтальных слоев почвы. Машину рекомендуется использовать для разделки пласта на переувлажненных почвах. Частота вращения роторов - 308/348 об/мин. Агрегируется тракторами мощностью 85-170л.с.

Компания ООО «Агросфера» [8] предлагает сельхозтоваропроизводителям фрезу навесную повообрабатывающую ФН-2,8 (рисунок 1.6), которая предназначена для предпосевной обработки грунта различного состава, уклоном местности и отдельными микронеровностями не более 15 см, под посадки овощных культур, без оборота пласта по фону зяби или весновспашки. Мощность от ВОМ трактора передается почвенной фрезе через универсальный шарнир и редуктор. Коническая зубчатая шестерня в этом редукторе изменяет плоскость момента, для того чтобы передать мощность на цепную передачу, расположенной в масляной ванне левой и правой части почвенной фрезы. Цепь приводит в действие роторы фрезы, на которых расположены ножи, которые производят обработку почвы, выворачивая и разбивая ее. Задний кожух служит для выравнивания. Для предохранения машины о поломок и защиты элементов трансмиссии трактора, фреза оснащается фрикционной муфтой, регулировка срабатывания которой осуществляется равномерной затяжкой всех гаек 3 (рисунок 1.6) и последующей фиксацией контргайкой 2.



Рисунок 1.6 - Фреза почвообрабатывающая ФН-2,8



Рисунок 1.8 - Фреза Akpil FREZA 160 (Польша)

Машина предназначена для обработки почв, свободных от камней и каменистых включений. Основным отличием данной конструкции от рассмотренных выше является то, что механизм привода смонтирован на стойке квадратного сечения, которая крепится в средней части рамы под навесным устройством машины. Крутящий момент от ВОМ трактора направляется через карданную передачу к центральному коническому редуктору и приводному валу с установленными секциями ножей. В задней части редуктора установлена стабилизирующая культиваторная лапа, а глубина обработки регулируется положением штока гидроцилиндра навески трактора. Для защиты рабочих органов от перегрузок, карданный вал привода машины оснащен предохранительными элементами фрикционного типа. Для уменьшения риска поломки фрезы при эксплуатации на участках с камнями, производитель рекомендует демонтировать с каждого ротора по два рабочих органа и оставить по 4 ножа с шагом расстановки по окружности 90 градусов.

Навесная почвофреза Vomet U540 (Польша) предназначен исключительно для выполнения сельскохозяйственных работ: разрыхления и культивирования почвы, для разбивания комков, для подреза стелящихся сорняков, для быстрой подготовки почвы полей после многолетних растений, после распахивания лугов и пастбищ [20].

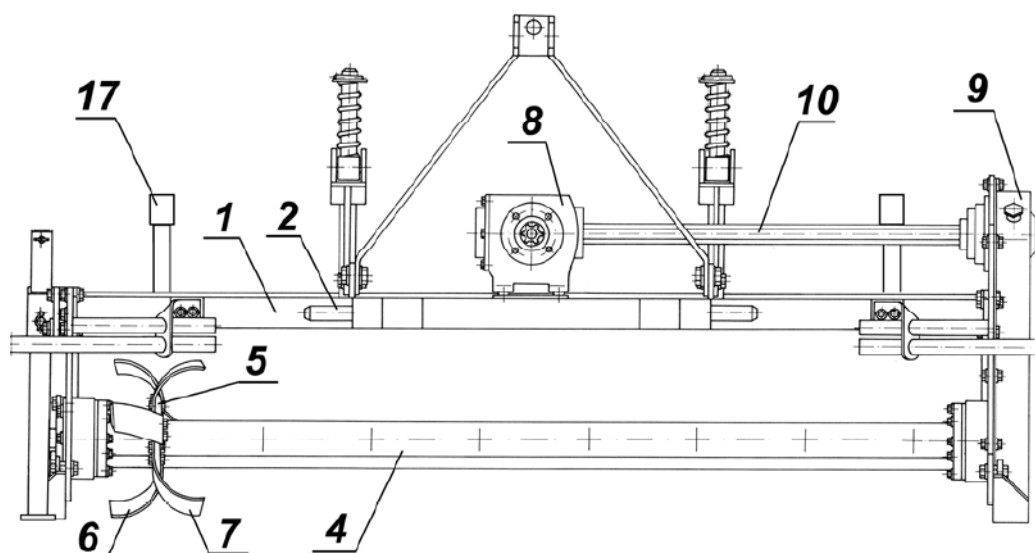


Рисунок 1.9 - Почвофреза Vomet U540 : 1 - рама, 2 – нижняя ось крепления, 3 – верхняя точка крепления, 4 – рабочий вал, 5 – ножевой диск, 6 – нож правый, 7 – нож левый, 8 – коническая передача, 9 – цепная передача

Рама **1** почвофрезы (рисунок 1.9) является сварной. В боковых плитах рамы в подшипниках установлен рабочий вал **4** с ножевыми дисками **5**, к которым крепятся дуговые ножи правые **6** и левые **7**. В зависимости от рабочей ширины барабан оснащается различным количеством дисков: от 6 дисков при ширине 1,4 м до 9 дисков при ширине 2,0 м. Рабочий вал приводится в движение сбоку. Движение передается от трактора через шарнирно-телескопический вал на коническую передачу **8**, далее через внутренний вал трансмиссии **10** на цепную передачу **9**. Здесь приводной механизм состоит из пары конических зубчатых колес и пары звездочек, расположенных в отдельных блоках в задней части почвофрезы. В тыльной части оборудования находится регулируемая пластина, которая позволяет регулировать степень разбивания почвы. Почвофреза должна работать через вал WP-T с предохранительной муфтой, а скорость движения - не превышать 5 км/ч. Максимальная рабочая глубина хода ножей, указанная в инструкции по эксплуатации - 12 см.

Фирмой Maschio Gaspardo SpA (Италия) осуществляет выпуск модельного ряда почвообрабатывающий фрез, охватывающий весь диапазон тяго-

вых классов тракторов, так для малогабаритных энергосредств предлагаются машины с шириной захвата 0,85-1,25м (глубина обработки – 16см), для тракторов тягового класса 1,4 – от 1,25 до 1,85м (а= 20см) и для энергонасыщенных тракторов мощностью до 280кВт – машины с шириной захвата до 6,3м и глубиной хода рабочих органов до 29см.

1.2 Анализ научных работ, посвященных фрезерной обработке почв

Исследованию конструкций почвообрабатывающих фрез посвящено значительное число научных работ, в которых изучены и обоснованы основные параметры ротационных почвообрабатывающих машин. К наиболее ранним работам следует отнести исследования Панова П.М., Синеокова Г.Н., Кузнецова Ю.И., Канаева Н.Ф., Полтавцева И.С., В.Н. Ghosh и др. [11, 28, 31-34], которые были направлены на обоснование количества ножей на диске барабана применительно к фрезам для полевых работ, болотных фрез и ротационных плугов. Число ножей, которое рекомендуется исследователями для установки на один диск варьировало от 2 до 8. Кузнецов Ю.И. [33] рекомендует использовать на почвообрабатывающих машин фрезерного типа рабочие органы с тремя или 4-мя ножами.

Полтавцев И.С. [35] рекомендует принимать число ножей в зависимости от принятой величины подачи и размера требуемых почвенных агрегатов.

В своей работе Эркенов А.Н. отмечает что: "У ротационных машин для поверхностной обработки почвы величину диаметра барабана следует выбирать с таким расчетом, чтобы при максимальной глубине обработки обеспечивалось достаточное расстояние от поверхности до вала вращения. В противном случае будет происходить наматывание сорняков на вал барабана. При малом диаметре для обеспечения требуемой окружной скорости режущего ножа необходимо большее число оборотов, что сопровождается повышенным износом рабочих органов, вала, подшипников и чрезмерным распыливанием почвы" [11].

Крепление ножей фрез на барабане или роторе может быть жесткое, шарнирное (позволяющее отклоняться рабочему органу назад) или упругое (имеющее несколько степеней свободы). Рабочие органы фрез в виде прямых или изогнутых ножей, пружинных крючков и рыхлящих долот могут крепиться к дискам фрезерного барабана жестко, шарнирно или упруго. Упругое крепление наиболее эффективно при обработке почв, засоренных мелкими камнями.

Исследованиями Демко А.Н., направленными на изучение рабочих органов ротационного типа [14] было установлено что, затраты энергии на привод фрезы могут быть снижены в три раза при условии предварительной и предшествующей фрезерованию, обработке, по сравнению с фрезой, работающей со слежавшейся почвой. Автор отмечает, что фреза более эффективна по сравнению с отдельной двухпоточной почвообработкой и предлагает экспериментальный образец модернизированного роторного плуга, изображенный на рисунке 10, с активными и пассивными рабочими органами. Модернизированный роторный плуг состоит из рамы 1, на которой монтируются: батарея с активными сферическими дисками 6, цилиндрический редуктор 4, опора промежуточная 8 с карданными передачами 2 и 3 закрытых кожухом 5, колесо опорное 9, почвоуглубители 7. Крутящий момент от ВОМ трактора на цилиндрический редуктор 4 передается через опору промежуточную 8 карданными передачами 2 и 3.

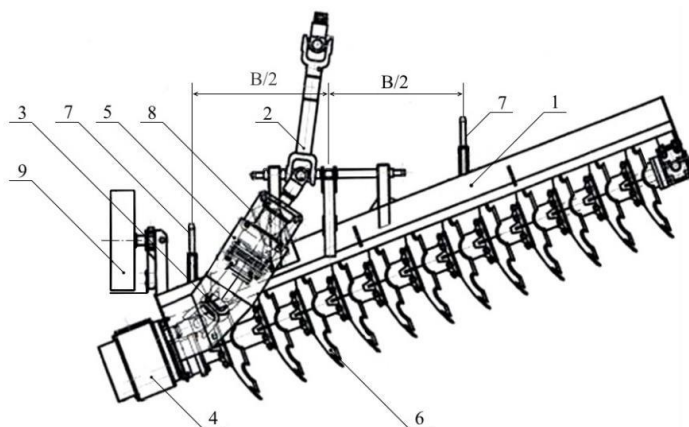


Рисунок 1.10 - Общий вид модернизированного роторного плуга

Установлено, что качественное выполнение технологической операции обеспечивается при следующих параметрах: глубине обработке почвы ротором – 0,15м; установке почвоуглубителей на 0,25м; при диапазоне оборотов ротора от 347 до 478 об/мин и передаточного отношения 1,4 от ВОМ трактора к валу привода батареи дисков.

Гаджиевым П.И. [16] совместно с группой исследователей изучалось влияние параметров Г-образного ножа фрезы с зубчатым криволинейным лезвием на качество работы почвообрабатывающей фрезы. Было установлено, что использование ножей с зубчатым лезвием на скоростях движения до 3,2м/с обеспечивают прирост тягового сопротивления до 2,5%, а в диапазоне 3,2-4,3м/с – на 3%. Увеличение глубины обработки от 10 до 15см также способствовало повышению тягового сопротивления на 2,5%. Целесообразность применения, предлагаемого рабочего органа объясняется исследователями повышением урожайности картофеля на 20% по сравнению с обработкой серийной машиной ФН-1,2. В работе [16] под руководством проф. Гаджиева П.И. отмечается что: "... количество ножей в одной секции и ширина захвата ножа не влияют на величину оптимального шага зубьев; <...> увеличением рабочей скорости фрезы уменьшаются удельные затраты энергии на обработку пласта, а эффективность обработки почвы улучшается".

Исследователями Гуреевым И.И. и Климовым Н.С. [18] изучалась фреза (рисунок 1.11), на барабане которой устанавливались ножи Г-образного профиля имеющих различную длину и крылья, попеременно отогнутые относительно диска в разные стороны.

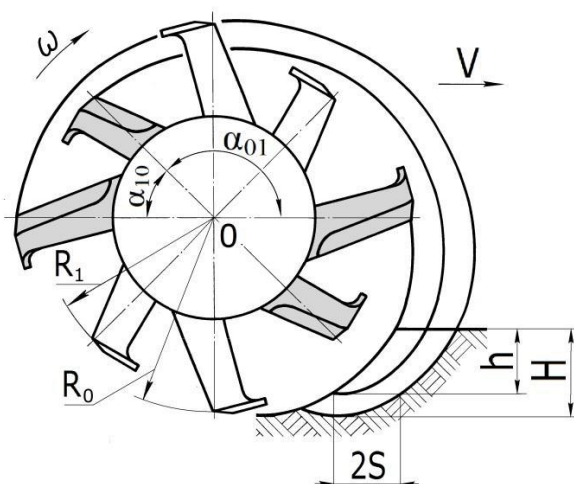


Рисунок 1.11 - Измельчение почвы фрезой с разновеликими ножами

Установлено, что снижение энергоёмкости обработки почвы возможно за счёт снижения нагрузки на ножи P и уменьшения длины пути их режущих кромок l при отрезании стружек. Уменьшить длину пути резания позволяет конструкция фрезы с ротором, оснащённым разновеликими Г-образными ножами радиусами R_0 и R_1 ($R_0 > R_1$) (рисунок 11). Испытаниями на дерново-подзолистой почве предлагаемой конструкции фрезы отмечено снижение энергоёмкости на 13...17% по сравнению с машинами, имеющими ножи одинаковой длины.

В работе Рамазановой Г.Г. [15] изучалось влияние формы поверхности ножей фрезы на качественные и энергетические показатели процесса рыхления почвы, подготавливаемой под посадку картофеля. Ножи различного типа устанавливались на серийно выпускаемую машину ФН-1,2 и анализировалось качество выполнения технологического процесса, а также энергозатраты. Наиболее эффективными в плане энергосбережения оказались ножи с волнообразным профилем (рисунок 12), которые обеспечивали снижение затрат энергии на 9% по сравнению с ножами, имеющими изогнутый и прямолинейный профиль. Оптимальный радиус по концам режущих кромок ножей находится в пределах 165...195мм и способствует снижению затрат энергии на 0,4 кДж/м². Автор отмечает, что увеличение количества ножей на одном

диске барабана фрезы способствует незначительному улучшению крошению почвы (до 2%).

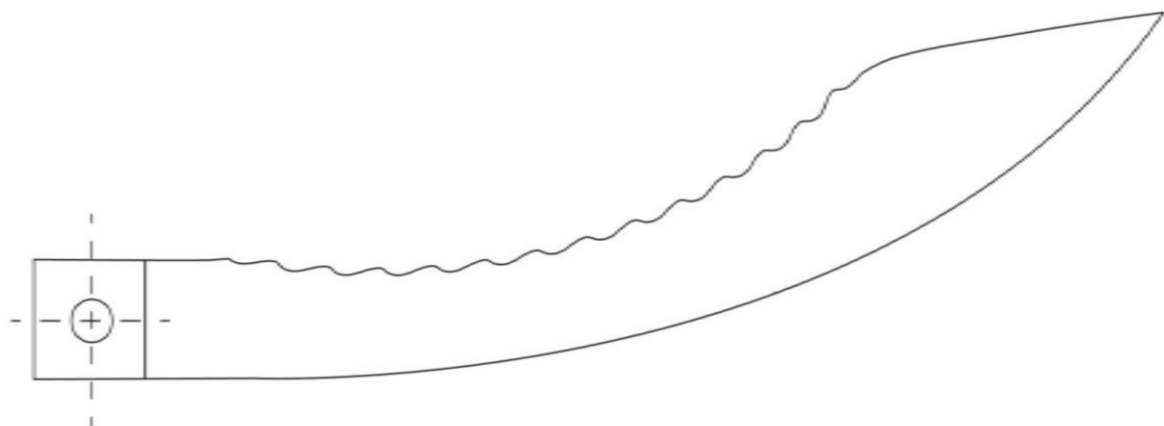


Рисунок 1.12 - Общий вид волнообразного рабочего органа фрезы

В своей работе Наумкин Н.И. [21] отмечает что, изменение угла резания способствует дополнительному росту сопротивления рабочего органа фрезы и с целью снижения энергоемкости почвообработки ротационными машинами предлагает секцию фрезы с постоянным углом резания (рисунок 1.13), которая также уменьшает степень дробления почвы задней частью лезвия. На диске 3 секции фрезы шарнирно установлены стойки 5 с рабочими органами 6. Стойка 5 выполнена в виде коромысла на свободном конце которой установлен конический ролик 7.

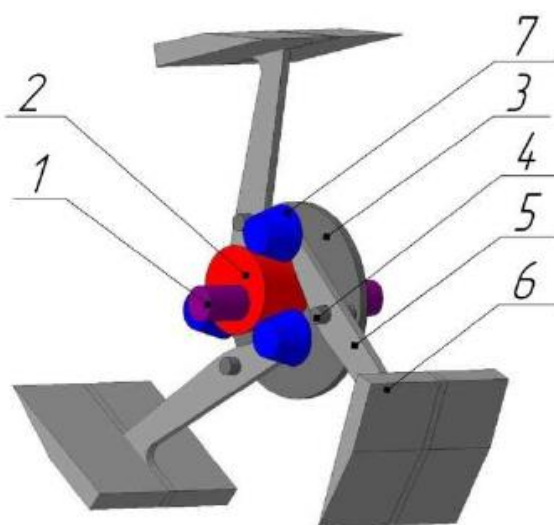


Рисунок 1.13 - Секция фрезы с эксцентриковым элементом вала

На приводном валу 1 установлен конический эксцентрик 2, поверхность которого соприкасается с роликами 7 стойки 5. При переходе с одного режима работы на другой и изменении частоты вращения барабана, конический эксцентрик 2 перемещается вдоль вала 1 и изменяется диаметр эксцентрика, обеспечивая требуемый угол резания.

Raparelli, T., G. Eula [24] был произведен кинематический анализ движения зубьев ротационной бороны с вертикальной осью вращения (рисунок 1.14) в зависимости от скорости движения трактора и угловой скорости ВОМ для наилучшего размещения роторов.

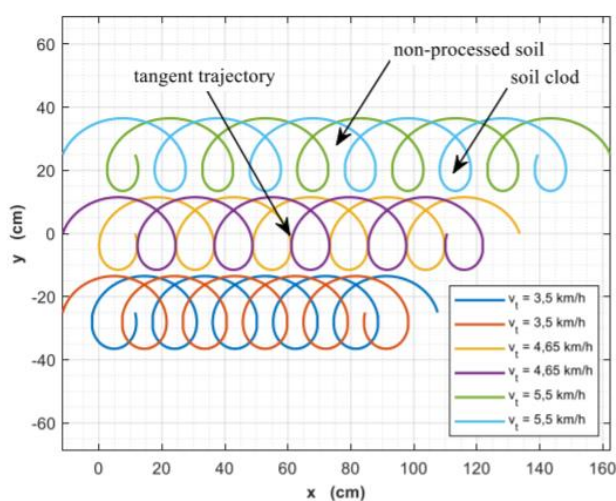


Figure 3. Rotor trajectories with two opposing tines $r = 0.120$ m and $\omega = 304$ rpm: effect of the change of the tractor speed v_t

Рисунок 1.14 - Фрагмент опытов Raparelli, T., G. Eula по изучению траектории движения вертикально установленных ножей

В работе отмечается, что скорость трактора оказывает влияние на траекторию хода ножей и качество обработки почвы, а размер почвенных комков не всегда уменьшается при снижении скорости движения машины. Поэтому скорость трактора должна быть подобрана исходя из угловой скорости роторов ножей фрезы и желаемого размера почвенных комьев.

Исследованиями D. Guglev (Болгария) [25] было установлено, что 85% фракций почвы размером до 50мм могут быть достигнуты вертикальной фрезой: при глубине обработки 6см и скорости движения не более 2,3м/с, а также при рабочей глубине 9см и максимальной скорости движения 1,8м/с.

N. R. Makange, V.K. Tiwari [26] исследовали качество обработки почвы и затраты энергии для фрез с горизонтальной и вертикальной осями вращения. Было установлено, что качество обработки почвы вертикально-установленными рабочими органами было выше, чем у горизонтального фрезерного рабочего органа. С точки зрения ресурсосбережения горизонтальная обработка почвы менее энергозатратна 13,2 л/га (816,5 МДж/га) по сравнению с вертикальной обработкой – 15,6 л/га (958,23МДж/га).

Tolvaly-Roşca F. и Pásztor J [27] путем твердотельного моделирования вывели положения, которые должны учитываться при проектировании почвофрез: увеличение скорости подачи приводит к увеличению удельной поверхности резания; удельная площадь среза почвенной стружки у горизонтально установленного барабана выше, чем у машин с вертикальной осью вращения, что объясняет более высокое энергопотребление почвообработки.

Более ранними исследованиями B.N. Ghosh (1967) [28] было установлено, что при работе на разной глубине при различных почвенных условиях и влажности, величина необходимого крутящего момента для привода вала ротора прямо пропорционально глубине обработки и скорости поступательного движения и обратно пропорционально скорости вращения, и что соотношения между крутящим моментом и всеми тремя факторами - линейные.

Научными изысканиями Mandal S. [29] при помощи средств моделирования Specific Work Method (SWM), была разработана конструкция роторного культиватора с L-образными ножами и установлено, что удовлетворительное качество обработки почвы будет обеспечено при следующих параметрах машины: рабочая ширина – 1,2м, число фланцев на валу ротора -6, число ножей на фланце – 6; рабочая передача трактора – первая пониженная (1,6км/ч).

Индийскими исследователями [30] для малогабаритной почвофрезы шириной захвата 70 см рекомендуется использовать на приводном роторе три фланца с четырьмя ножами на каждом фланце при частоте вращения барабана – 69 об/мин.

Выводы

1. Анализом конструкций почвофрез установлено что, для поверхностной обработки почвы используют преимущественно фрезы с горизонтальной осью вращения ротора, перпендикулярной направлению поступательного перемещения, которые не подходят для эксплуатации на каменистых почвах.

2. Анализом научных работ, выявлено что для обеспечения требуемого качества обработки почвы с минимальными энергозатратами почвообрабатывающими фрезами можно достичь путем выбора профиля и способа размещения рабочих органов (ножей) на валу машины и установлением диапазона регулировок кинематических и динамических параметров.

2 Выбор рациональной схемы предохранительной системы

Как видно из главы 1 для почвообрабатывающих фрез разработано большое количество предохранительных систем, однако конструкции их имеют еще ряд существенных недостатков.

Так конструкции, имеющие предохранительные муфты, преимущественно фрикционного типа, наиболее популярны ввиду своей простоты. Наибольшее распространение получили конструкции с верхним расположением предохранительной муфты на входном валу редуктора. При срабатывании муфты, последняя обеспечивает отключение всего привода. Недостатком этой схемы являются большие огрехи, так как отключается весь фрезерный барабан. Таким образом, очевидно, что подобная предохранительная система не обеспечивает защиту каждого ножа по отдельности или секции в целом в достаточной степени.

Более рациональной выглядит схема, у которой вращение от ВОМ трактора поступает на центральный конический редуктор, имеющий выходы к двум редукторам, расположенным по бокам машины. На каждом выходе редуктора установлена предохранительная муфта, а сам вал фрезерного барабана состоит из двух частей, каждая из которых имеет одну общую опору в виде подшипникового узла по центру машины. Ввиду этого, при взаимодействии с камнем отключается только одна половина барабана, что сокращает площадь огрехов и повышает надежность машины.

Значительно меньшие огрехи допускают фрезы, у которых ножи закреплены на дисках, закрепленных, в свою очередь, на фрикционных муфтах. В этом случае, при взаимодействии с камнем срабатывает только одна муфта, то есть одна секция, что сокращает в итоге необрабатываемую площадь.

Несмотря на простоту устройства, ввиду проблем с долговечностью конструкции из-за взаимодействия с почвой фрикционные муфты на секциях фрезы широкого распространения не получили.

Отметим, что применение ряда устройств, которые бы срабатывали по достижении заданной нагрузки на нож фрезерного барабана не целесообразно, так как после срабатывания при возвращении диска с ножами в исходное положение возможно появление больших нагрузок. Сказанное проиллюстрируем примером. На рисунке 2.1 изображено предохранительное устройство фиксаторного типа.

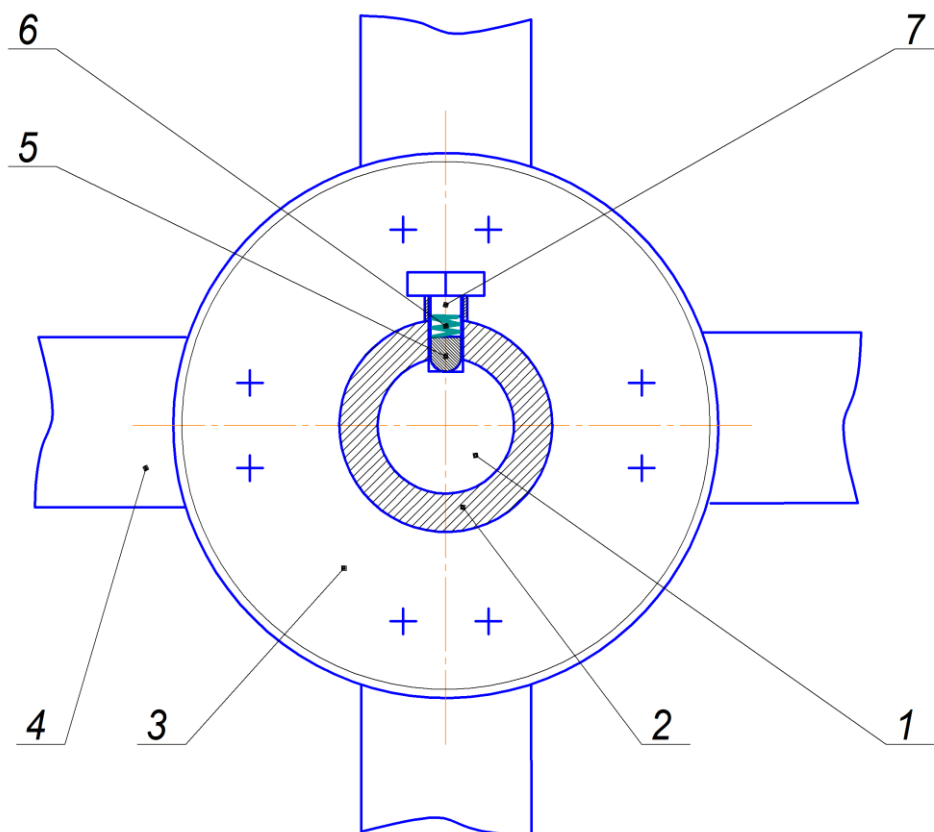


Рисунок 2.1 - Пример предохранительного механизма фиксаторного типа для одной дисковой секции фрезы.

На вал фрезы 1 одета втулка 2 жестко связанная с диском 3. На диске 3 закреплены ножи 4. На валу 1 имеется паз, в который входит фиксатор 5, вставленный во втулку 2. Сверху фиксатора 5 установлена пружина 6, постоянно прижимающая фиксатор к валу 1. Пружина 6 сжата при помощи болта 7, одновременно предохраняющего пространство над фиксатором от попадания почвы.

Работает устройство следующим образом. При взаимодействии ножа секции с камнем диск 3 с втулкой 2 стремится остановиться и при определенном значении, нагрузки на нож фиксатор 5 сжимая пружину 6 выходит из паза вала 1, приподнимаясь вверх. В результате диск 3 прекращает совместное вращение с валом 1. Как только вал 1 повернется на 360° фиксатор 5 вновь будет стремиться зайти в паз. Однако, если в момент опускания фиксатора нагрузка на нож будет еще действовать, то фиксатор 5 получит удар о грань паза и вал повернется еще на один оборот. Этот процесс будет продолжаться пока тормозящий вращение нож не выйдет из зацепления с препятствием.

Как видно из вышеизложенного, долговечность фиксаторов в данной конструкции сомнительна.

В связи с этим, нами была предложена конструкция предохранительного устройства изображенного на рисунке 2.2.

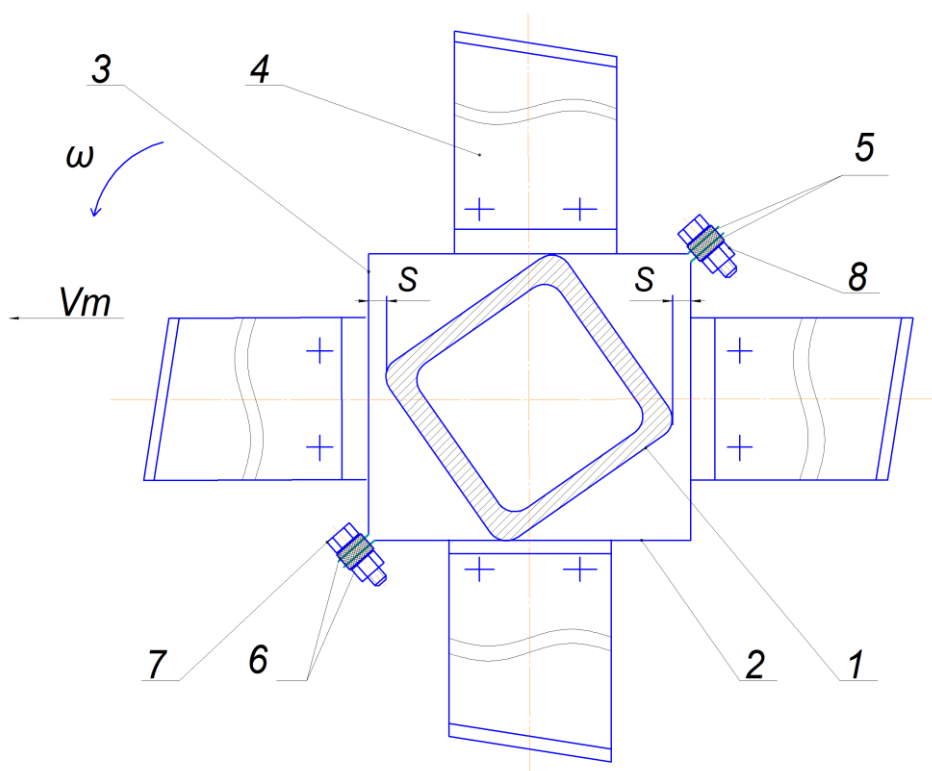


Рисунок 2.2 - Конструкция № 2 предохранительного устройства для секции почвообрабатывающей фрезы

На вал фрезы 1, который в поперечном сечении имеет форму квадрата, одевается корпус секции который, состоит из двух симметричных половин 2 и 3 к каждой из которых болтами прикреплены левые и правые ножи 4. Сверху каждой пластины и между пластинами установлены резиновые прокладки 5. Средняя прокладка изготавливается из мягкой резины и служит для герметизации зазора между половинками корпуса 2 и 3. Наружные прокладки изготавливаются из твердой резины и выполняют роль упругих элементов. Сверху каждой наружной прокладки устанавливаются металлические пластины 6. Скрепляются половинки 2 и 3 болтами 7 с гайками 8. Половинки выполнены таким образом, что одна из их граней немного длиннее другой, что обеспечивает наличие зазора S между гранями вала 1 и внутренней поверхностью половинок 2 и 3.

Работает устройство следующим образом. При вращении вала барабана 1, последний упирается во внутренние поверхности половинок 2 и 3, в результате чего они вращаются как одно целое. Как только какой-либо нож упирается в трудно преодолимое препятствие, вал 1 раздвигает половинки 2 и 3, сжимая внешние прокладки 5 и проворачивается на 180° . Если за время проворачивания нож не миновал препятствие, то вал вновь раздвигает половинки и проворачивается. Этот процесс продолжается до тех пор, пока нож не выйдет из зацепления о препятствие.

Таким образом, данная конструкция позволяет проходить препятствие каждой секцией фрезы независимо друг от друга.

Впоследствии, данная конструкция испытывалась в лабораторных условиях, в ходе которых себя хорошо зарекомендовала при прикладывании критической нагрузки, о чем будет изложено в главе 4. Однако, оперативно не удалось решить вопрос о надежной герметизации пространства внутри секции между валом и корпусом.

В связи с этим, была разработана конструкция № 3 которая также исследовалась в лабораторных и полевых условиях.

Схема предохранительного устройства №3 приведена на рисунке 2.3.

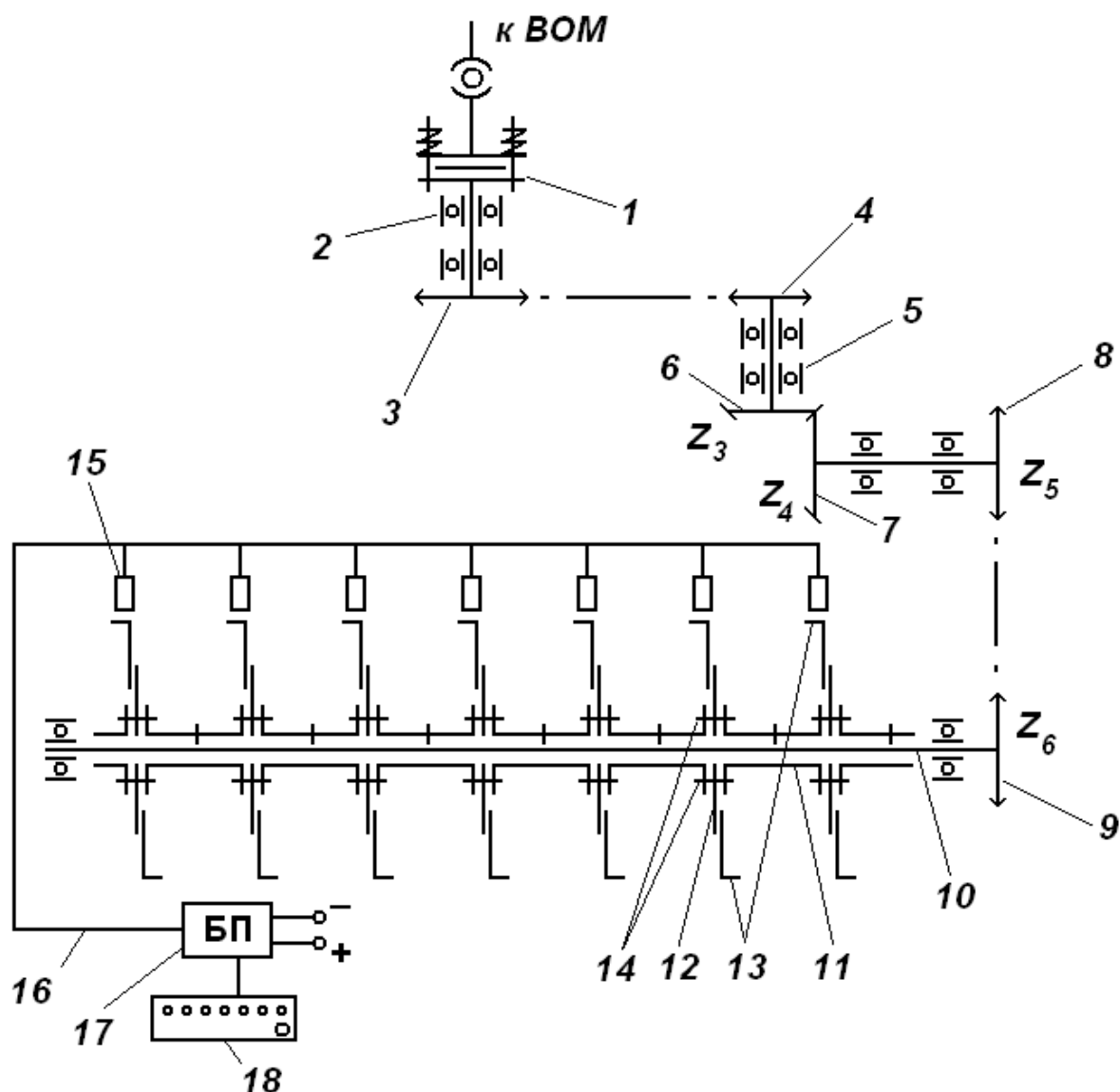


Рисунок 2.3 - Кинематическая схема опытного образца почвофрезы с предложенной предохранительной системой (конструкция № 3)

Почвенная фреза получает вращение от ВОМ трактора через карданную передачу, соединяющую ВОМ и фрикционную муфту 1, расположенную на валу подшипникового узла 2. На другом конце вала подшипникового узла 2 закреплена звездочка 3 равно z_1 . Вращение от звездочки 3 посредством втулочно-роликовой цепи передается на звездочку 4 конического редуктора 5 с шестернями 6 и 7, соответственно с числом зубьев z_3 и z_4 . На выходном валу редуктора 5 закреплена звездочка 8 с числом зубьев равным z_5 . Посредством втулочно-роликовой цепи вращение от звездочки 8 передается звез-

дочки 9 с числом зубьев равным z_6 , жестко закрепленной на валу 10 барабана фрезы. На вал 10 одеты распорные втулки 11 между которыми расположены диски 12 с закрепленными на них ножами 13. На участке между подшипниковыми опорами вал 10 выполнен с квадратным сечением. Такое же внутреннее сечение имеют и втулки 11, что обеспечивает их совместное вращение с валом 10. Для предотвращения возможности перемещения втулок 11 во время работы вдоль вала 10 они фиксируются стопорными болтами.

Ближайшие втулки 11 и расположенные между ними диски 12 стягиваются между собой срезными болтами 14 (на каждый диск по 2 болта).

Для контроля частоты вращения каждого диска над ними устанавливаются бесконтактные датчики Холла 15, связанные с шиной 16, с блоком программирования 17. Блок программирования 17 предназначен для анализа сигналов поступающих с датчиков Холла 15 и при необходимости выдает сигнал на пульт управления 18. Запитывается блок программирования 17 через систему электропитания, которая, в свою очередь, запитывается от электросети трактора.

Работает система следующим образом. Вращение от ВОМ трактора передается через предохранительную муфту 1, подшипниковый узел 2 и конический редуктор 5 к валу фрезы 10 который вращается вместе с втулками 11 и дисками 12 с ножами 13. В результате происходит обработка почвы.

При этом, сигналы с датчиков Холла 15 поступают в блок программирования 17 который анализирует их по загруженной в него программе.

При обработке залежи предохранительная муфта 1 затягивается, что повышает порог ее срабатывания. При ударе ножей 13 какой-либо секции о камень муфта 1 может не обеспечить отключение привода поэтому, ввиду большой нагрузки, происходит срезание болтов 14 и прекращение частоты вращения диска 12 с ножами 13. Соответственно, блок программирования 17 анализируя сигналы с датчиков Холла 15, передает сигнал на пульт управления 18, расположенный в кабине трактора. На пульте управления 18 загора-

ется соответствующий светодиод с номером сработавшей секции и раздается звуковой сигнал.

После установки срезных болтов рабочий процесс возобновляется.

Выводы

1. Разработаны рациональные конструктивно-технологические схемы модернизации фрезы, предназначенной для обработки засоренными камнями почв.

2. Для предохранения рабочих органов фрезы от поломок целесообразно каждый диск секции оснащать срезными болтами, а для оперативного контроля за возникновением аварийной нагрузки и отключения какой-либо секции фрезы, целесообразна установка система сигнализации.

промежуток времени Δt с момента начала движения горизонтальное положение занимает второй нож, начало которого находится в точке O_2 а окончание - в точке K_2 . При дальнейшем движении вниз точки K_2 при повороте лезвия ножа на угол φ_2 , точка K_2 совпадает с точкой M , т.е. траектории ножей OK_1 и O_2K_2 пересекаются. Как видно из рисунка, высота необработанного гребня равна $h_2 = |NM|$. Эта высота задается агротехническими требованиями и не должна превышать ± 2 см. Из рисунка 3.1 видно, что чем чаще будут расставлены ножи фрезы и чем выше будет значение частоты вращения, тем чаще циклоиды будут располагаться по отношению друг к другу, и тем меньше будет высота гребня. При снижении частоты вращения барабана происходит обратный процесс – циклоиды располагаются реже, высота гребня растёт, а при дальнейшем снижении частоты вращения значение высоты гребёнки может достигнуть значения глубины обработки a , т.е. $h_2 = a$.

Таким образом, попробуем исследовать зависимость высоты гребёнки от частоты вращения и количества ножей.

Пусть x_1, y_1 это координаты точки K_1 (окончания первого ножа), а t_1 - текущее значение времени поворота первого ножа.

Тогда текущие значения координат x_1 и y_1 можно определить по формуле

$$\begin{cases} x_1 = v_m t_1 + R \cos \omega t_1 & (3.1) \\ y_1 = -R \sin \omega t_1 & (3.2) \end{cases}$$

Обозначив текущее значение координат точки K_2 через x_2 и y_2 можем записать уравнение для их определения

$$\begin{cases} x_2 = v_m (\Delta t + t_2) + R \cos \omega t_2 & (3.3) \\ y_2 = -R \sin \omega t_2 & (3.4) \end{cases}$$

Так как точка M является общей для обеих циклоид, то решения уравнений (3.1) и (3.2) должны удовлетворять уравнениям (3.3) и (3.4). На этом основании приравняем правые части уравнений (3.1) и (3.3):

$$v_m t_1 + R \cos \omega t_1 = v_m (\Delta t + t_2) + R \cos \omega t_2$$

или

$$\frac{v_m}{R} \cdot (t_1 - t_2 - \Delta t) = \cos \omega t_2 - \cos \omega t_1 \quad (3.5)$$

Приравняем правые части уравнений (3.1) и (3.3):

$$-R \sin \omega t_1 = -R \sin \omega t_2.$$

Сократив последнее выражение на R и разделив его на (-1) получим:

$$\sin \omega t_1 = \sin \omega t_2. \quad (3.6)$$

Из рисунка 3.1 видно, что $\varphi_2 > \frac{\pi}{2}$, а $\varphi_1 < \frac{\pi}{2}$. Лезвия ножа образуют с вертикалью угол ξ , выражение для расчёта которого относительно первого ножа будет:

$$\xi = \frac{\pi}{2} - \omega t_1 \quad (3.7)$$

а относительно второго ножа

$$\xi = \omega t_2 - \frac{\pi}{2} \quad (3.8)$$

Приравняем правые части выражений (3.7) и (3.8):

$$\frac{\pi}{2} - \omega t_1 = \omega t_2 - \frac{\pi}{2},$$

откуда

$$\omega t_2 = \pi - \omega t_1 \quad (3.9)$$

Подставим выражение (3.9) в (3.5). Тогда будем иметь выражение:

$$\frac{v_m}{R} \cdot \left(t_1 - \frac{\pi}{\omega} + t_1 - \Delta t \right) = \cos(\pi - \omega t_1) - \cos \omega t_1 \quad (3.10)$$

По правилам тригонометрии

$$\cos(\pi - \omega t_1) = -\cos \omega t_1$$

тогда из выражения (3.10) получим выражение

$$\cos \omega t_1 + \frac{v_m}{R} \cdot t_1 = \frac{v_m}{2R} \cdot \left(\frac{\pi}{\omega} + \Delta t \right) \quad (3.11)$$

Значение Δt определится из выражения:

$$\Delta t = \frac{2\pi}{\omega z_n} \quad (3.12)$$

где Z_m – число ножей на одной секции.

Подставив (3.12) в (3.11) получим нелинейное уравнение:

Подставив (3.12) в (3.11) получим нелинейное уравнение:

$$\cos \omega t_1 + \frac{v_m}{R} \cdot t_1 - \frac{v_m}{2R} \cdot \left(\frac{\pi}{\omega} + \Delta t \right) = 0 \quad (3.13)$$

Найдя из (3.13) значение t_1 легко уже определить значения высоты гребня по выражению:

$$h_{zp} = R - R \cdot \sin \omega t_1 \quad (3.14)$$

Выражение (3.13) легко можно преобразовать в вид

$$\cos \omega t_1 + \frac{v_m}{R} \cdot t_1 - \frac{v_m \cdot \pi}{2\omega R} \cdot \left(\frac{z_n + 2}{z_n} \right) = 0 \quad (3.15)$$

Решение нелинейного уравнения (3.15) производим методом дихотомии. Результаты решения предоставлены в таблице 3.1.

Как видно из таблицы, всего в одном случае при скорости движения машин 1,183 м/с (4,26 км/ч) и частоте вращения $\omega = 31,459 \text{ с}^{-1}$ (300 об/мин) имеет место случай превышения значения высоты гребня агротехнических требований. Однако, при установке 3-х ножей на секции значение высоты гребня не превышает 3,5мм.

В связи с этим, определенный интерес представляет собой расчёт минимально допустимого значения частоты вращения барабана, при котором высота гребней не должна превышать допустимого агротребованиями значения.

Таблица 3.1 - Результаты расчета высоты гребня $h_{гр}$ от числа ножей z_n секции барабана, числа оборотов барабана n (об/мин) и поступательной скорости машины v_m

№ п/п	Число ножей Z_n	Скорость движения v_m , м/с	Частота вращения ω , рад/с	Коэффициенты уравнения		Корень уравн-я	Высота гребня h м
				a	b		
1	2	0,525	31,459	2,1	0,209712	0,047	0,001062
2	2	0,6944	31,459	2,7776	0,277379	0,046	0,00191
3	2	0,8944	31,459	3,5776	0,35727	0,043	0,00592
4	2	1,183	31,459	4,732	0,472552	0,029	0,05227
5	2	0,525	36,652	2,1	0,179999	0,041	0,000579
6	2	0,6944	36,652	2,7776	0,238079	0,039	0,002494
7	2	0,8944	36,652	3,5776	0,30665	0,038	0,003951
8	2	1,183	36,652	4,732	0,405599	0,037	0,005738

Продолжение таблицы 3.1

9	2	0,525	41,888	2,1	0,157499	0,036	0,000493
10	2	0,6944	41,888	2,7776	0,208319	0,034	0,002682
11	2	0,8944	41,888	3,5776	0,268319	0,034	0,002682
12	2	1,183	41,888	4,732	0,354899	0,033	0,004428
13	2	0,525	47,124	2,1	0,14	0,032	0,000493
14	2	0,6944	47,124	2,7776	0,185173	0,031	0,00151
15	2	0,8944	47,124	3,5776	0,238506	0,0307	0,001922
16	2	1,183	47,124	4,732	0,315466	0,029	0,005194
17	3	0,525	31,459	2,1	0,17476	0,048	0,000461
18	3	0,6944	31,459	2,7776	0,23115	0,0467	0,001291
19	3	0,8944	31,459	3,5776	0,297725	0,0464	0,001541
20	3	1,183	31,459	4,732	0,393793	0,0446	0,003508
21	3	0,525	36,652	2,1	0,15	0,041	0,000579
22	3	0,6944	36,652	2,7776	0,198399	0,0411	0,000518
23	3	0,8944	36,652	3,5776	0,255542	0,0393	0,002122
24	3	1,183	36,652	4,732	0,337999	0,039	0,002494
25	3	0,525	41,888	2,1	0,13125	0,036	0,000493
26	3	0,6944	41,888	2,7776	0,173599	0,0359	0,000561
27	3	0,8944	41,888	3,5776	0,223599	0,0358	0,000634
28	3	1,183	41,888	4,732	0,295749	0,0341	0,002531
29	3	0,525	47,124	2,1	0,116666	0,0325	0,000193
30	3	0,6944	47,124	2,7776	0,154311	0,0324	0,000242
31	3	0,8944	47,124	3,5776	0,198755	0,031	0,00151
32	3	1,183	47,124	4,732	0,262888	0,0306	0,002071

Обозначим через $[h]_g$ допускаемое агротребованиями значение высоты гребня. Тогда должно соблюдаться условие:

$$h = R - R \cdot \sin \omega t_1 \leq [h]_g \quad (3.16)$$

На основании этого выражения можем записать:

$$\sin \omega t_1 \geq \frac{R - [h]_g}{R} \quad (3.17)$$

Соответственно для расчета значения времени t_1 выражение будет следующим

$$t_1 \geq \frac{1}{\omega} \cdot \arcsin \frac{R - [h]_g}{R} \quad (3.18)$$

Используя формулу (3.17), выражение для расчета значения косинуса угла поворота, примет вид:

$$\cos \omega t_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{R - [h]_g}{R} \right)^2} \quad (3.19)$$

а значение угла поворота φ_1 будет равным

$$\varphi_1 = \arcsin\left[\frac{R - [h]_b}{R}\right] \quad (3.20)$$

Поставим выражения для t_1 (3.18) и $\cos\omega t_1$ (3.19) в уравнение (3.13). Тогда

$$\sqrt{1 - \left(\frac{R - [h]_b}{R}\right)^2} + \frac{v_m}{R} \cdot \frac{1}{\omega} \cdot \arcsin\left(\frac{R - [h]_b}{R}\right) - \frac{v_m}{2R\omega} \cdot \left(\pi + \frac{2\pi}{z_m}\right) = 0 \quad (3.21)$$

Из (3.21) легко получить выражение для расчета значений угловой скорости барабана которое запишется в виде:

$$\omega = \frac{\frac{v_m}{R} \cdot \left[\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{z_m} - \arcsin\left[\frac{R - [h]_b}{R}\right] \right]}{\sqrt{1 - \left(\frac{R - [h]_b}{R}\right)^2}} \quad (3.22)$$

С учётом вышеизложенного, необходимое число оборотов барабана определится из выражения:

$$n = \frac{9,549 \cdot v_m \cdot \left[\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{z_m} - \arcsin\left[\frac{R - [h]_b}{R}\right] \right]}{\sqrt{2R[h]_b - [h]_b^2}} \quad (3.23)$$

Выражение (3.23) было заложено в компьютер и по нему определились значения чисел оборотов барабана. Результаты расчётов представлены на рисунке 3.2.

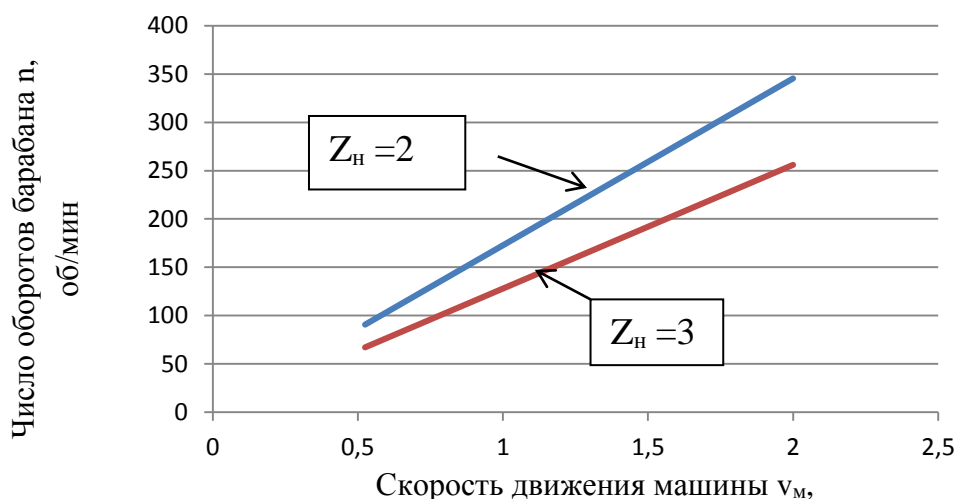


Рисунок 3.2 - Зависимость числа оборотов барабана от поступательной скорости машины и числа ножей при высоте гребней 0,025м

Подводя итог, можно заключить, что предложенная методика расчета высоты гребня, образующегося на дне борозды (формулы (3.15) и их решение) является довольно эффективной и ее применение не вызывает серьезных трудностей. Попытка упростить уравнение (3.15) путём разложения функции $\cos\omega t_1$ в ряд приводит к громоздким вычислениям, так как для получения приемлемого результата необходимо брать не менее трёх, а лучше четыре члена ряда. В противном случае при аргументе, соответствующем углу 70° и выше (особенно в промежутке от 80° до 90°) точность будет крайне низкой.

Показатель кинематического режима фрезы λ с точки зрения соответствия максимально допустимой высоте гребней можно легко получить из формулы (3.22). В этом случае она преобразуется в формулу, приведённую в учебнике Б.Г. Турбина или в книге Г.Н. Синеокова [36, 37]

$$\lambda = \frac{\frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{z_m} - \arcsin\left[\frac{R - [h]_b}{R}\right]}{\sqrt{1 - \left(\frac{R - [h]_b}{R}\right)^2}} \quad (3.23a)$$

Графическая интерпретация формулы (3.23) для нашего случая приведена на рисунке 3.3.

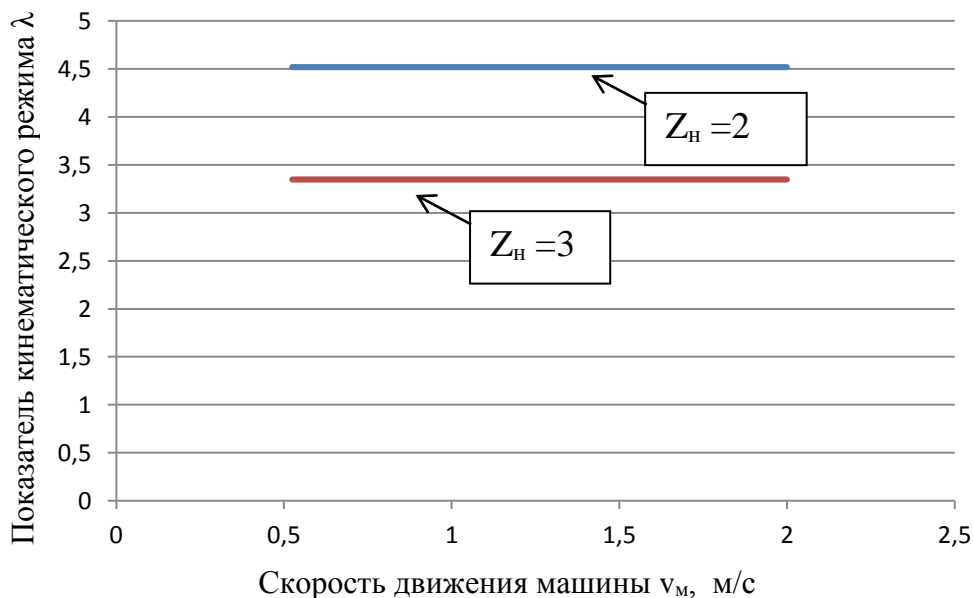


Рисунок 3.3 - Зависимость показателя кинематического режима фрезы от скорости движения машины и числа ножей при высоте гребней 0,025м

Как видно из графиков высота гребней остаётся постоянной при постоянстве заданного кинематического режима. При радиусе барабана равном 0,25м и установке на каждой из его секций по 2 ножа, значение показателя кинематического режима должно быть $\lambda=4,5$. При установке 3-х ножей $\lambda=3,45$.

Подача на нож

При работе фрезы её барабан совершает n оборотов в минуту. Соответственно число оборотов барабана в секунду будет равным $n/60$. Если машина движется со скоростью v_m (м/с), то один нож обработает этот участок $n/60$ раз. Если на секции барабана установлено z число ножей равное z_n , то в итоге, подача на один нож составит:

$$S = \frac{v_m \cdot 60}{z_n \cdot n}$$

Если выразить n через ω и умножить и разделить на R то формула примет вид:

$$S = \frac{v_m \cdot 60 \cdot \pi \cdot R}{30\omega \cdot z_n \cdot R} \quad (3.24)$$

или

$$S = \frac{2\pi R}{\lambda \cdot z_n} \quad (3.25)$$

Формула (3.25) приводится во всех учебных и справочных материалах содержащих вопросы теории фрез. Однако, большой интерес представляет собой формула (3.24), если вместо ω в неё подставить выражение (3.22). Тогда, выражение для расчёта подачи S примет вид:

$$S = \frac{2R \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{R - [h]_b}{R}\right)^2}}{\frac{1}{2} + \frac{1}{z_n} - \frac{1}{\pi} \cdot \arcsin\left(\frac{R - [h]_b}{R}\right)} \quad (3.26)$$

Расчёты показывают, что для нашего случая при $Z_n=2$, значение составляет $S=0,173$ м, а при $Z=3$ соответственно $S=0,156$ м. Как видим, данные зна-

чения подачи превышают рекомендации [38, С. 37] согласно которым, на старопахотных почвах подача S должна быть $S=0,1\dots0,15\text{м}$, на задернелых $S=0,04\dots0,08\text{м}$. Тогда, при количестве ножей $Z_n=2$, число оборотов барабана для случая работы фрезы на старопахотных почвах будет в соответствии с графиками рисунке 3.4а, а для задернелых почв - в соответствии с рисунком 3,4б.

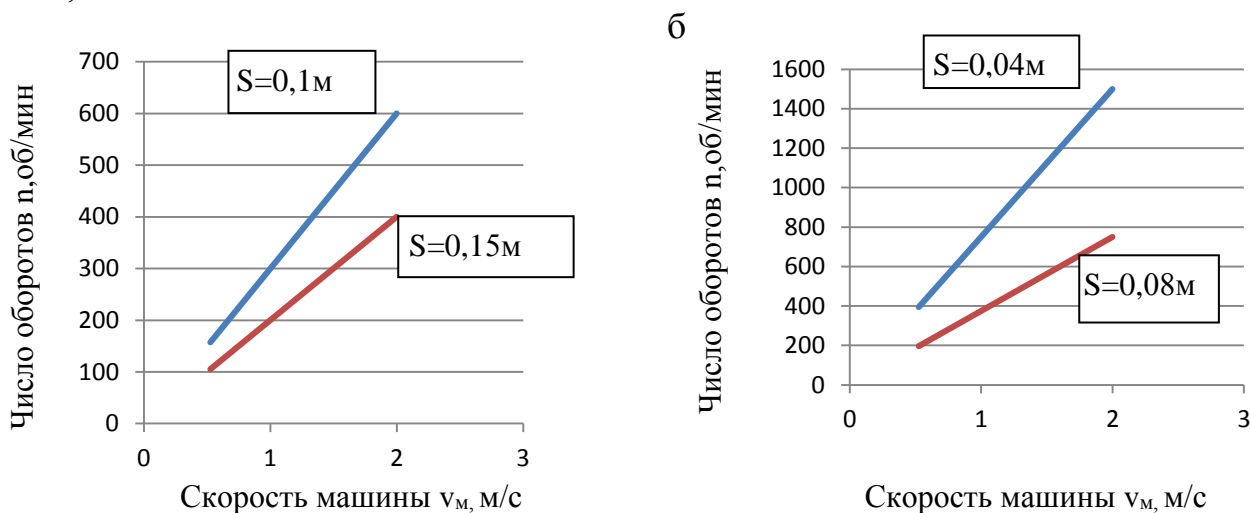


Рисунок 3.4 - Зависимость числа оборотов барабана от скорости движения машины и подачи при числе ножей на секции $Z_n=2$: а) – для старопахотных почв ($S=0,1\text{м}$ и $S=0,15\text{м}$); б – для задернелых почв ($S=0,04\text{м}$ и $S=0,08\text{м}$)

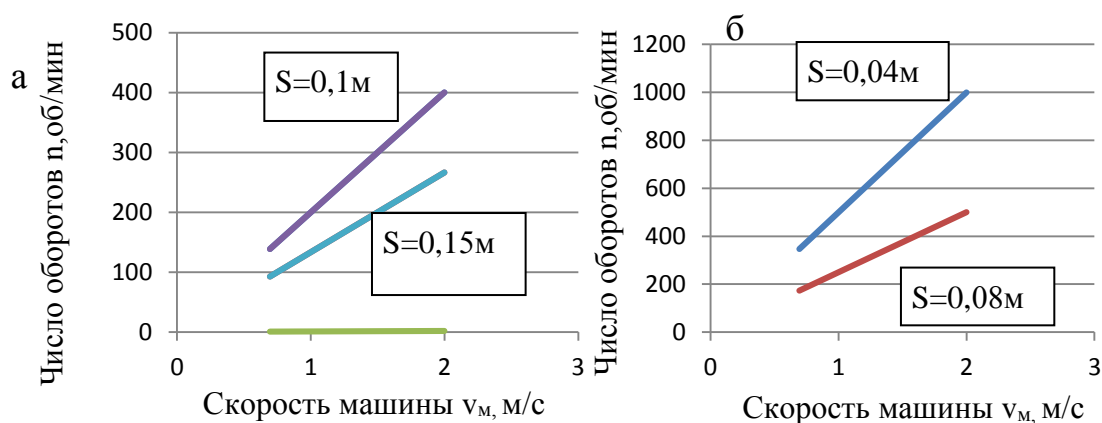


Рисунок 3.5 - Зависимость числа оборотов барабана от скорости движения машины и подачи при числе ножей на секции $Z_n=3$: а) – для старопахотных почв ($S=0,1\text{м}$ и $S=0,15\text{м}$); б – для задернелых почв ($S=0,04\text{м}$ и $S=0,08\text{м}$)

Аналогично, при числе ножей барабана равном $Z_n=3$ изменение числа оборотов барабана фрезы представлено на рисунке 3.5.

Как видно из графиков при количестве ножей на секции барабана $Z_n=2$ подачу $S=0,04\dots 0,08\text{м}$ выдержать очень тяжело, а при $Z_n=3$ значительно легче. При обработке залежи, скорость движения машины должна быть как можно меньшей, поэтому, заложив в конструкцию машины число оборотов барабана 300...450, мы вполне можем закрыть требуемый диапазон частот вращения.

3.2 Взаимодействие фрезерного барабана с камнями

Процесс взаимодействия фрезерного барабана с камнем является очень сложным, поэтому проанализировать его можно только с определенной долей приближенности, так как на практике могут встретиться самые разнообразные случаи удара ножа барабана о камни которые, в свою очередь, могут отличаться друг от друга формой, массой, глубиной залегания и т.д. Кроме того, камень находится в почве, которая может иметь различную плотность (например, залежь или старопахотная почва). Сам удар ножа барабана по камню может быть прямым или косым.

Подробный анализ всех этих случаев вряд ли может быть целесообразен и иметь высокую практическую и теоретическую значимость. Однако, анализ наиболее сложных и неблагоприятных случаев взаимодействия ножа с камнем имеет уже большое научно-практическое значение.

На наш взгляд, следует выделить два случая и проанализировать их подробно.

Случай 1. Взаимодействие ножа секции с массивным камнем который можно принять за неподвижное препятствие. Такие случаи в горной местности нередки. Так, ввиду небольшой величины плодородного слоя почвы, скальные выступы часто подходят близко к поверхности и если это место на поле не отмечено, происходит сильный удар барабана о выступ, что может сопровождаться поломкой ножей.

Попробуем получить теоретическую зависимость для расчёта ударных сил для подобного случая. Пусть барабан фрезы момент инерции которого

равен J_B вращается с угловой скоростью ω и в определенный момент времени его нож ударяется о массивное неподвижное препятствие (рисунок 3.6).

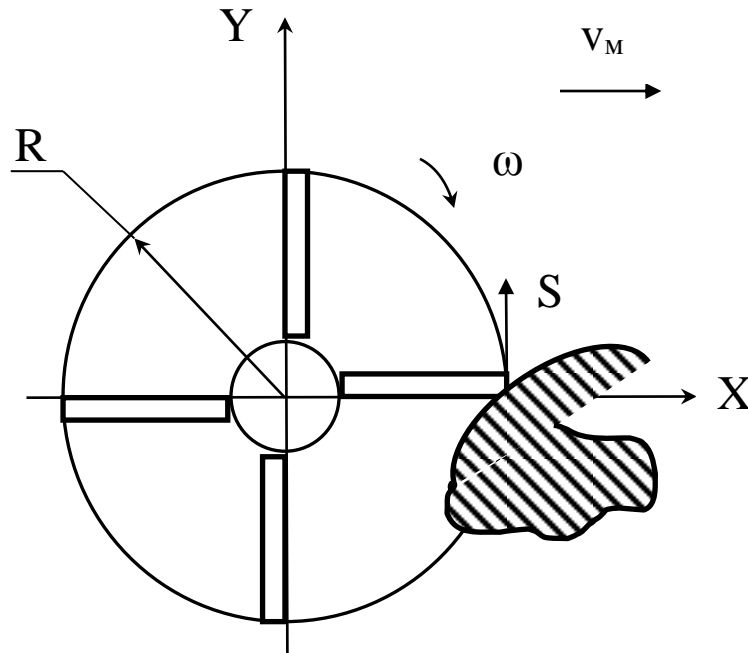


Рисунок 3.6 - Схема к расчёту ударного импульса, возникающего при ударе ножа о неподвижное препятствие

Воспользуемся теоремой об изменении главного момента количества движения материальной системы в приложении к мгновенным силам. Для тела вращающегося вокруг неподвижной оси, теорема выражается формулой

$$J_z (\omega_{2z} - \omega_{1z}) = \sum_{\kappa=1}^n m_z [S(F_{\kappa}^e)] \quad (3.27)$$

где J_z – момент инерции тела относительно оси вращения. В нашем случае $J_z = J_0$;

ω_{1z}, ω_{2z} – угловая скорость вращения барабана до и после удара. Для рассматриваемого случая $\omega_{1z} = \omega; \omega_{2z} = 0$;

$m_z [S(F_{\kappa}^e)]$ - момент ударного импульса от возникновения кратковременной силы удара.

Тогда, для нашего случая уравнение (3.27) запишется в виде

$$J_0 \cdot \omega = -S \cdot R \quad (3.28)$$

где S – возникший ударный импульс.

Из (3.28) находим

$$S = \frac{J_{\delta} \cdot \omega}{R} \quad (3.29)$$

Если в (3.29) момент инерции барабана выразить через его радиус инерции, то будем иметь

$$S = \frac{m_{\delta} \cdot \rho^2 \cdot \omega}{R} \quad (3.30)$$

где m_{δ} – масса фрезерного барабана.

С другой стороны для ударного импульса можем записать выражение:

$$S = \int_0^{\tau} P \cdot dt \quad (3.31)$$

где τ – время удара

Используя теорему о среднем будем иметь:

$$\int_0^{\tau} P \cdot dt = P_{cp} \cdot \tau \quad (3.32)$$

Подставим (3.32) в (3.30). Тогда,

$$P_{cp} = \frac{m_{\delta} \rho^2 \omega}{R \tau} \quad (3.33)$$

По выражению (3.33) легко определить среднее значение силы удара.

Предположим, что осциллограмма силы удара имеет острый пик, т.е. треугольную форму. Тогда, площадь такой осциллограммы будет

$$S = \frac{P \cdot \tau}{2} \quad (3.34)$$

Если (3.34) подставить в (3.32), то мы получаем, что $P=2P_{cp}$, то есть выражение для расчёта максимального значения силы удара будет:

$$P = \frac{2m_{\delta} \rho^2 \omega}{R \tau} \quad (3.35)$$

Проведём ориентировочные расчёты. Пусть масса барабана фрезы равна $m_{\delta}=70$ кг. Радиус инерции барабана, необходимо определить экспериментально. Однако, для ориентировочных расчётов его равным радиусу диска на

который крепятся ножи, приблизительно 0,09м. Время удара заимствуем из собственных исследований удара металлического стержня по бетону $\tau \approx 0,007$ с. Тогда, среднее значение силы удара:

$$P_{cp} = \frac{m_0 \rho^2 \omega}{R \tau} \approx 11241H$$

а максимальное $P = 22486H$.

Как видно по результатам расчётов при $\omega = 36,7 \text{c}^{-1}$ среднее значение силы удара $P_{cp} \approx 11,2 \text{кН}$, максимальное – $P = 22,5 \text{кН}$.

На рисунке 3.7 представлена приблизительная зависимость среднего значения силы удара фрезерного барабана о неподвижное препятствие от частоты вращения.

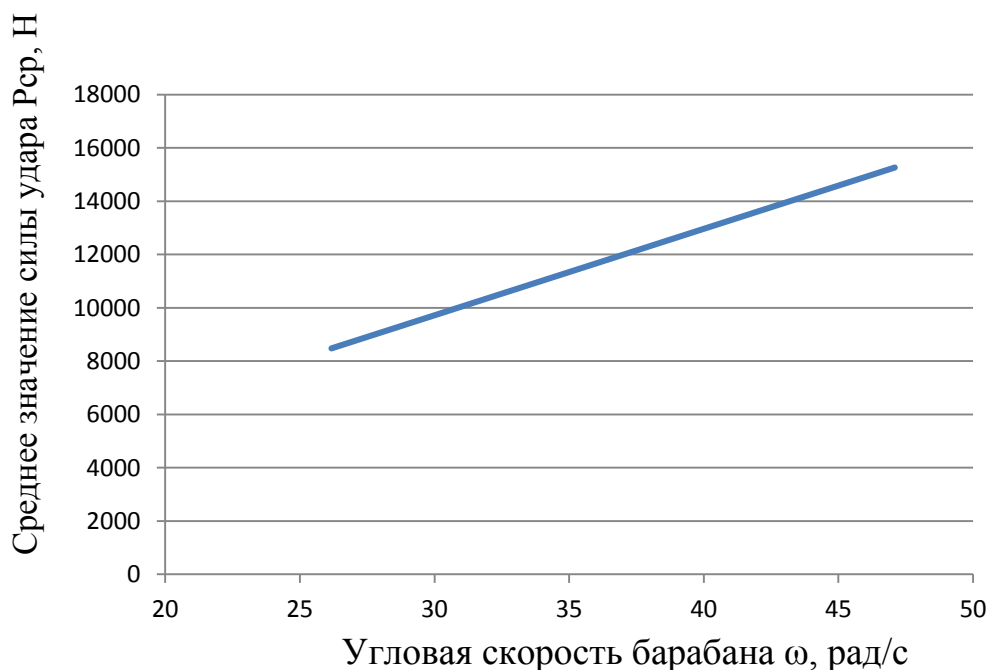


Рисунок 3.7 - Зависимость среднего значения силы удара барабана фрезы о неподвижное препятствие от угловой скорости барабана

Как видно из рисунка 3.7, между частотой вращения вала фрезы и ростом среднего значения силы удара барабана фрезы о неподвижное препятствие существует чёткая зависимость. При этом, в анализируемом диапазоне угловых скоростей вращения барабана (от 36,7 до 47,1 рад/с), среднее значение силы удара находится в диапазоне 8,2...15,6 кН.

В действительности, зависимость между частотой вращения барабана и силой удара ножей отличаться от приведённой на рисунке 3.7, так как с изменением частоты вращения наверняка будет изменяться и время удара.

Случай 2. Во время удара барабана фрезы о камень происходит некоторое снижение угловой скорости барабана и далее барабан вращается вместе с камнем, протаскивая его через почву.

Это также очень серьёзный случай нагружения деталей машины и трансмиссии трактора, который может привести к выходу их из строя. Такой случай встречается на практике редко, но, как уже было сказано, он очень опасен.

Сам подобный процесс взаимодействия с камнем можно разбить на две стадии. В первой стадии происходит удар барабана о камень и приобретение последним скорости. Вторая стадия начинается после первой и во время неё камень протаскивается сквозь почву.

Рассмотрим эти стадии подробнее.

Стадия 1. Пусть мы имеем сложный случай удара, когда вектор ударного импульса проходит через центр тяжести камня, как это изображено на рисунке 3.8.

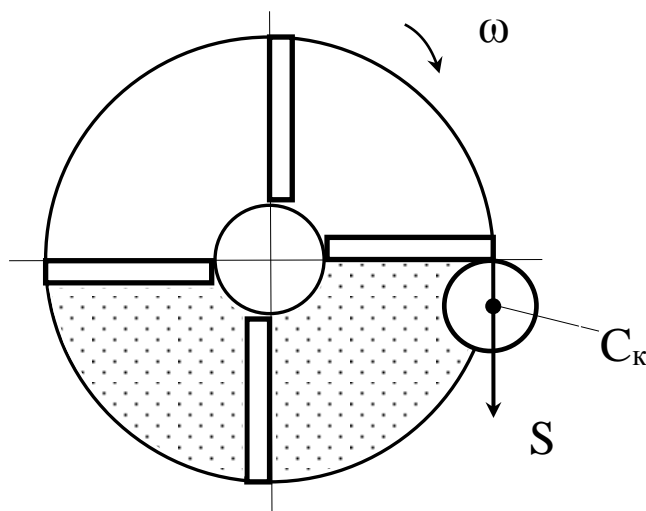


Рисунок 3.8 - Схема к расчёту скорости камня по окончании удара ножом барабана фрезы

Пусть масса камня равна m_k . Тогда, выражение для ударного импульса S испытываемого камнем будет:

$$m_k \cdot v_2 - m_k \cdot v_1 = S \quad (3.36)$$

где v_1, v_2 – скорости камня в начале и в конце удара.

Теорема об изменении главного момента количества движения применительно к барабану фрезы:

$$J_o(\omega_2 - \omega_1) = -S \cdot R \quad (3.37)$$

где ω_1, ω_2 – соответственно угловые скорости вращения барабана до и после удара.

Скорость приобретённая камнем v_2 равна изменившейся скорости движения барабана:

$$v_2 = \omega_2 R$$

До удара скорость камня v_1 была равна 0. Тогда из (3.36) получим

$$S = m_k \cdot \omega_2 R \quad (3.38)$$

Подставив (3.38) в (3.37) будем иметь:

$$J_o(\omega_2 - \omega_1) = -m_k \cdot \omega_2 R^2$$

откуда выражение для расчёта угловой скорости вращения барабана после удара примет вид:

$$\omega_2 = \frac{J_o \omega_1}{J_o + m_k R^2} \quad (3.39)$$

Если в (3.39) подставить значение момента инерции барабана, выраженное через его радиус инерции, то будем иметь

$$\omega_2 = \frac{m_o \cdot \rho^2 \cdot \omega_1}{m_o \cdot \rho^2 + m_k R^2} \quad (3.40)$$

На основании (3.40) выражение для расчёта скорости камня в конце удара

$$v_2 = \frac{m_o \cdot \rho^2 \cdot \omega_1 \cdot R}{m_o \cdot \rho^2 + m_k R^2} \quad (3.41)$$

Стадия 2 – протаскивание камня через слой почвы сопровождается высокими значениями силы сопротивления действующей со стороны почвы на камень. Если камень имеет площадь F_k , то сила сопротивления P_k будет равна:

$$P_{\kappa} = k_{ck} \cdot P_{\partial} \cdot F_{\kappa} \quad (3.42)$$

где P_{∂} – динамическое давление со стороны почвы на камень;

k_{ck} – коэффициент учитывающий форму камня.

Для составления выражения (3.42) мы предположили, что почва является жидкостью с высокой плотностью. Тогда, выражение для расчёта динамического давления P_{∂} будет

$$P_{\partial} = \rho_n \cdot \frac{v_{\kappa}^2}{2} \quad (3.43)$$

Подставив (3.43) в (3.42) получим:

$$P_{\kappa} = k_{ck} \cdot \rho_n \cdot F_{\kappa} \cdot \frac{v_{\kappa}^2}{2} \quad (3.44)$$

Если предположить, что камень имеет форму близкую к круглой с радиусом R_{κ} , тогда выражение (3.44) примет вид:

$$P_{\kappa} = k_{ck} \cdot \rho_n \cdot \frac{\pi d_{\kappa}^2}{8} \cdot v_{\kappa}^2$$

или

$$P_{\kappa} = k'_{ck} \cdot d_{\kappa}^2 \cdot v_{\kappa}^2 \quad (3.45)$$

где k'_{ck} - комплексный коэффициент сопротивления равный

$$k'_{ck} = 0,3925 \cdot k_{ck} \cdot \rho_n \quad (3.46)$$

Выражения (3.45) и (3.46) позволяют заключить, что сила сопротивления почвы перемещению в ней камней будет зависеть в наибольшей степени от квадратов скорости его движения и диаметра камня, что прямо пропорционально от плотности почвы.

Так как v_{κ} и v_2 в формулах (3.36)...(3.41) это одна и та же величина, то с учётом вышеизложенного сила сопротивления перемещению камня определится из выражения:

$$P_{\kappa} = 0,3925 \cdot k_{ck} \cdot \rho_n \cdot d_{\kappa}^2 \cdot \left[\frac{m_{\sigma} \cdot \rho^2 \cdot \omega_1 \cdot R}{m_{\sigma} \cdot \rho^2 + m_{\kappa} R^2} \right]^2 \quad (3.47)$$

Выражение (3.47) позволяет рассчитать силу, которую необходимо приложить к камню и возникающую после удара ножом фрезерного барабана.

Численные расчёты показывают, что формула (3.47) обеспечивающая получение заниженных значений. Поэтому очевидно, для расчёта сопротивления движению камня следует воспользоваться значениями твёрдости почвы, которые приведены в литературе. Согласно исследованиям украинских учёных, твёрдость почв на глубине 5 см колеблется в пределах 7...14 кгс/см², а на глубине 15 см – 22...34 кгс/см². Применять фрезу для разделывания залежи содержащей, пусть даже небольшие камни, не следует, так как подобная эксплуатация машины вызывает нагрузки её деталей и деталей трансмиссии трактора. Тогда, мы можем ограничиться значением твёрдости почвы приблизительно равным $q=22$ кгс/см². Сила сопротивления камня, в этом случае, определится по формуле

$$P_{\kappa} = q \cdot F \quad (3.48)$$

или, если камень округлой формы

$$P_{\kappa} = 0,785 \cdot q \cdot d_{\kappa}^2 \quad (3.49)$$

В случае если сила сопротивления при протаскивании камня равна силе удара возникающей при ударе барабана о неподвижную поверхность, то соответствующее значение диаметра камня будет:

$$d_{\kappa} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{m_{\circ} \cdot \rho^2 \cdot \omega}{R \cdot \tau \cdot q}} \quad (3.50)$$

Расчёты показывают, что в этом случае, нож фрезы может протаскивать камень диаметром 0,07 м.

Следует отметить ещё одну разновидность данного случая, которая имеет место быть на практике. В большинстве своём при ударе ножа фрезы о камень происходит выворачивание последнего. Это обусловлено тем, что вектор ударного импульса действующего на камень, проходит не через центр тяжести последнего. В результате образуется момент, выворачивающий камень из твёрдого слоя почвы. Затем ножи ещё раз могут нанести удар, по

камню выбрасывая его из зоны действия ножей. Таким образом, при проектировании фрезы крайне важно заложить в конструкцию два предохранительных устройства. Первое устройство – общее для всей машины и может быть предназначено для отключения фрезерного барабана от узлов привода машины или сразу от вала отбора мощности трактора. Второе устройство монтируется на каждой секции барабана и отключает секцию при силе сопротивления действующей на нож секции допустимого значения.

3.3 Мощностной баланс фрезы

Не каменистые почвы. Существует несколько вариантов расчёта мощности необходимой для фрезерования почвы, но в большинстве своём они все содержат следующие затраты:

$$N = N_n + N_{np} + N_p + N_o \quad (3.51)$$

где N_n – затраты мощности на перемещение машины;

N_{np} – потери мощности в приводе фрезы;

N_p – затраты мощности на резание почвы;

N_o – мощность, затрачиваемая на отбрасывание почвы.

Затраты мощности на перекачивание целесообразно рассчитывать по формуле, приведённой в книге Г.Н. Синеокова [36]

$$N_n = v_m \cdot (\mu \cdot Q_z - R_x) \quad (3.52)$$

где μ – коэффициент перекачивания;

Q_z – вертикальная нагрузка на опорные колёса фрезы;

R_x – горизонтальная составляющая сопротивления почвы внедрению ножа.

Значение R_x определяется из выражения:

$$R_x = P_0 \cdot \frac{\sin(\alpha + \psi_1)}{\cos \psi_1} \quad (3.53)$$

P_0 – проекция реакции почвы R_n на касательную, проведенную к окружности барабана и проведенную через лезвие барабана;

α – угол поворота вала барабана заключённый между горизонталью и радиусом барабана, проведённым к точке вхождения ножа в почву;

ψ_1 - угол между реакцией почвы R_n и касательной к окружности барабана в точке вхождения лезвия ножа в почву.

Окружное усилие P_0

$$P_0 = \frac{A' z_n s B \cdot a}{2\pi R} \quad (3.54)$$

где A' – удельная работа затрачиваемая на фрезерование.

B – ширина захвата фрезы.

По рекомендациям профессора Г.Н. Синеокова [36] удельную работу на фрезерование можно определить по формуле:

$$A' = Ck + (400 \div 500)\lambda^2 v^2 \quad (3.55)$$

Формула (3.55) была получена профессором Г.Н. Синеоковым на основании работ Г. Бернацкого. В ней C – это коэффициент пропорциональности $C=3\dots 5$ для старопахотных почв при глубине обработки $a \leq 10$ см. Коэффициент k – удельное сопротивление корпуса плуга при пахоте.

Таким образом, формулы (3.53, 3.54 и 3.55) позволяют произвести расчёт фактически двух членов формулы (3.51), так как формула (3.55) учитывает и динамическую работу на отбрасывание стружки.

Провести расчёт по выше приведённым формулам для случая обработки почв на глубину $a \geq 0,1$ м не представляется возможным из-за недостатка данных, поэтому, на наш взгляд целесообразнее воспользоваться рекомендациями, изложенными в справочной литературе (38).

Согласно ним, мощность затрачиваемая на резание почвы определяется по формуле:

$$N_p = \frac{P s b a z_{nc} \cdot n}{60} \quad (3.56)$$

где P – удельное сопротивление деформации почвы;

b, a – размеры отрезаемой стружки;

z_{nc} – суммарное число ножей на барабане фрезы.

Мощность на отбрасывание стружки определяется по формуле:

$$N_o = \frac{k_o Q_{nc} \cdot v^2}{2g} \quad (3.57)$$

где k_o – коэффициент отбрасывания, зависящий от формы ножа;

Q_{nc} – секундный вес отбрасываемой почвы.

Затраты мощности на привод фрезы можно определить если сумму затрат мощности на резание и отбрасывание разделить на КПД привода $\eta_{пр}$, значение которого легко посчитать зная кинематическую схему привода.

Формулу (3.57) можно переписать, выразив в ней вес отбрасываемой почвы следующим образом:

$$N_o = 0,5 \cdot k_o \cdot b a z_{nc} \cdot \rho_n \cdot (0,105 \cdot n \cdot R)^2 \cdot n / 60 \cdot 10^{-3}, кВт \quad (3.58)$$

где ρ_n – объёмная плотность почвы, принимаем 1700 кг/м³.

КПД привода можно рассчитать по формуле:

$$\eta_{пр} = \eta_{кп}^{n_k} \cdot \eta_{кон.п}^{n_{кон.п}} \cdot \eta_{цзп}^{n_{цзп}} \cdot \eta_{цп}^{n_{цп}} \quad (3.59)$$

где $\eta_{кп}$, $\eta_{кон.п}$, $\eta_{цзп}$, $\eta_{цп}$ – соответственно кпд: карданной передачи, конической зубчатой передачи, цилиндрической зубчатой передачи, цепной передачи;

n_k , $n_{кон.п}$, $n_{цзп}$, $n_{цп}$ – соответственно количество: карданных передач, конических зубчатых передач, цилиндрических зубчатых передач, цепных передач.

Тогда потери мощности в приводе:

$$N_{пр} = (1 - \eta_{пр}) \cdot (N_p + N_o) \quad (3.60)$$

Произведём численные расчёты баланса мощности фрезы.

Исходные данные: масса фрезы $m=470$ кг; коэффициент перекатывания $\mu=0,1$; горизонтальная составляющая сопротивления ножей $R_x \approx 0$; количество ножей на диске фрезы $z_n=2; 3$; соответственно при 7 дисках с ножами суммарное количество ножей будет $z_{нс}=28; 42$; ширина ножа $b=0,08$ м; скорость движения машины $V_m = 1,89; 2,5; 3,22; 4,26$ км/ч; число оборотов барабана $n=250; 300; 350; 400$ об/мин.

Перед тем как приступить к расчётам, воспользуемся таблицей 6 (Клёцкин М.И.) [38] и произведём расчёт коэффициентов полинома второй степени зависимости значения коэффициента удельного сопротивления резанию k_p от подачи S на один зуб фрезы. Для расчётов имеем:

- значение подачи $S=0,025; 0,05; 0,075; 0,1; 0,125$ м;
- значение коэффициента $k_p=0,149; 0,089; 0,068; 0,064; 0,066$ МПа.

Воспользуемся программой on-line калькулятора приведённой на сайте www.mathhelpplanet.com [39]. Тогда, для тяжёлой супеси получим следующее уравнение аппроксимации

$$k_p = 0,215 - 3,1811 \cdot S + 16,1143 \cdot S^2 \quad (3.61)$$

Коэффициент корреляции между S и k_p составил $R_{\text{кор}}=0,9893$. Фактическое значение критерия Фишера $F_{\text{факт}}=45,8$; табличное $F_{\text{табл}}=19$.

Результаты расчётов приведены в таблице 3.2. Как видно из таблицы при количестве ножей на диске $z_n=2$; числе оборотов барабана $n = 250$ об/мин и скорости движения машины $V_m=1,89$ км/ч, подача на нож S составила $0,063$ м, мощность резания почвы $N_p=8,36$ кВт, мощность на отбрасывание $N_o=2,91$ кВт.

При скорости машины $V_m=3,22$ км/ч значение подачи возрастает до $S=0,107$ м затраты мощности на резание возрастают на 27% и составляют $N_p=10,6$ кВт, затраты мощности на отбрасывание почвы возрастают на 16,9% и составляют $N_o=4,94$ кВт.

При дальнейшем увеличении скорости машины до $4,26$ км/ч подача увеличивается на $0,035$ м и составила $S=0,142$ м. Затраты же мощности резания почвы возрастают почти в 2 раза с $10,61$ до 21 кВт, а мощность на отбрасывание почвы возрастает на 32,5% с $4,94$ до $6,55$ кВт.

Таким образом, расчёты показывают, что в диапазоне изменения поступательных скоростей машины приводящих к изменению подачи в пределах $S \in [0,05 \dots 0,1]$ м затраты мощности на резание и отбрасывание почвы возрастают не столь существенно, как при изменении подачи в диапазоне $S \in [0,1 \dots 0,15]$ м.

Данное положение хорошо проиллюстрировано на графиках (рис.3.9а), построенных по результатам расчёта.

Таблица 3.2 - Результаты расчета баланса мощности фрезы в зависимости от скорости движения машины, числа оборотов барабана и количества ножей при плотности грунта 1700 кг/м^3 , массе машины 470 кг, глубине фрезерования 0,18м и коэффициенте сопротивления перекачиванию машины $\mu=0,1$

№ п/п	Число ножей Z_H	Число ножей Z_{HC}	Число обор. п, об/мин	Скор. машины v_M , км/ч	Знач-е подачи S , м	Знач-е коэфф-та k_p	Затраты мощности, кВт				
							на рез-е N_p	отбр-е N_o	в при-воде $N_{пр}$	перек-е N_f	Сумм-е N_c
1	2	28	250	1,89	0,063	0,079	8,36	2,91	1,13	0,24	12,64
2	2	28	250	2,5	0,083	0,062	8,65	3,83	1,25	0,32	14,05
3	2	28	250	3,22	0,107	0,059	10,61	4,94	1,56	0,41	17,52
4	2	28	250	4,26	0,142	0,088	20,99	6,55	2,75	0,55	30,84
5	2	28	300	1,89	0,053	0,092	9,83	4,22	1,41	0,24	15,7
6	2	28	300	2,5	0,069	0,072	10,02	5,5	1,55	0,32	17,39
7	2	28	300	3,22	0,089	0,06	10,77	7,09	1,79	0,41	20,06
8	2	28	300	4,26	0,118	0,064	15,22	9,4	2,46	0,55	27,63
9	2	28	350	1,89	0,045	0,104	11,01	5,7	1,67	0,24	18,62
10	2	28	350	2,5	0,06	0,082	11,57	7,59	1,92	0,32	21,4
11	2	28	350	3,22	0,077	0,066	11,95	9,75	2,17	0,41	24,28
12	2	28	350	4,26	0,101	0,058	13,78	12,78	2,66	0,55	29,77
13	2	28	400	1,89	0,039	0,115	12,06	7,37	1,94	0,24	21,61
14	2	28	400	2,5	0,052	0,093	13	9,82	2,28	0,32	25,42
15	2	28	400	3,22	0,067	0,074	13,33	12,66	2,6	0,41	29
16	2	28	400	4,26	0,089	0,06	14,35	16,81	3,12	0,55	34,83
17	3	42	250	1,89	0,042	0,11	11,64	2,91	1,46	0,24	16,25
18	3	42	250	2,5	0,056	0,087	12,28	3,87	1,62	0,32	18,09
19	3	42	250	3,22	0,072	0,069	12,52	4,98	1,75	0,41	19,66
20	3	42	250	4,26	0,095	0,058	13,89	6,57	2,05	0,55	23,06
21	3	42	300	1,89	0,035	0,123	13,02	4,18	1,72	0,24	19,16
22	3	42	300	2,5	0,046	0,103	14,33	5,5	1,98	0,32	22,13
23	3	42	300	3,22	0,06	0,082	14,88	7,17	2,21	0,41	24,67
24	3	42	300	4,26	0,079	0,064	15,29	9,44	2,47	0,55	27,75
25	3	42	350	1,89	0,03	0,134	14,18	5,7	1,99	0,24	22,11
26	3	42	350	2,5	0,04	0,114	16,09	7,59	2,37	0,32	26,37
27	3	42	350	3,22	0,051	0,095	17,09	9,68	2,68	0,41	29,86
28	3	42	350	4,26	0,068	0,073	17,51	12,91	3,04	0,55	34,01
29	3	42	400	1,89	0,026	0,143	14,99	7,37	2,24	0,24	24,84
30	3	42	400	2,5	0,035	0,123	17,36	9,92	2,73	0,32	30,33
31	3	42	400	3,22	0,045	0,104	18,87	12,75	3,16	0,41	35,19
32	3	42	400	4,26	0,059	0,083	19,74	16,72	3,65	0,55	40,66

Если увеличить количество односторонних ножей, закрепляемых на диске фрезы с двух до $z_H=3$, то мы получаем небольшое увеличение суммарной мощности в диапазоне скоростей движения машины 2,5...3,2 км/ч. При скорости же $V_M=4,26$ км/ч увеличение количества ножей приводит к снижению потребляемой мощности с 30,8 до 23,06 кВт, что существенно (рис.3.9б). Число оборотов барабана $n=400$ об/мин может быть использовано только в исключительных случаях, но в целом его можно не закладывать в конструкцию машины при работе в рассматриваемом диапазоне скоростей.

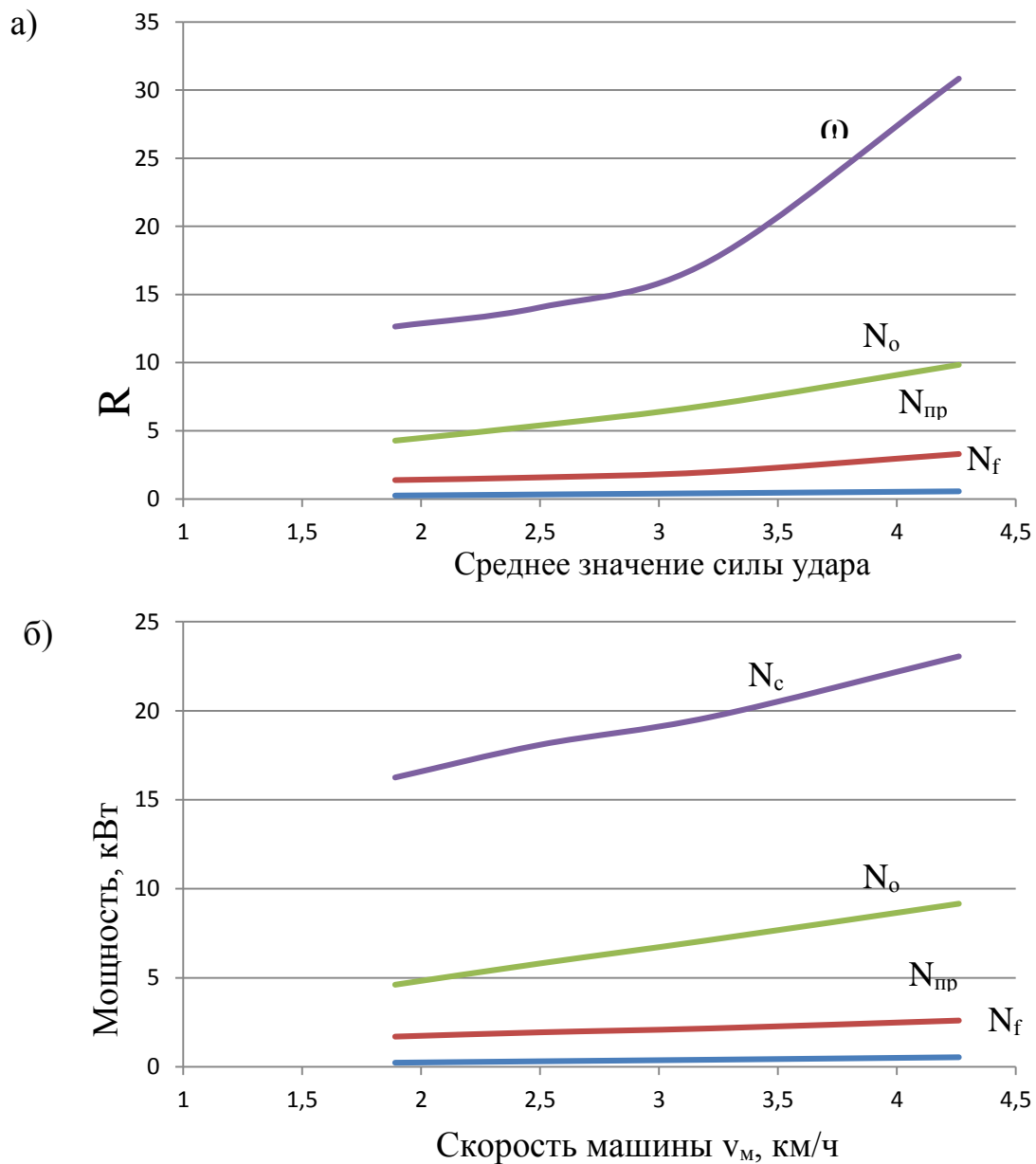


Рисунок 3.9 - Мощностной баланс почвообрабатывающей фрезы при различных скоростях движения, числе оборотов барабана $n=250$ об/мин, при числе односторонних ножей на диске: а) $Z_H=2$; б) $Z_H=3$

Подобное число оборотов барабана можно использовать только при более высоких скоростях движения машины.

Числа оборотов вращения барабана 300 и 350 об/мин при скоростях движения машины 2,5...3,22 км/ч обеспечивают значение подачи на нож $S=0,046...0,072$ м. Однако, насколько такое сочетание выглядит рациональным можно судить только на основании экспериментальных исследований, оценивая качество обработки почвы.

Таким образом, наиболее рациональной конструкцией является почвенная фреза с количеством односторонних ножей на диске $z_n=3$ и показателем кинематического режима работы $\lambda=5,54...9,5$.

Почвы с встречающимися камнями. Общие затраты мощности при обработке почвы с встречающимися камнями рациональнее всего отражать коэффициентом, который в целом учитывал бы и затраты мощности от ударных воздействий, протаскивание в почве камней, отбрасывание почвы с камнями. Тогда, если обозначить коэффициент увеличения мощности из-за каменистости k_k , то можем записать:

$$N_{fk} = k_k \cdot N_f \quad (3.61a)$$

где N_{fk} – мощность потребляемая фрезой при работе на каменистых почвах;

k_k – коэффициент, учитывающий возрастания мощности фрезерования из-за наличия камней.

Значения k_k необходимо определить на основании многочисленных полевых исследований.

Определенный интерес представляет собой изучение мгновенной мощности, которая резко возрастает при взаимодействии ножа фрезы с камнем.

Изменение угловой скорости вращения барабана в результате удара о камень определяется по формуле (3.40). Расчеты показывают, что величина угловой скорости вращения барабана после удара о камень небольшой массы довольно значительна, хотя на практике мы часто наблюдаем значительное

замедление вращения барабана. На наш взгляд это связано со значительным сопротивлением протаскиванию камня.

Пусть трактор движется по ровному полю равномерно. Тогда мощность его двигателя N_d будет расходоваться на преодоление сопротивлений в трансмиссии (N_{TP}), сопротивлений перемещению трактора (N_{fT}) и работу с фрезой N_ϕ , то есть:

$$N_e = N_{TP} + N_{fT} + N_\phi \quad (3.62)$$

Если номинальная мощность двигателя равна $N_{ен}$, то ее разность с текущим значением N_e определяет запас мощности N_3 , то есть:

$$N_3 = N_{ен} - (N_{TP} + N_{fT} + N_\phi) \quad (3.63)$$

Этот запас мощности можно израсходовать на преодоление сопротивления камня, то есть:

$$N_3 = P_k \cdot R \cdot \omega_2 \quad (3.64)$$

Приравняв правые части выражений (3.64 и 3.63) найдем значение угловой скорости вращения барабана при протаскивании:

$$\omega_2 = \frac{N_{ен} - (N_{TP} + N_{fT} + N_\phi)}{P_k \cdot R} \quad (3.65)$$

при $P_k > 0$; $\omega_2 < \omega_1$

Таким образом, формула (3.65) позволяет ориентировочно определить значение угловой скорости барабана при протаскивании камня.

Выводы

1. Разработаны аналитические зависимости для расчета частоты вращения барабана фрезы и подачи в зависимости от числа ножей на диске, радиуса барабана, поступательной скорости машины и допускаемой высоты гребней. Установлено, что при скорости движения машины до 1,2 м/с и числе ножей на диске $z_n=3$ частота вращения вала барабана должна быть не менее 150 об/мин, а для обеспечения подачи $S=0,04...0,08$ м число оборотов барабана должна находиться в диапазоне $n = 250...300$ об/мин.

2. Исследован процесс взаимодействия барабана фрезы с камнями в результате, которого получены выражения для расчета максимального и среднего значения силы удара, ударного импульса, скорости барабана после удара.

3. Проанализирован мощностной баланс фрезы предназначенной для каменистых почв и получено выражение для расчета угловой скорости вращения барабана при протаскивании камня.

4. На основании проведенного комплекса расчетов определены рациональные значения кинематического режима работы, обеспечивающие в исследуемом диапазоне скоростей движения машины запас мощности, необходимый для преодоления сопротивлений, возникающих при взаимодействии ножей барабана с камнями. По результатам расчета $\lambda=5,54\dots 9,5$.

4 Экспериментальные исследования

4.1 Усилие срабатывания предохранительного устройства

4.1.1 Предохранительное устройство с упругими элементами из резины

Методика опытов. Определение усилия срабатывания предохранительного устройства производили тензометрическим методом, для чего была собрана установка, схема которой изображена на рисунке 4.1.

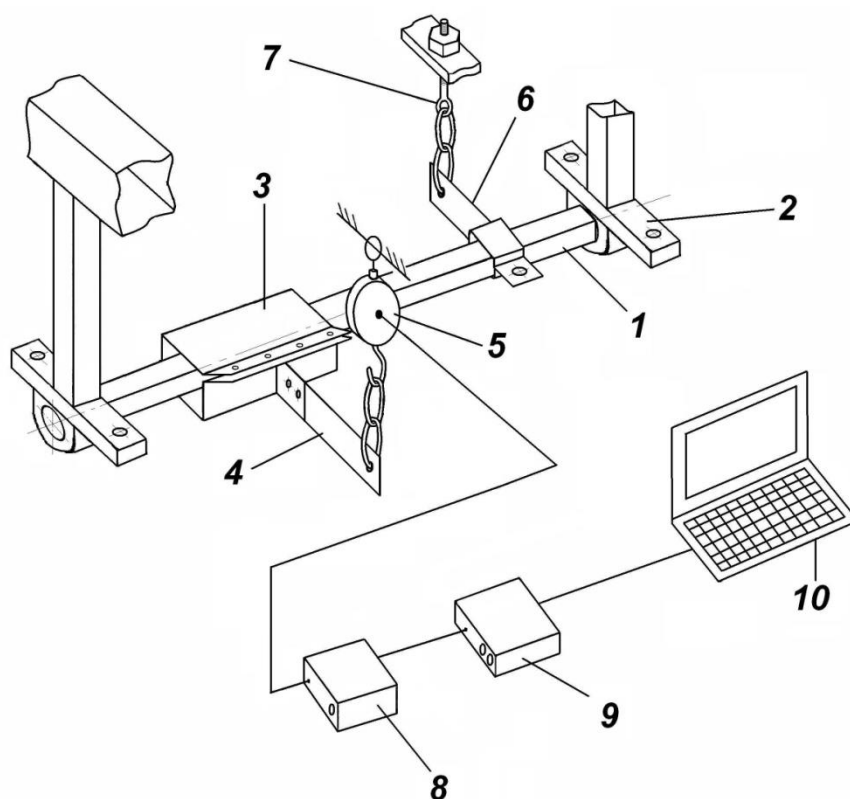


Рисунок 4.1 - Схема стенда по определению усилия срабатывания с упругими элементами из резины

Квадратный вал 1 фрезы закреплен в подшипниковых узлах 2 рамы установки. На вал 1 одет корпус секции 3, к горизонтальному кронштейну, которого прикреплена пластина 4, имитирующая нож. Пластина 4 соединена цепью с тензометром 5, шарнирно подвешенным к раме установки. Для проворачивания вала на него одевается рычаг 6, шарнирно соединенный с винтовой парой 7. Тензометр 5 соединен шиной с усилителем Zet 411 и аналого-цифровым преобразователем Zet 210. Последний, в свою очередь, соединен с ноутбуком с загруженным в него программным обеспечением Zetlab.

Опыты проводились следующим образом. Так как корпус секции состоит из двух половин (см. главу 2), то после монтажа болты и стягивающие половинки закручиваются до момента, когда секция перестает свободно прокручиваться на валу 1. После этого болты закручиваются на один оборот. Так как шаг резьбы составляет 1,25 мм, то перемещение одной половинки относительно другой, а следовательно и сжатие упругих элементов равно шагу. Затем все болты вкручивались еще на один оборот и опыт повторялся. Так продолжалось до момента, когда предохранительная система уже переставала срабатывать.

Общий вид стенда изображен на рисунке 4.2.



Рисунок 4.2 - Общий вид стенда для определения момента срабатывания предохранительного устройства

Результаты опытов. Практически все записанные осциллограммы имели вид, аналогичный, изображенному на рисунке 4.3.

Как видно из рисунка 4.3, прикладываемая к валу сила первоначально возрастает до критического значения. Затем, закругленная грань вала перестает раздвигать половинки секции и горизонтальная планка на диаграмме

означает, что закругленная грань вала находится вблизи вертикального положения, после прохода которого, прикладываемая нагрузка стремительно падает.

На рисунках 4.3 и 4.4 затраты времени на проведение опыта отражены на горизонтальной оси координат. Как видно из рисунка они довольно значительны. Это связано с тем, что при таком сжатии половинок корпуса 3 (рисунок 4.1) значительно возрастают упругие деформации всех нагруженных деталей.

Умножив значения силы срабатывания предохранителя на расстояние от точки крепления цепи тензометра к пластине 4 (рисунок 4.1) до оси вала 1 найдем соответствующее значение момента срабатывания.

Вычислив средние значения момента срабатывания, по всем повторностям сведем полученные результаты в таблицу 4.1.

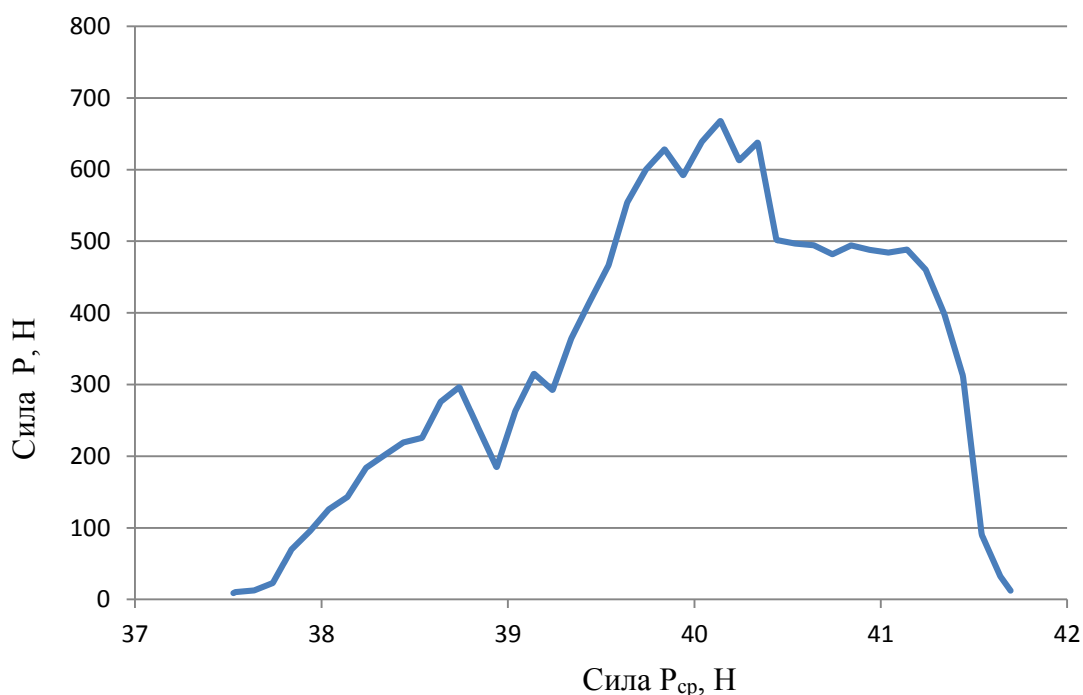


Рисунок 4.3 - Осциллограмма изменения силы при повороте вала фрезы и приложенной к валу в начале регулировки на плече 0,25м

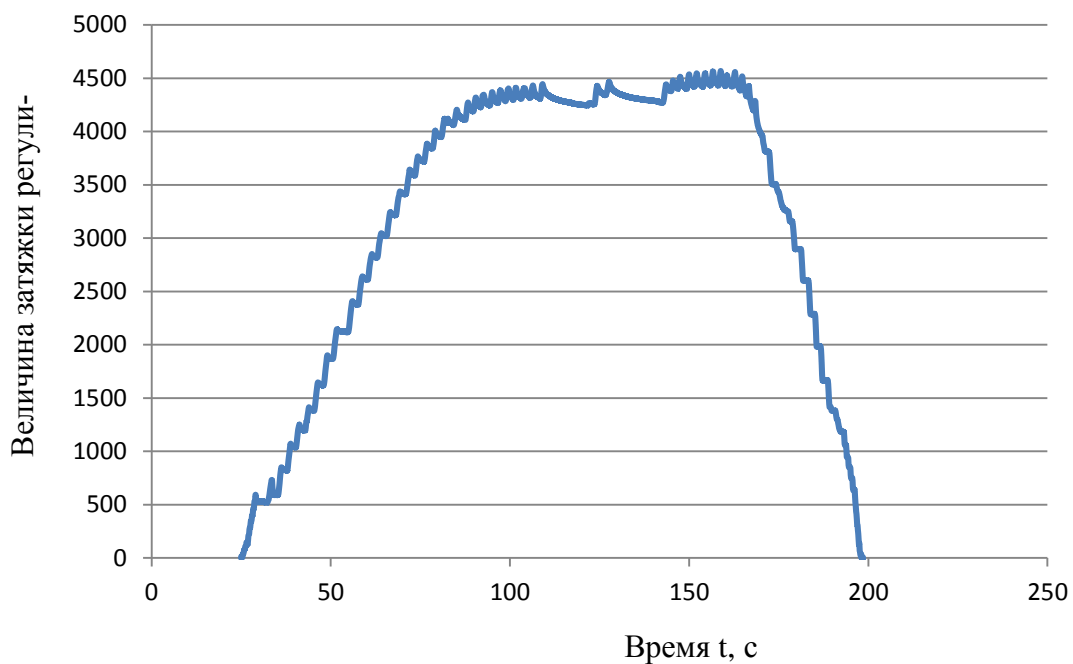


Рисунок 4.4 - Осциллограмма изменения силы при повороте вала фрезы и приложенной к валу на плече 0,25м при затяжке болтов на 3,75мм

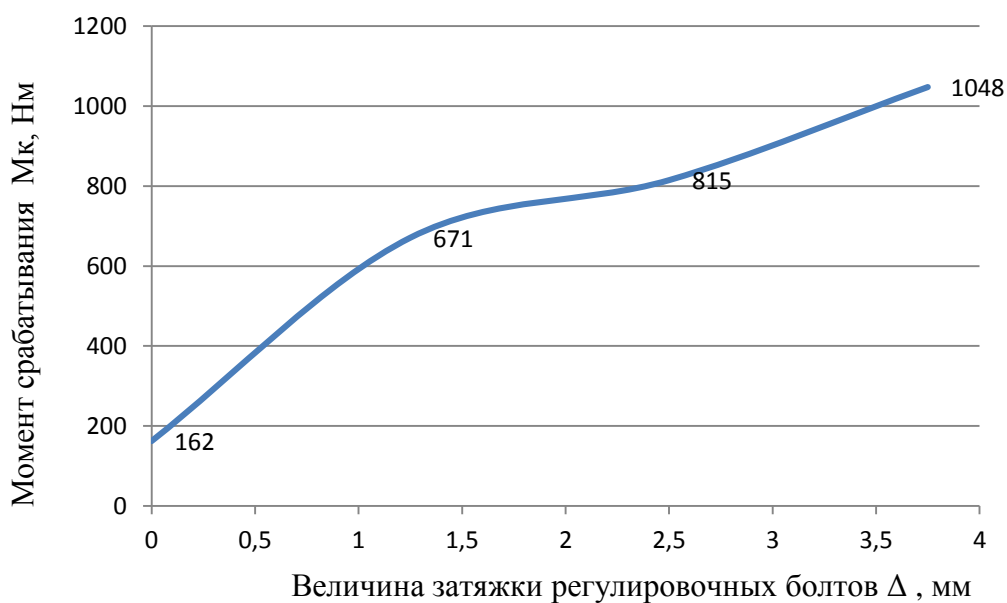


Рисунок 4.5 - Зависимость момента срабатывания предохранителя от величины затяжки регулировочных болтов

Таблица 4.1 - Средние значения момента срабатывания предохранителя при различных значениях затяжки болтов

№ п/п	Затяжка болта, Δl , мм	Крутящий момент M_k , Нм
1	0	162
2	1,25	671
3	2,5	815
4	3,75	1048

По результатам таблицы 4.1 построен график (рисунок 4.5) отражающий зависимость момента срабатывания от величины вкручивания регулировочных болтов.

Как видно из таблицы 4.1 и рисунка 4.5 предложенный предохранитель имеет широкий диапазон регулировки момента срабатывания, что, несомненно, является его достоинством. Однако трудность поиска конструктивного решения герметизации предохранителя послужило причиной временного отказа от этой конструкции.

4.1.2 Предохранительное устройство со срезными болтами

Методика опытов. Эксперименты проводили на той же установке, на которой проводилось изучение предохранительного устройства с упругими элементами из резины.

На квадратный вал 1 стенда (рисунок 4.6) одевали кронштейн 11, каждый из которых представлял собой квадратную трубу, сваренную с диском с квадратным отверстием. Между двумя кронштейнами 11 на вал 1 одевался диск секции 12 с закрепленным на ней ножом 4. Правый и левый кронштейн 11 стягивались между собой срезными болтами 13, которые проходили через отверстия в дисках кронштейна и диске 12. Опыты проводились следующим образом. После сборки секции, нагружали вал 1 путем его поворота посред-

ством кронштейна 6 и регулировочной тяги 7. Прикладываемая нагрузка фиксировалась при помощи тензометра 5, усилителя 8 марки Zet 411, аналого-цифрового преобразователя 9 марки Zet 210 и ноутбука 10. Считывание силы с тензометра проводилось с частотой 1000 раз в секунду.

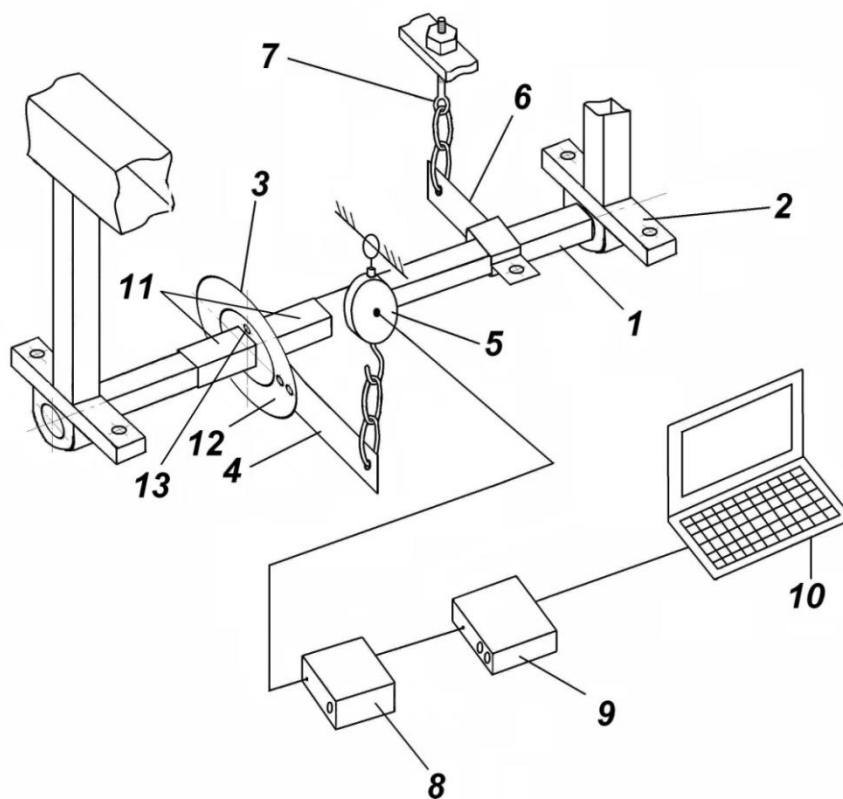


Рисунок 4.6 - Схема стенда по определению усилия срабатывания предохранителя секции со срезными болтами

Изучались различные варианты фиксации диска 12 между дисками кронштейнов 11. Для этого применялись различные сочетания болтов диаметром 6 и 8 мм, изготовленных из стали 20. Выбор стали 20 был сделан из соображений наличия в этом случае возможности увеличения прочности болтов при сохранении их размеров за счет перехода к более углеродистым сталям. Опыты проводили в трехкратной повторности.

Результаты опытов. В таблице 4.2 приведены средние значения крутящего момента на валу при которых наступал срез, а на рисунке 4.7 одна из осциллограмм.

Как видно из таблицы 4.2, в ходе проведения экспериментов имели место существенные различия между различными вариантами. Так, например, вариант крепления диска одним срезным болтом $d = 8$ мм имел момент срабатывания ниже, чем вариант крепления диска двумя болтами $d = 6$ мм. На наш взгляд, столь существенное различие между вариантами обусловлено существенным влиянием сил трения.

Таблица 4.2 - Средние значения момента срабатывания предохранителя секции фрезы на срезных болтах

№ п/п	Вариант крепления диска с ножами	Среднее значение крутящего момента M_k , Нм
1	1 болт $d = 6$ мм	412,5
2	2 болта $d = 6$ мм	1602
3	1 болт $d = 8$ мм	1405
4	1 болт $d = 8$ мм и 1 болт $d = 6$ мм	1702
5	2 болта $d = 8$ мм	1854

При установке двух болтов диск обжимается равномерно со всех сторон, что и способствует увеличению значения крутящего момента необходимого для среза.

В связи с этим, нами было отдано предпочтение креплению с двумя болтами $d = 8$ мм. Первоначально, может показаться, что они обеспечивают слишком высокое значение момента необходимого для их среза. Однако, во время работы машины ножи каждой секции встречаются в почве с мелкими камнями, в результате чего имеет место расшатывание болтовых соединений и появление зазоров в сопрягаемых деталях. Это обстоятельство значительно снижает влияние сил трения на величину прикладываемого момента и делает более значимыми такие параметры как площадь поперечного сечения болтов и характеристики материала, из которого они изготовлены.

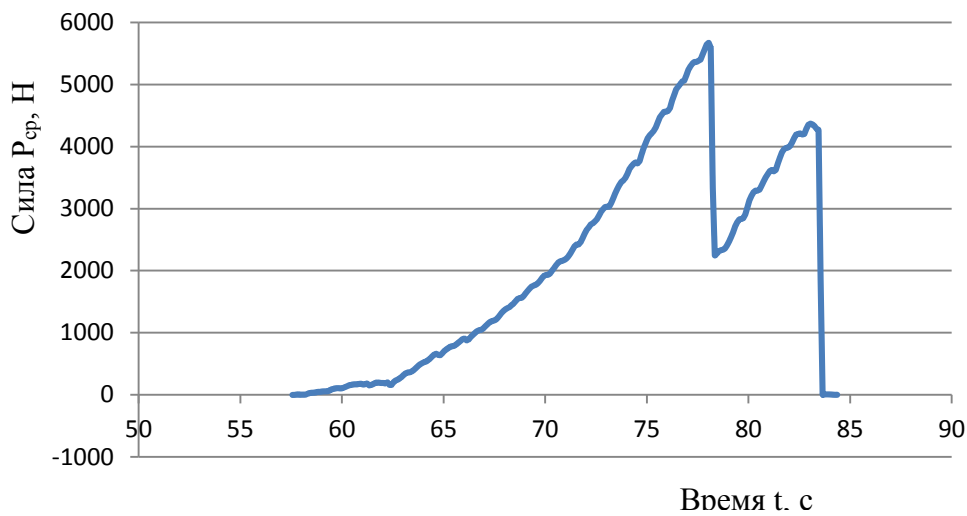


Рисунок 4.7 - Осциллограмма среза болта d=8мм предохранителя секции

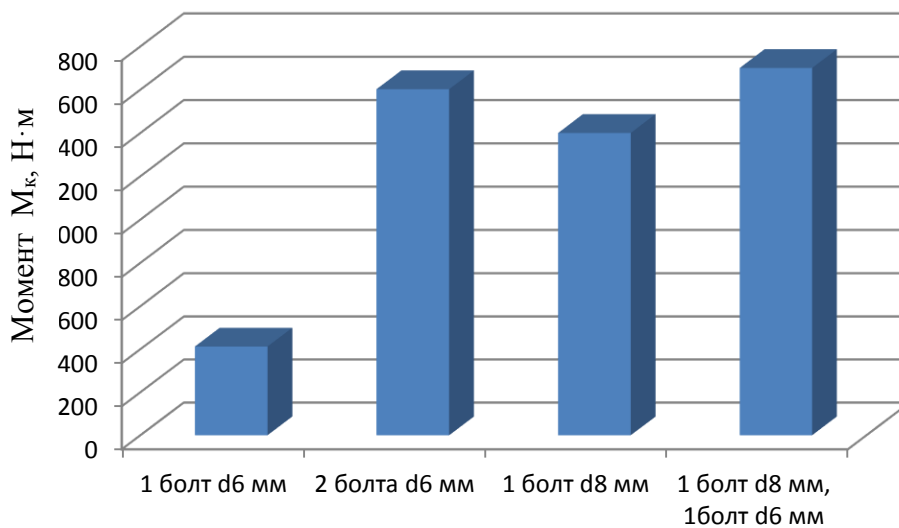


Рисунок 4.8 - Зависимость момента срабатывания предохранителя от вариантов фиксации диска с ножами

4.2 Система сигнализации срабатывания секций.

Схема системы сигнализации. Принцип работы системы сигнализации был описан в главе 2. Однако, в ходе ее изготовления в ее схему был внесен ряд изменений. При испытании первых образцов системы сигнализации имело место ложное срабатывание датчиков системы, в связи с чем один из ножей секции мы стали оснащать дополнительным вертикальным ножом.

Схема содержит: ножи фрезы 1 (рисунок 4.9), закрепленные на дисках секций 2, каждый из которых расположен между двумя дисками 3, жестко связанными с валом 4 и соединенных между собой с диском секции 2 срезными болтами 5. Для определения скоростей вращения дисков секций 2 с ножами 1, на одном из ножей секции устанавливается дополнительный нож 6, служащий маяком для датчика оборотов секции 7.

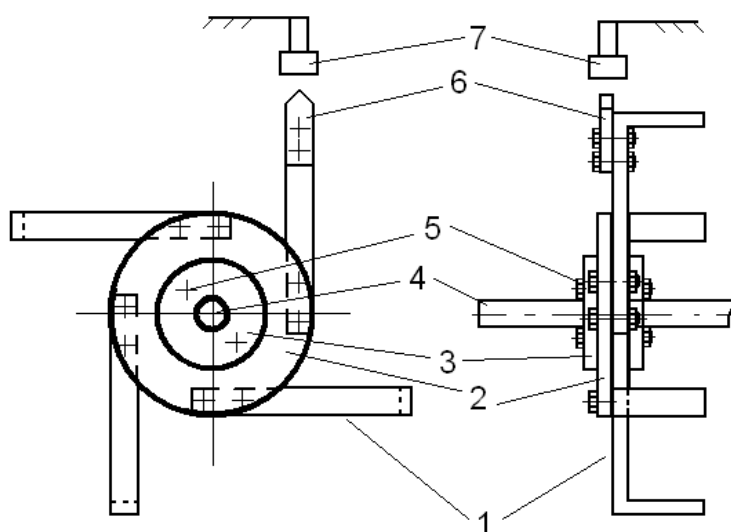


Рисунок 4.9 - Схема устройства секции почвообрабатывающей фрезы

Во время работы машины, диск 2 с закрепленными на нём ножами 1, вращается вместе с валом 4, обрабатывая пласт почвы. При столкновении ножа 1 какой-либо из секций машины с камнем крупного размера, нагрузка на нож из-за невозможности дальнейшего вращения резко возрастает и передается на диск 2 и болты 5. Когда нагрузка от взаимодействия секции с камнем достигает такой величины, что усилие в болтовых соединениях превышает усилие среза, болты скрепляющие диски вала 3 с установленным между ними диском 2 срезаются и происходит обход встречаемого камня с возможностью поворота диска 2 в противоположном направлении вращению вала 4. Остальные секции при этом продолжают свою работу, вращаясь с основным валом машины.

По разнице скоростей вращения сработавшей секции и секций, про-

должающих свою работу можно регистрировать срез болтов. В процессе работы датчики 7, реагируя на дополнительный нож 6, посылают сигналы в блок управления для регистрации скорости при вращении диска 2 каждой секции, и в случае ее снижения или отсутствии сигнала с датчика 7 секции с остановившимся диском 2 с помощью блока управления и сигнализаторов светового или звукового типа сообщают оператору машины о необходимости остановки и замене срезанных болтов 5. Таким образом, величина огрехов образуемых при обработке каменистых почв снижается с общей ширины захвата машины до величины равной ширине захвата одной секции взаимодействовавшей с камнем.

На данное техническое решение нами была оформлена заявка на выдачу патента на изобретение (приложение Г).

Для реализации предложенной схемы почвообрабатывающей фрезы с системой электронного контроля было разработано устройство на базе платы-контроллера ARDUINO UNO, в основе схемы которого расположен микроконтроллер ATMEGA328, а так же вся его «обвязка», необходимая для его работы, включая USB-программатор и источник питания.

В нашем случае электрическое питание разработанного устройства при работе почвообрабатывающего агрегата возможно от бортовой сети трактора, например, при подключении к выходу замка зажигания или специальной семиштырьковой розетки ПС-300А-100 тракторов МТЗ.

При настройке и программировании контроллера питание платы осуществляется с USB-порта переносного компьютера (ноутбука).

Нами было разработано две схемы компоновки устройства, изображенные на рисунке 4.10.

В первой схеме электронного блока представляющего собой цифровой прибор, определяющий и сравнивающий частоту вращения секций почвообрабатывающей фрезы, индикатором служит ЖК-дисплей типа 1602А на основе контроллера HD44780 (рисунок 4.11).

Обозначение 1602А фактически значит, что он на две строки по 16 символов в строке. Данный ЖК-дисплей при включенной подсветке дает очень четкое изображение, отлично видимое на свету и в темноте, что особенно важно при эксплуатации в полевых условиях. Отображение символов на данном дисплее можно запрограммировать в виде бегущей строки. Однако применение его без дополнительных модулей требует задействования семи цифровых выводов платы контроллера для датчиков секций и одного для датчика колеса (при необходимости измерения его оборотов для определения поступательной скорости движения фрезы).

Во второй схеме (рисунок 4.10, вид б) вместо ЖК-дисплея используется плата с применением зуммера и светодиодных индикаторов для оповещения оператора о срабатывании срезных болтов секции. На каждую секции по одному красному светодиоду и один белый в паре с пьезозвуковым зуммером.

Для согласования портов с датчиками используются каскады на транзисторах VT1, VT2...VT14. Так как питание поступает на прибор с выхода замка зажигания или тракторной розетки ПС-300А-100, он работает только при включенном зажигании.

Датчики секций, также как и датчик вращения колеса почвообрабатывающей фрезы представляют собой источники импульсов, частота которых зависит от скорости вращения секций и скорости колеса.

В качестве датчиков частоты вращения среди всего многообразия типов датчиков применяемых в современных электронных системах наибольшее распространение в условиях эксплуатации с повышенной запыленностью получают вихретоковые и индуктивные датчики, работающие на принципе магнитной индукции. Для расширения возможностей применения датчиков разных марок и фирм изготовителей на монтажной схеме были дополнительно предусмотрены регуляторы напряжения питания датчиков, позволяющие производить их точную настройку.

В зависимости от числа установленных на секции ножей с маяком, дат-

чики при вращении, формируют такое же число импульсов за один оборот вала почвообрабатывающей фрезы. То есть, в нашем случае, с учетом возможности установки маяков на каждом ноже, можно получать от одного до шести импульсов за оборот вала. Для датчика опорного колеса почвообрабатывающей фрезы количество импульсов может отличаться и зависит от конструктивного исполнения разрабатываемого узла.

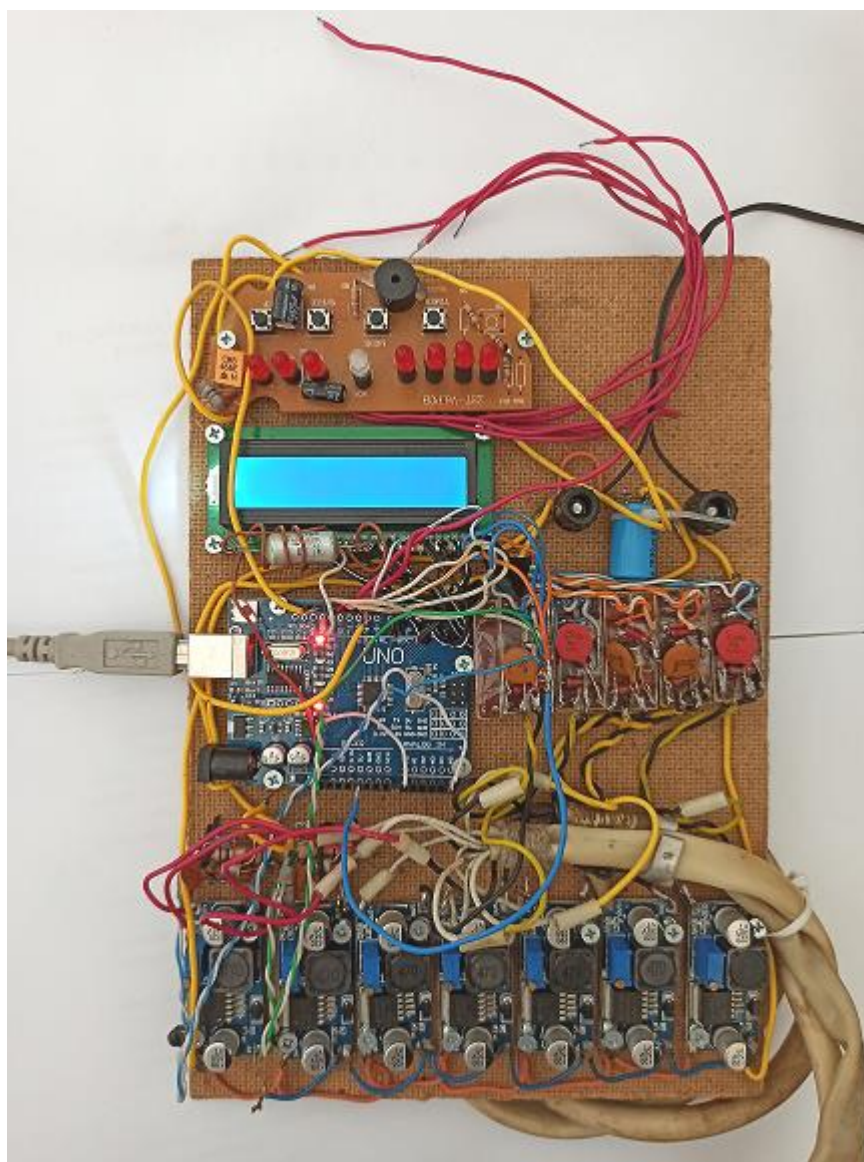


Рисунок 4.11 - Общий вид монтажной платы с установленной платой микроконтроллера ATMEGA328, а так же вся его «обвязка» с ЖК-дисплеем типа 1602А, регуляторами питания датчиков и платой зуммера со светодиодными индикаторами

Программирование платы разрабатываемого электронного блока осуществлялось на языке программирования C++. Пример с исходным кодом

программы с подробными комментариями на момент её тестирования в лабораторных условиях приведен в приложении Д.

Как видно из кода разработанной и представленной в приложении Д программы на языке «С++», для работы используется функция «pulseIn», которая измеряет в микросекундах длительность положительного либо отрицательного перепада входного импульса.

После расчетов выводятся следующие результаты: период и частота в об/мин каждой из секций и в среднем по секциям; отклонение частоты вращения каждой секции в процентах от среднего значения по секциям.

Далее в случае превышения отклонения частоты вращения какой-либо из секций свыше 3% выводится надпись «Стоп! Секция...» с указанием номера данной секции. Одновременно с этим, оператором «tone» задается вывод с подключенным пьезозвуковым излучателем-зуммером, тон звукового сигнала каждой секции и время его звучания.

В случае неполадок при отклонении частот вращения всех секций свыше 3% от средней, или иных поломках связанных с остановкой вращения, также выводится надпись "Стоп! Все секции..." в сопровождении звукового сигнала.

Если входного сигнала нет, например, включили зажигание, но привод ВОМ выключен и не передает вращение на вал фрезы, то в строках, где нет сигнала, будет надпись «inf».

Таким образом, задаваясь в программе выводами цифрового порта с подключенными к плате микроконтроллера датчиками секций, а также количеством импульсов за оборот вала, можно осуществлять управление и контроль за процессом работы.

Методика проведения экспериментов. Первые опыты проводились непосредственно в лаборатории кафедры «Тракторы и сельхозмашины» Горского ГАУ, в ходе которых проводилась конструктивная доработка системы сигнализации, совершенствовалась программа опроса и в конструкцию фрезы вносились изменения.

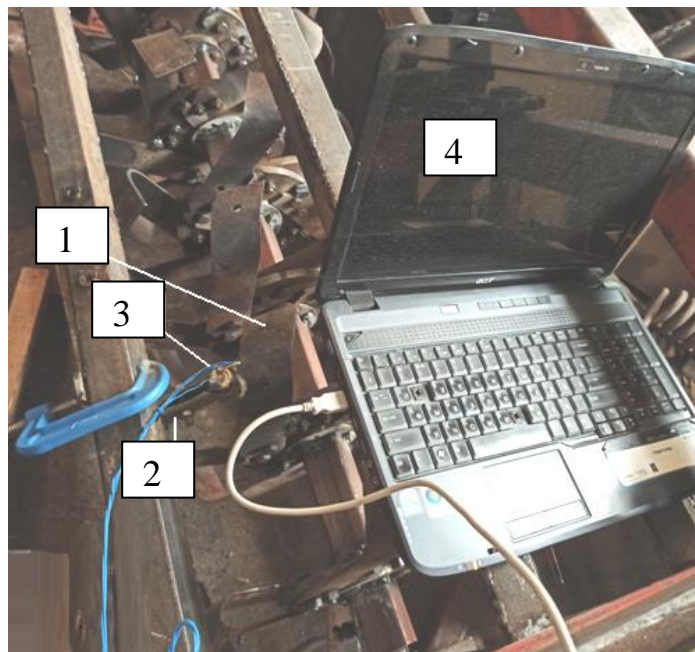


Рисунок 4.12 - Фрагмент испытания системы сигнализации.

1 – вал почвообрабатывающей фрезы с установленными секциями с Г-образными ножами; 2 – кронштейн датчика оборотов; 3 – датчик оборотов секции; 4 - портативный компьютер (ноутбук) с программным обеспечением, подключенный к электронному блоку по USB- порту

Фрагмент испытания изображен на рисунке 4.12.

Опыты проводили следующим образом. С исследуемой секции снимали срезной болт и диск с ножами заклинивали деревянной вставкой. Включали питание системы сигнализации и на вал фрезы подавали вращение от низкооборотного электродвигателя, оснащенного переходником. Далее под вращающуюся секцию фрезы подставляли деревянный брусок. Клин переламывался и секция затормаживалась.

Во второй серии экспериментов на машину устанавливались уже датчики всех секций, фреза навешивалась на трактор. Затем производился наезд испытываемой секцией на деревянный брусок имитирующий препятствие.

Результаты экспериментов. После устранения неточностей в программе и отработки конструкции система срабатывала надежно, информируя оператора о неисправности сработавшей секции.

4.3 Энергопотребление фрезой

Методика опытов. Для исследования энергопотребления фрезой, возникающих нагрузок в процессе работы, опытный образец машины нами был оборудован контрольно-измерительным оборудованием. Схема размещения и подключения датчиков и других приборов изображена на рисунке 4.13. В ходе проведения эксперимента регистрировались: крутящий момент на валу 1 подшипникового узла; число оборотов вала 4 конического редуктора зная которое легко определить число оборотов барабана фрезы; число оборотов опорного колеса 12 фрезы, что позволяло рассчитать значение поступательной скорости машины. Рассмотрим методику определения каждого из этих параметров по отдельности.

Регистрация значений крутящего момента проводилась при помощи тензоизмерительного оборудования. Для этого на вал 1 подшипникового узла наклеивалось 4 тензорезистора с базой 20 мм и сопротивлением 200 Ом. Тензорезисторы наклеивались крест-накрест с двух противоположных сторон вала и соединялись между собой по мостовой схеме.

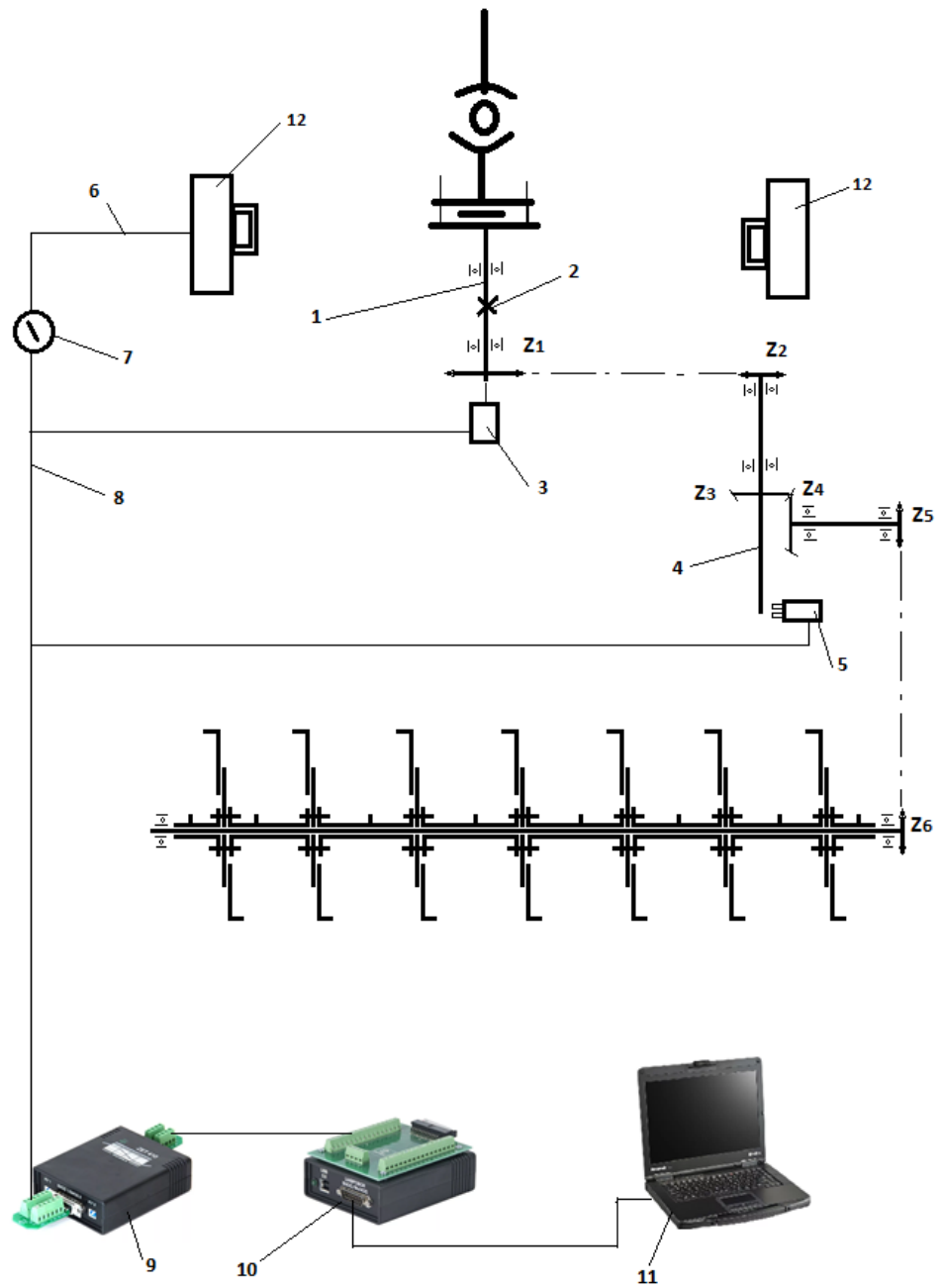


Рисунок 4.13 - Схема эксперимента по изучению энергопотребления опытным образцом почвообрабатывающей фрезы



Рисунок 4.14 - Общий вид вала подшипникового узла с наклеенными тензорезисторами

Для того, чтобы провода не повреждались во время работы они укладывались в канавку, профрезерованную вдоль вала. После этого, тензорезисторы герметизировались мастикой, предохраняющей их от повреждения.

На конце вала 1 (рисунок 4.15) имеется отверстие с резьбой, в которое вкручивалась шпилька на свободный конец которой одевался передний конец концевого кольцевого токосъемника. К токосъемнику подходит 4-х проводная шина из кабеля. Для компенсации возможных несоосностей в результате регулировок цепного привода идущего от приводного вала к редуктору, корпус токосъемника жестко фиксировался на раме машины, а его соединение с приводным валом обеспечивалось посредством гибкой трубчатой муфты с хомутами.

Сам токосъемник прикручивался к кронштейну винтами который, в свою очередь, крепился хомутами к раме машины.

Предварительно вал 1 (рисунок 4.15) тарировался. Для этого в верхнюю вилку карданной передачи вставляли металлический кругляк и проворачивали вилку пока кругляк займет горизонтальное положение.

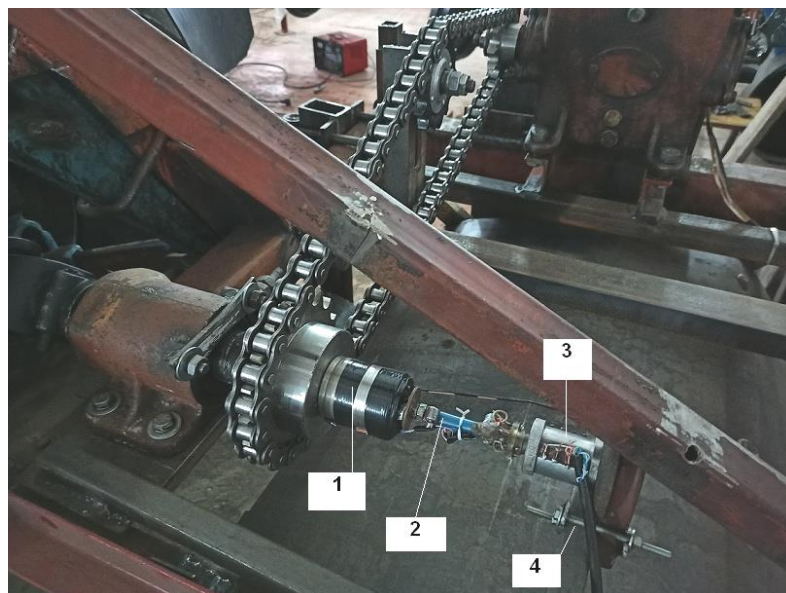


Рисунок 4.15 - Общий вид подшипникового узла с приводным валом и установленным токосъемником на момент проведения опытов по снятию характеристик крутящего момента:

1 – приводной вал с установленной цепной передачей, 2 - гибкая трубчатая муфта с хомутами, 3 – четырёхканальный ртутный токосъемник, 4 – хомут крепления токосъемника к раме машины

После этого, включали измерительное оборудование, а именно генератор импульсов, программу тензомер и программу «многоканальный осциллограф». Далее заклинивали вал фрезерного барабана и, замерив плечо приложения силы, нагружали кругляк через динамометр ДПУ-2-2. Значение силы на динамометре и число единиц АЦП записывали в таблицу, после чего постепенно проводили разгрузку вала и заносили результаты измерения в таблицу.

На рисунке 4.16 приведены зависимости между числом единиц АЦП и приложенным крутящим моментом по трем реализациям и линия тренда, которая представляет собой прямую линию.

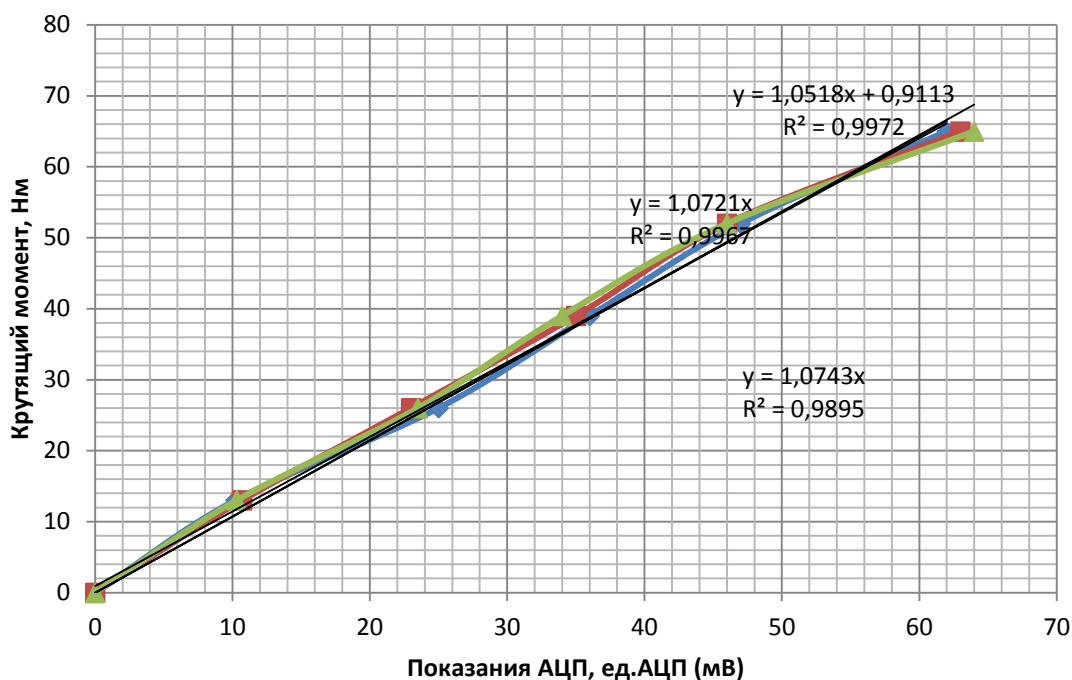


Рисунок 4.16 - Зависимость между числом единиц АЦП и крутящим моментом на валу подшипникового узла

Так как во всех реализациях имела место сильная корреляция между единицами АЦП и приложенным крутящим моментом, и, принимая во внимание, что при отсутствии крутящего момента число единиц АЦП равно 0, находим, что коэффициент перевода единиц АЦП в крутящий момент k_M равен $k_M = 1,036 \text{ Нм}/(\text{ед АЦП})$.

Зная коэффициент перевода, настраивали запись данных сразу в единицах крутящего момента, то есть в Нм.

Число оборотов барабана фрезы. Для определения числа оборотов вала фрезы выход вала 4 (рисунок 4.17) зачернялся изолентой на которую сверху наклеивалась полоска из белой пластмассы. К корпусу редуктора прикручивался кронштейн на который крепился оптический датчик КУ-032 (рисунок 4.17).

Датчик был подключен к одному из каналов АЦП Zet 210. В ноутбук загружалась программа «энкодер» из программного пакета ZetLab и загружалась программа «многоканальный осциллограф».

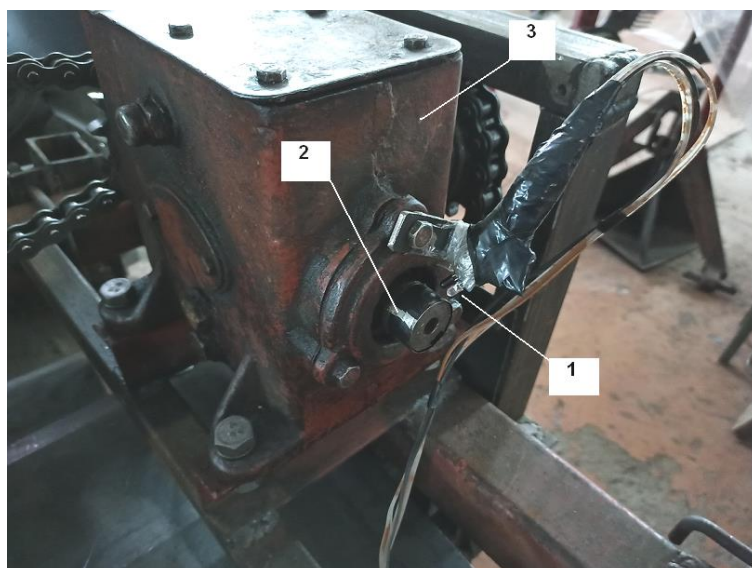


Рисунок 4.17 - Общий вид оптического датчика оборотов вала редуктора почвообрабатывающей фрезы и конца вала с меткой для срабатывания датчика: 1 – оптопара датчика, 2 – метка, 3-корпус редуктора.

При вращении вала редуктора, как только наклеенная белая полоска приближалась к датчику 1 (рисунок 4.17), последний срабатывал, на экране компьютера осциллограмма имела п-образный пик, а число показаний энкодера увеличивалось на 1. Зная время между двумя пиками легко рассчитать текущее значение угловой скорости вала редуктора.

Для определения значения числа оборотов вала фрезы данное значение необходимо умножить на передаточное число редуктора i_0 и передаточное значение передачи i_2 от звездочки Z_5 к звездочке Z_6 (рисунок 4.13).

Для того, чтобы иметь возможность проводить испытания в широком диапазоне частот вращения вала барабана фрезы нами было закуплено в компании «Механик-техно» девять звездочек с различным числом зубьев для передач от Z_1 к Z_2 и от Z_5 к Z_6 . В результате мы получили возможность варьирования частотой вращения фрезерного барабана в широком диапазоне, что отражено в таблице 4.3.

Используя данные осциллограмм и таблицы 4.3 легко определить и фактическое значение числа оборотов ВОМ трактора в каждом конкретном случае.

Таблица 4.3 - Передаточные числа привода фрезы и соответствующие числа оборотов фрезерного барабана при частоте вращения ВОМ трактора 540 об/мин

№ п/п	Число зубьев шестерен и передаточное отношение на входе в редуктор		Передаточное отношение редуктора i_0	Число оборотов фрезерного барабана (об/мин) при соответствующем передаточном отношении привода от редуктора (отношение числа зубьев звездочки барабана к звездочке редуктора)							
	Z_1/Z_2	i_1		$\frac{14}{14}$ 1	$\frac{15}{14}$ 1,071	$\frac{14}{13}$ 1,077	$\frac{15}{13}$ 1,153	$\frac{14}{11}$ 1,273	$\frac{15}{11}$ 1,364	$\frac{11}{13}$ 0,846	$\frac{11}{14}$ 0,786
1	20/16	1,25	0,4	$\frac{0,5}{270}$	$\frac{0,536}{289}$	$\frac{0,539}{291}$	$\frac{0,577}{623}$	$\frac{0,637}{344}$	$\frac{0,682}{368}$	$\frac{0,423}{228}$	$\frac{0,393}{212}$
2	20/11	1,818	0,4	$\frac{0,727}{393}$	$\frac{0,779}{420}$	$\frac{0,723}{422}$	$\frac{0,838}{453}$	$\frac{0,925}{500}$	$\frac{0,991}{535}$	$\frac{0,615}{332}$	$\frac{0,571}{309}$
3	18/16	1,125	0,4	$\frac{0,45}{243}$	$\frac{0,482}{260}$	$\frac{0,485}{262}$	$\frac{0,519}{280}$	$\frac{0,573}{309}$	$\frac{0,614}{331}$	$\frac{0,381}{206}$	$\frac{0,354}{191}$
4	18/11	1,636	0,4	$\frac{0,654}{353}$	$\frac{0,7}{378}$	$\frac{0,704}{380}$	$\frac{0,754}{407}$	$\frac{0,833}{450}$	$\frac{0,892}{482}$	$\frac{0,553}{299}$	$\frac{0,514}{278}$

Определение скорости движения машины. Определение поступательной скорости машины проводилось при помощи гибкого вала 6 (рисунок 4.18), присоединенного с одной стороны к опорному колесу 12 машины и с другой стороны к спидометру автомобиля ВАЗ- 2106. Внутри спидометра, напротив вращающегося магнита был установлен датчик Холла, подсоединенный к усилителю и АЦП с которого сигнал поступал в ноутбук. В течении одного оборота колеса магнит совершает также один оборот.

Общий вид установки оборудования изображен на рисунке 4.18.

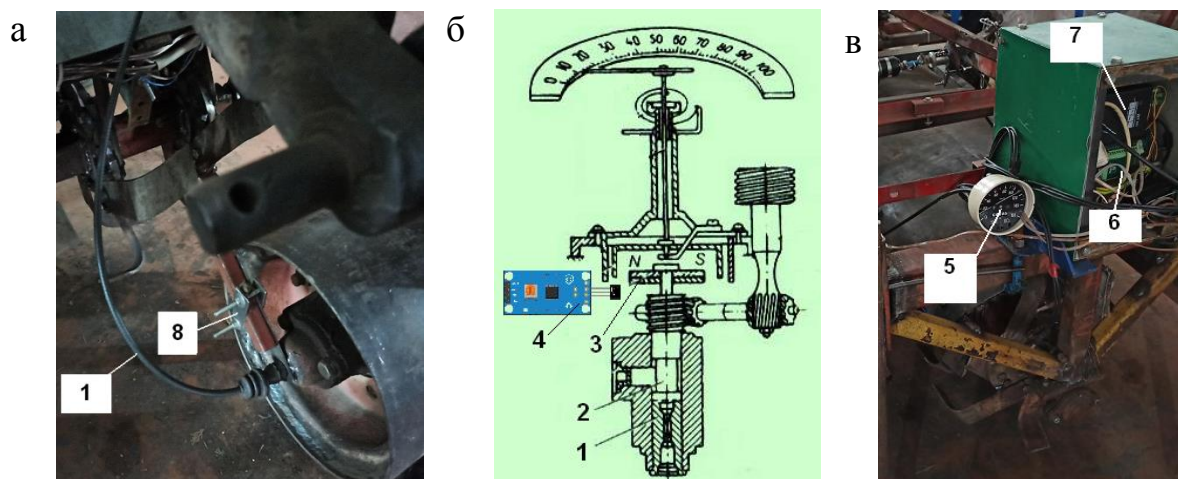


Рисунок 4.18 - Общий вид установленного на почвообрабатывающей фрезе оборудования для регистрации поступательной скорости машины:

а) опорное колесо с присоединенным гибким валом; б) схема установки датчика Холла в спидометре; в) установка спидометра, усилителя и АЦП на раме машины;

1 – гибкий вал, 2 – привод спидометра, 3 – вращающийся магнит, 4- датчик Холла, 5 – корпус спидометра, 6 –многоканальный аналого-цифровой преобразователь «Zet 210», 7 – дифференциальный усилитель «Zet 411».

Во время рабочего процесса обработки почвы фрезой опорное колесо вращаясь приводит во вращение гибкий вал 1 который вращает магнит 3 внутри спидометра. При подходе магнита к датчику Холла последний срабатывал и подобный импульс поступал в усилитель сигналов, а затем в АЦП, с которого уже поступал в компьютер. В компьютере была также загружена программа «генератор сигналов», «энкодер» и «многоканальный осциллограф». На осцилло-

грамме появлялся п-образный пик. Все результаты записывались на жесткий диск компьютера. Зная время между двумя пиками и диаметр колеса, легко можно рассчитать скорость движения машины.

Результаты экспериментов. Первоначально нами изучалось энергопотребление фрезой на холостом ходу. Эксперимент проводили в следующей последовательности.

Запускался двигатель трактора и измерительное оборудование. После прогрева двигателя и оборудования включалась запись каналов по которым шло измерение крутящего момента и числа оборотов редуктора фрезы. Далее, на холостых оборотах двигателя трактора включался ВОМ и производилась запись данных с включенных каналов. Затем обороты увеличивались и опять включалась запись с задействованных каналов. После этого выставлялись максимальные обороты и производилась запись исследуемых параметров.

После окончания эксперимента данные обрабатывались в программе Ms Excel.

Результаты экспериментов представлены в таблице 4.4 и на рисунке 4.19.

Таблица 4.4 - Средние значения мощности холостого хода опытного образца почвообрабатывающей фрезы от числа оборотов ВОМ трактора

Частота вращения вала отбора мощности n , об/мин	Мощность на приводном валу, кВт
214,67	0,231495
414,8775	0,651617
488,3471	1,04336

Как видно из таблицы 4.4 и рисунка 4.19 с ростом числа оборотов ВОМ, интенсивно возрастает потребляемая мощность фрезой.

В нижней части рисунка 4.19 приведена шкала по которой можно определить соответствующее число оборотов барабана фрезы. Как видно из расчетов, максимальное значение составило $n = 341,8$ об/мин, минимальное $n = 150,2$ об/мин.

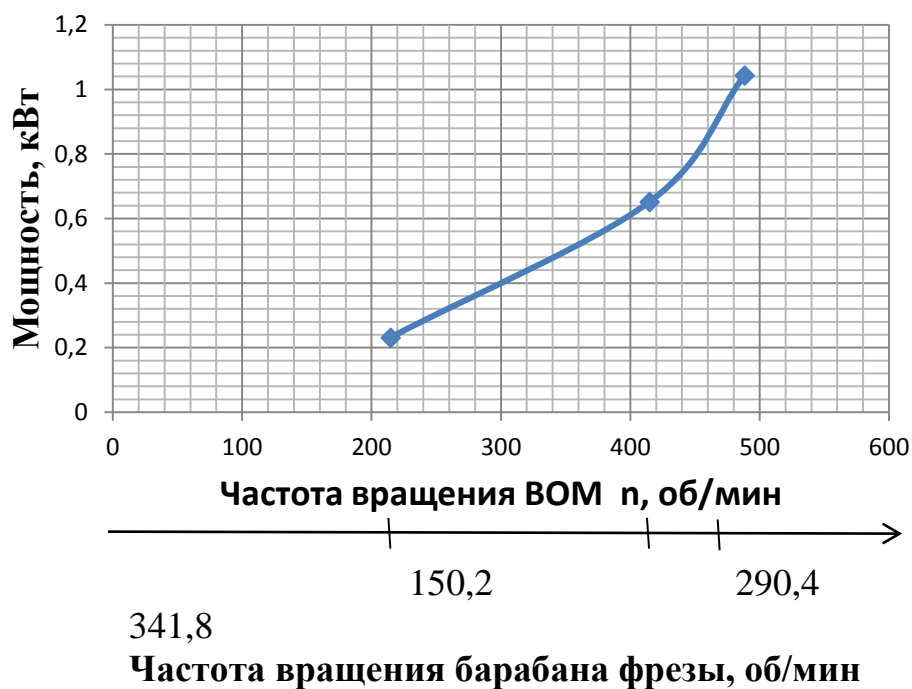


Рисунок 4.19 - Зависимость мощности холостого хода почвообрабатывающей фрезы от числа оборотов ВОМ трактора

Следует также отметить, что максимальные значения пускового момента на холостом ходу находились в пределах 650... 800 Нм (рисунок 4.20), однако, из-за кратковременности существования таких значений никаких поломок в приводе машины не происходит.

Опыты по изучению энергопотребления опытным образцом фрезы в полевых условиях проводили глубокой осенью 2020 года, что связано с задержками работ по изготовлению машины, возникшими из-за пандемии корона вируса и карантином на машиностроительных предприятиях республики.

В связи с этим, опыты по изучению энергопотребления опытным образцом фрезы провели по сокращенной программе.

Для этой цели на землях принадлежащих вузу был запахан участок залежи, содержащий небольшие камни – до 10см. Для питания измерительного оборудования на опытный образец машины был установлен электрогенератор фирмы Yamaha мощностью 1,5 кВт (рисунок 4.21).

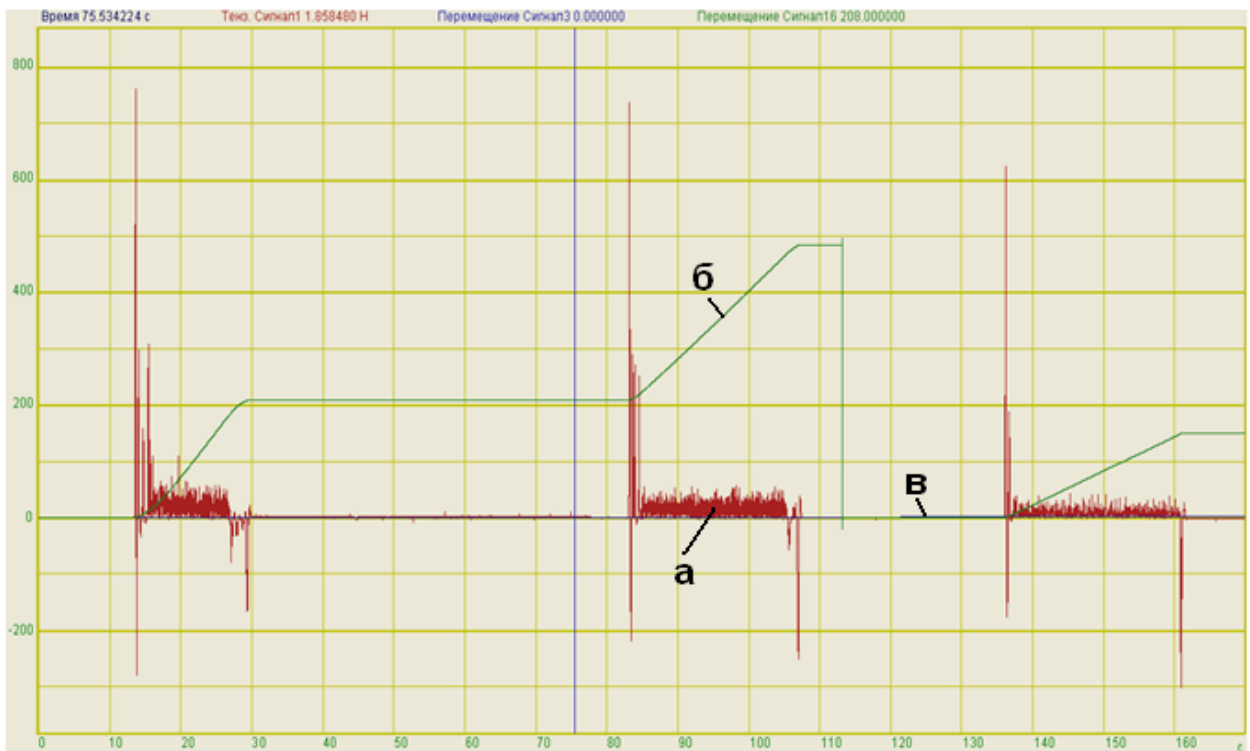


Рисунок 4.20 - Осциллограммы холостого хода почвообрабатывающей фрезы: *а* – осциллограмма крутящего момента в ед.АЦП, *б*, *в* – осциллограммы оборотов выходного вала редуктора и колеса (линии энкодера)



Рисунок 4.21 - Опытный образец фрезы с полным комплектом измерительного оборудования и бензиновым генератором

Испытания проводили на скоростях на первой, второй и третьей передачах

трактора МТЗ-80, что соответствует скоростям 1,89, 2,5 км/ч и 3,22 км/ч.

Твердость почвы на глубине 0,17м составила 1,2 МПа, влажность 28%, глубина обработки была 0,17м.

Результаты исследования представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 - Результаты опытов по определению затрат мощности на фрезерование пахоты на глубину 0,17м в зависимости от скорости движения

№ п/п	Скорость машины, V_m , км/ч	Результаты статистической обработки			
		Среднее значение N_{ϕ} , кВт	Среднекв. отклонение σ , кВт	Кoeff. вариации V , %	Относ. ошибка, ср. арифм., %
1	1,78	17,26	14,36	80,6	3,57
2	2,34	20,06	23,5	117,4	4,61
3	3,02	23,1	17,77	76,9	2,37

Как видно из таблицы 4.5 в диапазоне исследуемых скоростей движения 1,78...3,02 км/ч затраты мощности на привод фрезы колебались в пределах 17,26...23,1 кВт, причем, с увеличением скорости движения потребляемая фрезой мощность возрастала. Опыты характеризовались сильной изменчивостью, коэффициент вариации $V=76,9...117,4\%$.

Результаты таблицы 4.5 несколько отличаются от расчетных данных, приведенных в главе 2, что, очевидно, обусловлено различием агротехнических фонов в применяемых экспериментах.

Тем не менее, результаты, приведенные в таблицы 4.5, позволяют сделать вывод, что энергопотребление разработанной фрезой вполне приемлемо для практической деятельности.

Качество обработки почвы удовлетворяло агротребованиям и определялось согласно действующим методикам которые более подробно будут рассмотрены ниже. Отклонение от заданной глубины обработки почвы не превышало 0,5 см, гребнистость поверхности поля 1,9 см, глубина обработки 16,5 см, размер фракций почвы до 50мм – 100%, средний диаметр частиц 5,8 ... 12,7мм.

4.4 Взаимодействие ножей барабана с камнями

Взаимодействие ножей барабана с камнями разной величины отражалось на осциллограммах в виде пиков значительной величины. Так как запись данных с тензометрического моста проводилась со скоростью 1000 раз в секунду, то определить время удара в миллисекундах труда не представляло.

Кроме того, для целенаправленной записи осциллограмм отражающих взаимодействие ножей барабана фрезы с камнем, нами был подобран камень овальной формы с размерами 30x20x15 см который размещался на пути следования машины. Камень такой величины является довольно серьезным препятствием. В ходе проведения экспериментов он размещался на поверхности почвы или закапывался на глубину 5см.

На рисунке 4.22 приведен один из фрагментов осциллограммы.

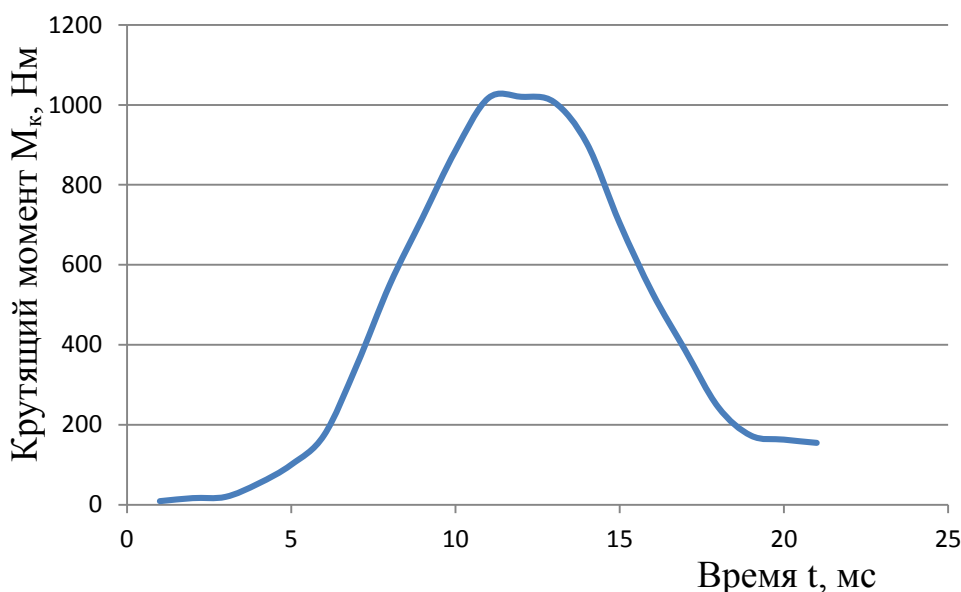


Рисунок 4.22 - Фрагмент осциллограммы, отражающий воздействие на вал подшипникового узла фрезы ударной нагрузки

Как видно из рисунка 4.22 время удара составило 0,008с. Для того, чтобы определить силу удара необходимо значение крутящего момента разделить на передаточное число трансмиссии фрезы и разделить на радиус ножа. Для данного случая получаем 6,68 кН.

В ходе обработки данных установлено, что время нарастания нагрузки находится в диапазоне $\Delta t = 0,008\text{с}$ до $0,045\text{с}$, крутящий момент $M_k = 800 \dots 2000$ Нм, что соответствует силе на ноже $P = 5,06 \dots 12,6$ кН.

Время нарастания нагрузки свыше $0,015\text{с}$ говорит о том, что процесс, очевидно, проходит с изменением расположения камня в почве, то есть он может быть частично продавлен в почву или продавлена какая-то его часть и т.д. В этом случае, принимая во внимание установленное передаточное число трансмиссии машины, барабан может повернуться на угол до 82° .

В ходе данных экспериментов имело место срабатывание предохранительной муфты, что отчетливо видно на осциллограмме. Случаев же среза болтов не зафиксировано.

Выводы

1. Экспериментально изучены значения усилия срабатывания предохранительного устройства с упругими элементами из резины, а также устройства со срезными болтами. Установлено, что значение момента срабатывания для первого варианта компоновки конструкции находится в диапазоне $162 \dots 1048$ Н·м и зависит от величины затяжки болтов $\Delta l = 0 \dots 3,75$ мм. В случае оснащения предохранителя секции фрезы срезными болтами рекомендуется одинарная или парная установка болтов $d = 8$ мм.

2. Разработана схема и система электронного контроля за частотой вращения каждой секции со светозвуковой сигнализацией.

3. Изучена зависимость энергозатрат от скорости движения почвенной фрезы. Установлено, что изменение скорости движения с $1,78$ до $3,02$ км/ч способствует росту затрат на привод от $17,26$ до $23,1$ кВт.

5 Испытания опытного образца фрезы и расчет эффективности от ее применения

5.1 Описание опытного образца почвообрабатывающей фрезы

После проведения полевых экспериментальных исследований с нее было демонтировано все измерительное оборудование и конструкция машины была оперативно доработана с учетом выявившихся недостатков.

На рисунках 5.1-5.4 представлены общие виды машины соответственно спереди, справа, сзади и слева.

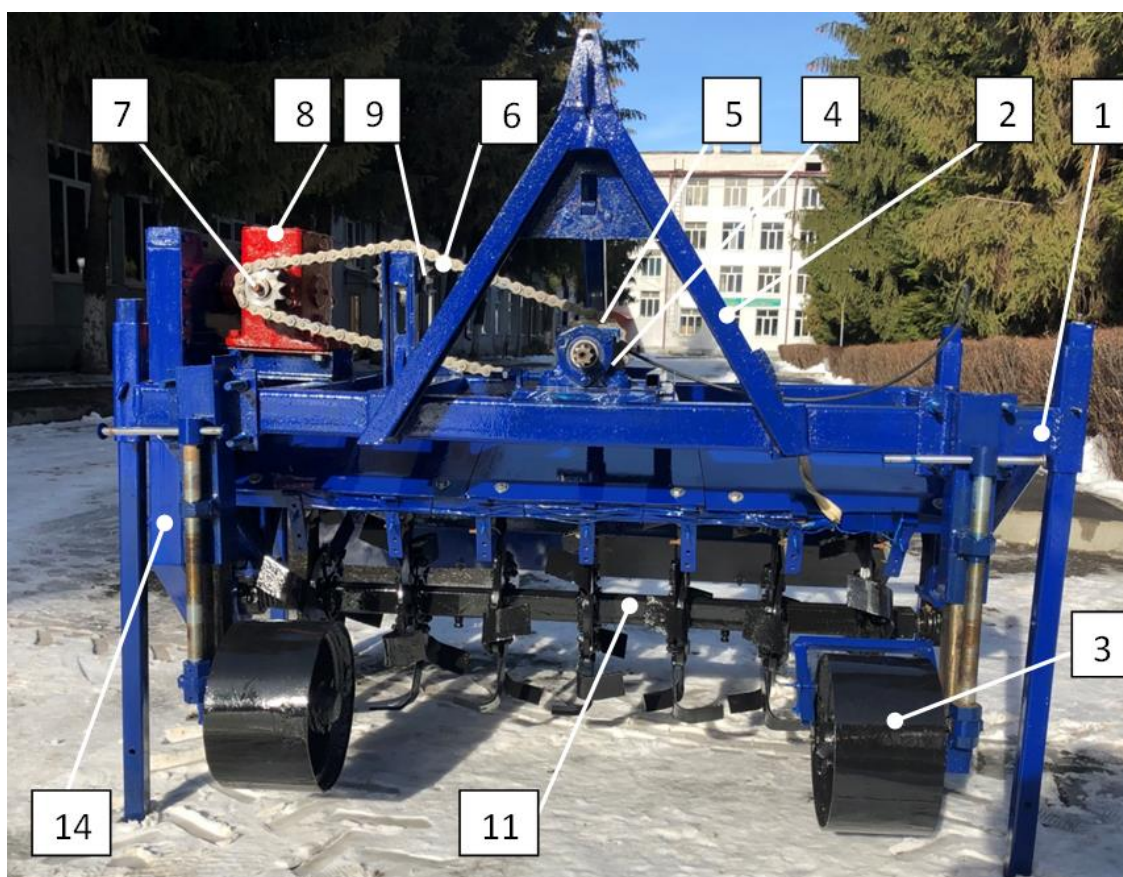


Рисунок 5.1 - Общий вид машины спереди

Машина состоит из рамы 1 в передней части которой расположен замок автосцепки 2 и два регулируемых опорных колеса 3. К переднему брусу рамы 1 приварена пластина с прорезями к которой болтами прикреплен подшипниковый узел 4 на передний конец которого одеваются карданный вал, а на заднем конце смонтирована звездочка 5 для привода втулочно-роликовой цепи 6 приводящей во вращение звездочку 7 входного вала конического редуктора 8. Натяжка цепи

6 осуществляется при помощи натяжной звездочки 9 и натяжного устройства 10 подшипникового узла 4. Вращение от звездочки выходного вала конического редуктора передается посредством втулочно-роликовой цепи к звездочке вала фрезерного барабана 11.

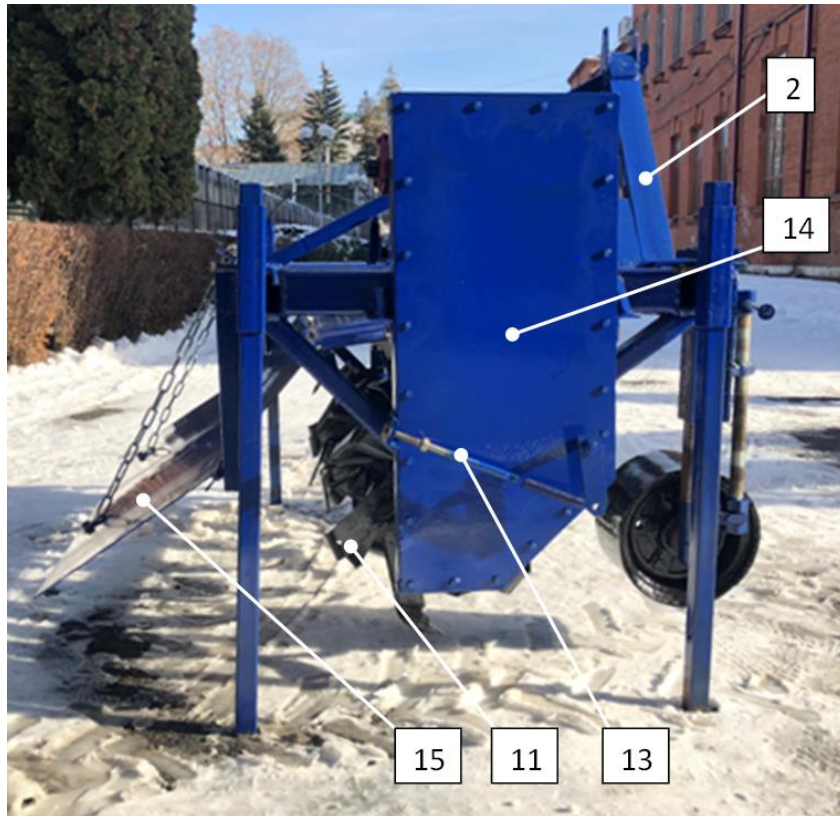


Рисунок 5.2 - Общий вид машины справа



Рисунок 5.3 - Общий вид машины сзади



Рисунок 5.4 - Общий вид машины слева

Натяжка цепи привода фрезерного барабана осуществляется при помощи натяжной звездочки посаженной прикрепленной к кронштейну на ось которого снаружи одета пластина с натяжной пружиной 12 и регулировочным болтом 13. Во избежание быстрого износа цепи почвой вся цепная передача помещена в защитный корпус 14.

Фрезерный барабан 11 крепится к раме машины при помощи двух подшипниковых узлов. Для того, чтобы во время работы машины не происходило разбрасывание почвы сверху барабана на брусках рамы установлены 3 защитных кожуха 15, а к заднему нижнему брусу рамы шарнирно прикреплены два наклонных кожуха. Для того, чтобы избежать повреждения кожухов во время заглабления фрезы они устанавливаются под наклоном к поверхности почвы. Для этого они подвешиваются цепями к кронштейнам рамы машины.

Сверху над рамой машины на кронштейнах закреплены датчики Холла 16 (рисунок 5.5) соединенные с шиной имеющей разъем 17 для соединения с шиной блока управления, который устанавливается в кабине трактора. Для того, чтобы не происходило забивания датчиков 17 перед ними установлен отбойник

18, представляющий собой консольно закрепленную пластину из резины толщиной 12 мм.



Рисунок 5.5 - Датчики Холла и отбойник смонтированные над барабаном фрезы

На квадратный вал барабана одеты кронштейны 19 между которыми расположены диски 20, которые могут свободно вращаться на валу. Соседние кронштейны и расположенные между ними диски стянуты срезными болтами 21.

На каждом диске 20 болтами прикреплены ножи 22, изготовленные из рессорной стали Ст 50ХГА. Для того чтобы не происходил срез болтов крепления ножей по бокам каждого ножа к диску 20 приварены упоры.

Принимая во внимание рекомендации, изложенные в монографии профессора Г.Н. Синеокова, каждый нож крепили таким образом, чтобы при максимальной глубине обработки и начале вхождения ножа в почву он был расположен к поверхности почвы под углом 30° (рисунок 5.6).



Рисунок 5.6 - Крепление ножей на диске барабана

Сами ножи имели сложную форму (рисунок 5.6) и для их изготовления нами были изготовлены специальные шаблоны. Радиусы закругления ножей выбирали согласно рекомендациям, изложенным в справочной литературе. Для обеспечения постепенного перерезания почвенного пласта крыло ножа было отогнуто назад под углом 30° . Заточку ножей также осуществляли согласно известным рекомендациям.

Всего на машине установлено 21 правый и 21 левый нож. Между ножами соседних дисков имеется зазор равный 15 мм предусмотренный для того, чтобы не происходило их зацепления между собой в случае среза предохранительных болтов.

Известно, что наименьшие значения максимального крутящего момента приложенного к валу барабана фрезы имеют место в случае если ножи расположены по винтовой линии относительно оси вала барабана. Согласно Г.Н. Синякову [31] несколько большие значения, но лучшая стабилизация машины имеет место при симметричном расположении ножей. В связи с этим, нами была разработана схема расположения ножей, отраженная на рисунке 5.7.

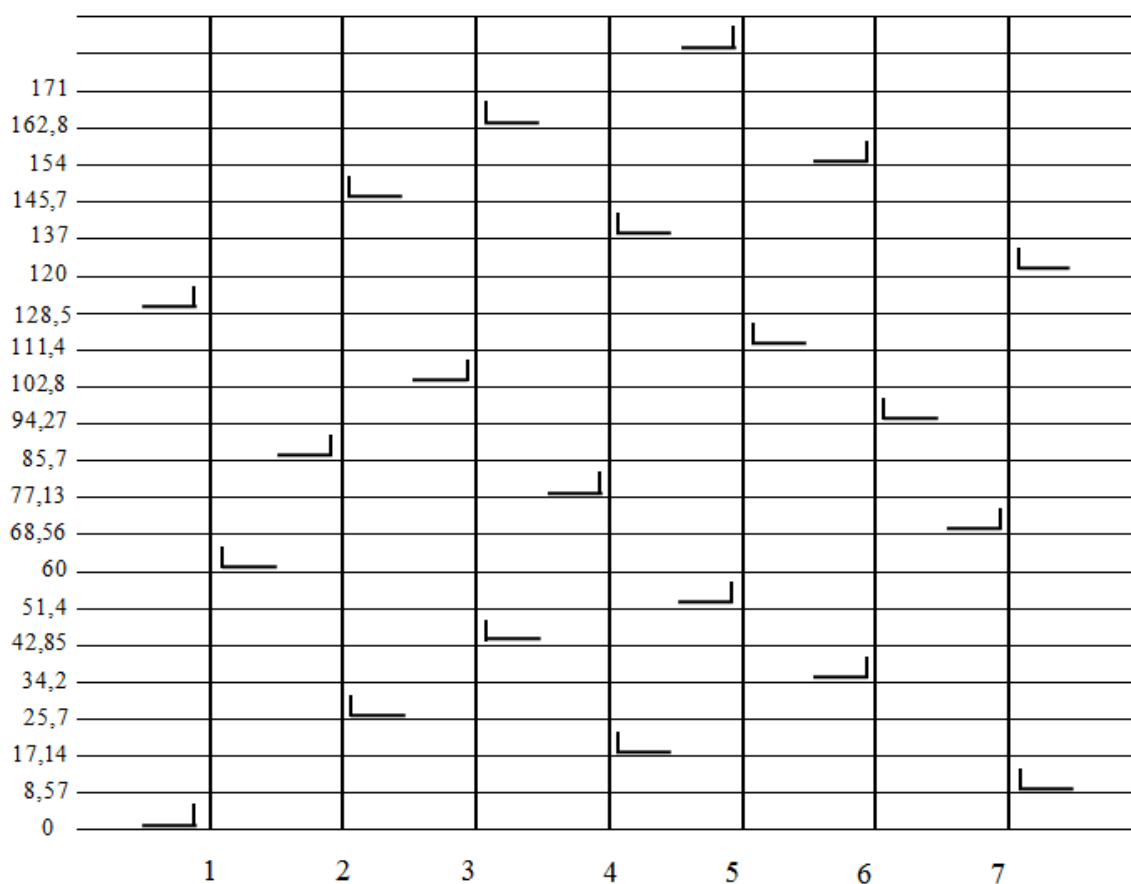


Рисунок 5.7 - Схема расстановки ножей на опытном образце почвенной фрезы

Таким образом, согласно этой схеме, в дисках просверливались отверстия для срезного болта, а для того, чтобы при монтаже машины каждый диск устанавливался на свое место, на верхней их части насверливались метки (рисунок 5.8). При этом, одна метка насверливалась на месте установки первого левого ножа для каждого диска.



Рисунок 5.8 - Монтажные метки на диске.

Ввиду того, что нами применялся замок автосцепки, предохранительная муфта располагалась на ВОМ трактора.

5.2 Результаты полевых исследований опытного образца фрезы

Полевые испытания опытного образца фрезы проводили согласно действующих методик и нормативов, изложенных в соответствующих действующих стандартах перечень которых на 01.01.2020 года на сайте ФГБНУ Российского НИИ по информации и технико-экономическим исследованиям по инженерно-техническому обеспечению АПК (КубНИИТиМ). В частности, мы руководствовались стандартами: ГОСТ Р54784-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров»; ГОСТ 20915-2011 «Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний»; ГОСТ 33687-2015 «Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний»; ГОСТ 24055-2016 «Методы эксплуатационно-технологической оценки» [40-42].

В таблице 5.1. приведены основные технические характеристики опытного образца фрезы ФН-1,37К.

Таблица 5.1 - Техническая характеристика опытного образца фрезы ФН-1,37К

Показатель	Ед. изм.	Значение
Тяговый класс агрегирующего трактора	кН	0,9...1,4
Число оборотов ВОМ трактора	об/мин	540
Рабочая скорость	км/ч	до 4,2
Транспортная скорость	км/ч	до 20
Глубина обработки	м	до 0,12
Ширина захвата	м	1,37
Габариты		
- длина		1455
- ширина	мм	1860
- высота		1320
Масса	кг	370

Первые полевые испытания проходили на участке плодопитомника Горского ГАУ который весной 2020 года был запахан, задискован и прокультивирован. К концу осени участок имел небольшую растительность, а почва была уплотнена за счет воздействия осадков и солнечного тепла.

В таблице 5.2 приведены результаты измерения характеристик участка, определенные согласно ГОСТ 20915-2011 [41], в котором изложена и методика проведения необходимых замеров.

Таблица 5.2 - Характеристика условий проведения испытаний

Показатель	Ед. изм.	Значение
Тип почвы	-	Выщелоченный чернозем
Рельеф	-	Ровный
Микрорельеф (среднее значение высоты неровностей)		
- продольный	см	3,5
- поперечный	см	3,8
Наличие кочек		отсутствуют
Твердость почвы в слое:		

- 0-5 см	мПа	0,8
- 0-10 см		1,2
- 10-15 см		1,4
- 15 – 20см		1,8
Влажность почвы (абсолютная)	%	
- 0-5 см		20,2
- 0-10 см		21,4
- 10-15 см		23,4
- 15 – 20см	24,1	
Среднее количество камней диаметром более 5см на 1м ² в слое 0...20см	шт	0,8
Количество сорняков на 1м ²	шт	32

Как видно из таблицы 5.2 на данном участке камни диаметром 5см и более встречаются довольно редко. Однако, для выведения машины из строя, в случае если она не разработана для работы на каменистых почвах, достаточно может быть и одного камня, чтобы вызвать ее поломку. Поэтому к наличию камней всегда следует относиться внимательно и использовать только технику, спроектированную для работы на каменистых почвах.

В начале испытаний машина отработала на опытном участке 5 часов, за время которых она была оптимально настроена. Далее проводились уже замеры оговоренных ГОСТом агротехнических показателей.

В таблице 5.3 приведены основные результаты испытаний.

Таблица 5.3 - Показатели качества выполнения рабочего процесса обработки почв опытным образцом фрезы ФН-1,37К

Показатель	Ед. Изм.	Значение
Дата проведения испытаний	-	29.11.2020
Состав агрегата	-	МТЗ-80+ ФН-1,37К
Установочная глубина обработки	см	17
Рабочая скорость агрегата	м/с	0,85
Гребнистость поверхности поля	см	+1,9
Среднее значение глубины обработки	см	12,4
Отклонение средней глубины обработки от установленной	см	0,4

Продолжение таблицы 5.3

Рабочая ширина захвата	м	1,32
Степень крошения почвы в обрабатываемом слое:		
- размер фракций до 50мм	%	100
- размер фракций до 25 мм		90,4
Подрезание сорных растений	%	100
Заделка растительности	%	92
Содержание эрозионно-опасных частиц в слое 0-5см	%	18,2

Как видно из таблицы 5.3 все показатели качества осуществления рабочего процесса не превышают значений определенных агротехническими требованиями.

В ходе проведения испытаний предохранительная система работала нормально, случаев выхода ее из строя не наблюдалось. Благодаря наличию отбойника датчики системы не забивались и работали устойчиво.

При взаимодействии ножей фрезы с встречающимися камнями отмечались удары, однако они были не настолько сильны, чтобы наступил срез или пробуксовала предохранительная муфта. Это говорит о том, что вызывающие поломку нагрузки имеют место на данных участках нечасто, однако, в случае их возникновения, вероятность поломки очень высока.

В целом, испытания подтвердили рациональность предложенной конструкции машины.

5.3 Расчет экономической эффективности от внедрения опытного образца фрезы ФН-1,37К

Расчет экономической эффективности от внедрения разработки проводили согласно ГОСТ 34393-2018 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки» [43].

В п.4 ГОСТа четко прописаны показатели сравнительной экономической эффективности, для расчета которых необходимо правильно выбрать базовую

модель машины с которой будет сравниваться опытный образец. В качестве базовой машины нами была выбрана почвофреза ФН-1,4, имеющая чуть большую ширину захвата и меньшую стоимость по сравнению с опытным образцом.

В таблице 5.4 приведены исходные данные для расчета показателей экономической эффективности базовой и новой машин.

Таблица 5.4 - Исходные данные для расчета показателей экономической эффективности базовой и новой машин

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Базовый вариант ФН-1,4	Экспериментальный ФН-1,37К
1	Глубина обработки	м	0,12	0,12
2	Скорость движения	м/с	0,89	0,89
3	Ширина захвата	м	1,4	1,37
4	Коэффициент использования шир. захвата	β	0,89	0,89
3	Потребляемая мощность	кВт	20,82	20,82
4	Коэффициент использования врем., смены	τ	0,7	0,76
5	Масса машины	кг	250	370
6	Цена 1 кг топлива	руб.	47	47
7	Цена машины	руб.	147000	187000
8	Балансовая стоимость трактора МТЗ-80	руб.	1380000	1380000
9	Нормативн. отчисл. на амортиз. трактора кат	%	12,5	12,5
10	Нормативн. отчисл. на амортиз. схм кам	%	12,5	12,5
11	Нормативн. отчисл. на ремонт трактора крт	%	14,9	14,9
12	Нормативн. отчисления на ремонт схм крм	%	11	11
13	Тарифная ставка тракториста машиниста	руб./ч	225,82	225,82
14	Стоимость одного ножа	руб.	720	720
15	Годовая загрузка трактора	ч	950	950
16	Годовая загрузка схм	ч	220	220
17	Удельный расход топлива двигателя Д-240	г/кВт*ч	238	238
18	Норма расх. моторн. масла в % к диз. топливу	%	5	5
19	Норма расх. трансм. масла в % к диз. топливу	%	1,9	1,9
20	Норма расх. конс. смазки в % к диз. топливу	%	0,25	0,25
21	Цена 1 л диз. масла	руб.	105	105
22	Цена 1л трансмиссионного масла	руб.	758	758
23	Цена 1 кг консистентной смазки	руб.	630	630
24	Срок службы трактора	лет	8	8
25	Срок службы с.-х. машины	лет	6	6

При проведении расчетов для опытного было принято несколько большее значение коэффициента использования времени смены для опытного образца, за счет исключения затрат времени на замену одного ножа фрезы в течении рабочего дня.

Для проведения расчетов нами была разработана программа в MS Excel проведены соответствующие расчеты, которые представлены в табл.5.5.

Таблица 5.5 - Результаты расчета показателей экономической эффективности базовой и новой машин

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Базовый вариант	Экспериментальный
1	Балансовая стоимость машины	руб.	169050	215050
2	Часовая производительность машины	га/ч	0,279	0,297
3	Расход топлива на единицу работы	кг/га	17,76	16,684
4	Стоимость гсм на единицу работы	руб./га	1211,71	1138,3
5	Заработная плата на единицу работы	руб./га	809,39	760,34
6	Амортизационные отчисления	руб./га	138,73	144,99
7	Отчисления на ремонт и ТО	руб./га	147,47	151,43
8	Затраты на замену ножей (1 нож в день)	руб./га	368,66	0
9	Затраты труда	чел-ч/га	3,58	3,37
10	Прямые затраты на единицу работы	руб./га	2675,96	2195,06
11	Экономия прямых затрат	руб./га		480,9
12	Экономия трудозатрат	руб./га		0,02

Как видно из результатов расчета, предложенная конструкция почвофрезы обеспечивает существенную экономию прямых затрат – 480,9 рублей на один га. Это обусловлено, главным образом, несколько большей производительностью опытного образца и отсутствием затрат на замену ножей.

Разработанная программа позволила оперативно провести расчет показателей экономической эффективности от внедрения опытного образца по сравнению с другими марками почвофрез, выпускаемыми серийно.

Расчеты показали, что внедрение предложенных разработок в конструкцию машин обеспечивает, при условии изготовления их с высокой надежностью, обеспечивает значимое значение экономического эффекта по сравнению со сравниваемыми образцами.

Выводы

1. Полевыми испытаниями изготовленного образца фрезы ФН-1,37К в соответствии с отраслевыми и государственными стандартами изучены показатели качества, которые соответствовали агротехническим требованиям. Случаев выхода из строя предохранительной системы не наблюдалось.

2. По результатам расчета показателей экономической эффективности экспериментального образца фрезы ФН-1,37К при годовой загрузке машины 220 ч, экономия прямых затрат составит 480,9 руб./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Анализ конструкций почвообрабатывающих фрез и анализ научных работ показал, что существующие конструкции почвообрабатывающих фрез недостаточно надежны в работе при их эксплуатации в условиях горных селекционных питомников.

2. Разработана перспективная конструктивно-технологическая схема предохранительной системы фрезы со срезными болтами секций и системой сигнализации с программируемым блоком управления.

3. Теоретически изучен процесс взаимодействия рабочих органов почвообрабатывающей фрезы с камнями и обоснованы рациональные значения основных ее параметров (значения кинематического режима, длины ножей и т.д.).

4. Экспериментально изучены процесс взаимодействия ножей с камнем, энергопотребления опытным образцом фрезы. В случае оснащения предохранителя секции фрезы срезными болтами рекомендуется одинарная или парная установка болтов $d=8$ мм.

5. Полевые испытания опытного образца фрезы ФН-1,37К оснащенного предохранителями срезного типа и системой светозвуковой сигнализации показали, что качество обработки удовлетворяет агротребованиям. Случаев поломок фрезы не зафиксировано.

6. По сравнению с базовой моделью фрезы ФН-1,4 расчетное значение экономии прямых затрат на единицу площади составляет 480,9 руб./га (в ценах 2020 года).

7. По результатам работ опубликовано: одна статья в журнале, входящем в БД Scopus, одна статья в системе РИНЦ, отправлена одна заявка на выдачу патента РФ на изобретение.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фреза ФПУ-2,0 [Электронный ресурс] // ООО «Сельмашкомплект» [Офиц. сайт]. URL: <http://selmashkomplekt.com/catalog/navesnoe-oborudovaine/freza-fpu-2-0/> (дата обращения: 12.12.2020)
2. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины : учеб. для вузов / В. М. Халанский, И. В. Горбачев. - М.: КолосС, 2006. - 624 с. - ISBN 5-9532-0029-3.
3. Фреза почвообрабатывающая [Электронный ресурс] // Торговый дом «Велес Коломна» - сельскохозяйственная техника [Офиц. сайт]. URL: <http://www.veles-kolomna.ru/katalog-produkcii/pochvoobrabatyvayushchaya-tekhnika/frezy-pochvoobrabatyvayushchie.html> (дата обращения: 08.11.2020)
4. Фреза для сплошной обработки почвы [Электронный ресурс] // «Рязсельмаш» [Офиц. сайт]. URL: <http://www.rzsm.ru/freza.html> (дата обращения: 08.11.2020)
5. Почвообрабатывающая фреза ПН01 [Электронный ресурс] // ООО "НПО "Мелиоратор" [Офиц. сайт]. URL: <http://npomeliorator.com/catalog/tillage/tillage-cutters/pn01/> (дата обращения: 08.11.2020)
6. [Почвофреза навесная усиленная ФРН-1,6К](#) [Электронный ресурс] // Компания ООО «АЗАС» Алтайский завод автотракторного спецоборудования [Офиц. сайт]. URL: <http://azas.su/produktsiya/freza-816-817-detail> (дата обращения: 30.11.2020)
7. [Машина универсальная для возделывания картофеля и овощей УМВК-1,4](#) [Электронный ресурс] // Агробаза [Информационно-справочный портал]. URL: https://www.agrobase.ru/catalog/machinery/machinery_69a6b61e-d412-4cd6-b3b7-6763694b0ccc (дата обращения: 30.11.2020)
8. [Фреза навесная почвообрабатывающая ФН-2,8](#) [Электронный ресурс] // ООО «Агросфера» [Торговый дом]. URL: http://agrosfera26.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=66 (дата обращения: 30.11.2020)

9. Фреза почвообрабатывающая (почвофреза) [Электронный ресурс] // ООО «Группа торгово-производственных компаний «РУБАРЗ» (RUBARZ) Рубцовский завод. [Официальный сайт]. URL: <http://rubarz.ru/freza-pochvoobrabatyvayushhaya-pochvofreza-universalnaya-fpu-2-0> (дата обращения: 30.11.2020)

10. Почвофреза АКРІЛ (Польша) [Электронный ресурс] // Торговая компания ООО ЮНИК плюс [Официальный сайт]. <http://www.unic-plus.ru/freza-akpil> (дата обращения: 10.12.2020)

11. Эркенов А.Н. Теоретическое обоснование конструктивно-режимных параметров комбинированного пахотного агрегата /А.Н. Эркенов, Ю.А. Шекихаев [и др.] // Научный журнал КубГАУ. 2012. №77(03). Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2012/03/pdf/78.pdf>

12. Жук А.Ф. Разработка и исследование фрезерного агрегата для картофелеводства /А.Ф. Жук [и др.] // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2016. №3. - С. 21-25.

13. ГОСТ 33687-2015 Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2016. – 41с.

14. Демко А.Н. Повышение эффективности использования почвообрабатывающего агрегата на базе колесного трактора класса 1,4 в технологии биологизированного земледелия : дисс. ... канд. техн. наук : 05.20.01 – Благовещенск, 2019. – 160с.

15. Рамазанова Г.Г. Параметры и режимы работы фрезы для предпосадочной обработки почвы под картофель: дисс. ... канд. техн. наук. - Москва, 2016. - 133с.

16. Гаджиев П.И. Расчет шага почвообрабатывающей фрезы с зубцеобразной формой /П.И. Гаджиев, М.М. Махмутов, А.И. Алексеев, М.М. Махмутов// Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т.13. №5. - С. 21-25.

17. Гаджиев П.И. Исследование работы почвообрабатывающей фрезы с зубчатым лезвием ножей /П.И. Гаджиев [и др.] // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина». 2020. №1 (95). – С. 14-18.

18. Гуреев И.И. Минимизация энергоёмкости фрезерной обработки почвы /И.И. Гуреев, Н.С. Климов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2016. №1. – С. 64-67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/minimizatsiya-energoyomkosti-frezernoy-obrabotki-roshvu> (дата обращения: 12.12.2020).

19. Драняев С.Б. Нагружение винтового ножа почвообрабатывающей фрезы в зависимости от угла установки лезвия/С.Б. Драняев, М.Н. Чаткин, В.А. Овчинников // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2017. №7-2. С. 38-41.

20. Навесная почвофреза Bomet U 540 - 7 рядная (1,6м): инструкция по эксплуатации. - Вегров, 2010. - 36с.

21. N. I. Naumkin, V. F. Kupryashkin, A. S. Kniazkov, E. N. Panyushkina Theoretical and practical means of providing the desired cutting angle of the soil // International journal of applied and fundamental research. 2014. Vol.2. - P. 60. URL: www.science-sd.com/457-24732

22. Князьков А.С. Повышение эффективности функционирования самоходных малогабаритных почвообрабатывающих фрез путем использования адаптивных энергоэффективных рабочих органов /А.С. Князьков, Н.И. Наумкин, В.Ф. Купряшкин // Вестник Мордовского университета. 2014. № 1-2. – С. 186-194.

23. Матяшин Ю.И. Ротационные почвообрабатывающие машины (теория, расчет, эксплуатация) / Ю.И. Матяшин, Н.Ю. Матяшин. – Казань: Казанский госагроуниверситет, 2008. – 203с.

24. Raparelli, T., Eula, G., Ivanov, A., & Pepe, G. Kinematic analysis of rotary harrows // Journal of Agricultural Engineering. 2019. Vol/ 51(1), PP. 9-14. <https://doi.org/10.4081/jae.2019.976>

25. D. Guglev Defining the critical kinematic parameters of rotary harrow with vertical axis of rotation // Agricultural science and technology. 2011. Vol. 3. №3. pp. 237 – 239.

26. N. R. Makange, V.K. Tiwari Effect of Horizontal and Vertical Axis Rotavators on Soil Physical Properties and Energy Requirement // Trends in Biosciences. 2015 8(12). - PP. 3225-3234. <https://www.researchgate.net/publication/281279756>

27. Tolvaly-Roşca F., Pásztor J. Work process analysis of the machines with working parts entrained, in seedbed preparation works //INMATEH – Agricultural Engineering. 2019. Vol. 58, №2. DOI: 10.35633/INMATEH-58-01

28. B.N. Ghosh, The power requirement of a rotary cultivator // Journal of Agricultural Engineering Research. 1967. Vol. 12, Issue 1, PP. 5-12. [https://doi.org/10.1016/S0021-8634\(67\)80030-1](https://doi.org/10.1016/S0021-8634(67)80030-1).

29. Mandal S, Bhattacharyya B, Mukherjee S (2015) Design of Rotary Tiller's Blade Using Specific Work Method (SWM). J Appl Mech Eng 4: 164. doi:10.4172/2168-9873.1000164

30. Tharoon T., Tharanitharan G., Dr. Tamilselvam P., Aravind Raj A. Design and Fabrication of Rotary Tiller Blade // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 04 Issue: 1 | Jan -2017. P. 1007-1012.

31. Синеоков Г.Н. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков.- М.: Машиностроение, 1977.- 325 с.

32. Канаев Н.Ф. Роторный (фрезерный) культиватор для каменистых почв с обратным направлением вращения / Ф.М. Канаев // Материалы НТС ВИСХОМ, вып. 20.- М., 1965.- С. 84-88.

33. Кузнецов Ю.Н. Изыскание рабочих органов для предпосевной обработки почвы / Ю.Н. Кузнецов // Труды ВИМ, Т.61. - М., 1975.- С. 265-281.

34. Яцук Е.П. Ротационные почвообрабатывающие машины / Е.П. Яцук, И.М. Панов, Д.Н. Ефимов.- М.: Машиностроение, 1971.- 255 с.

35. Полтавцев И.С. Фрезерные каналокопатели / И.С. Полтавцев.- Киев: Машгиз, 1954.- 130 с.

36. Синеоков Г.Н. Проектирование почвообрабатывающих машин / Г.Н. Синеоков. – М.: Машиностроение, 1965. – 311с.
37. Турбин Б.Г. Сельскохозяйственные машины: теория и технологический расчет / Б.Г. Турбин, А.Б. Лурье, С.М. Григорьев, Э.М. Иванович, С.В. Мельников. – Л.: Машиностроение, 1967. – 583с.
38. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. В 3-х т., Т.3 / под ред. М.И. Клецкина. – М.: Машиностроение, 1964. – 836с.
39. Математический форум Math Help Planet [Электр. ресурс] Math Help Planet [Образовательный портал] URL: <http://www.mathhelpplanet.com> (дата обращения: 15.10.2020)
40. ГОСТ Р 54784-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы оценки технических параметров. – М.: Стандартинформ, 2012. – 23с.
41. ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. - М.: Стандартинформ, 2013. – 27с.
42. ГОСТ 24055-2016 Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: Стандартинформ, 2017. – 27с.
43. ГОСТ 34393-2018 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Стандартинформ, 2018. – 15с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ОАО «Саниба»
 Х.Н. Цгоев
20__ г.



УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО
Горский ГАУ
 В.Х. Темираев
20__ г.



АКТ

внедрения результатов НИР

по теме «Разработка предохранительной системы фрезы, предназначенной для обработки каменистых почв в горных селекционных питомниках», выполненной в 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, представитель ОАО «Саниба», генеральный директор Цгоев Х.Н. с одной стороны и представители ФГБОУ ВО Горский ГАУ зав. каф. Тракторы и СХМ, д.т.н., проф. Кудзаев А.Б.; доцент кафедры Тракторы и СХМ, к.т.н., Цгоев А.Э.; доцент кафедры Тракторы и СХМ, к.т.н., Уртаев Т.А.; доцент кафедры ЭМТП, к.т.н., Коробейник И.А. с другой стороны, оформили настоящий акт внедрения о том, что результаты НИР:

Предложенное техническое решение рациональной конструкции предохранительной системы фрезы для обработки засоренных камнями почв прошло апробацию в 2020 году в производственных условиях на полях ОАО «Саниба» предгорной зоны РСО-Алания. По результатам полевых испытаний установлено, что качество обработки соответствует требованиям, а применение разработанного технического решения рациональной конструкции предохранительной системы фрезы, для обработки засоренных камнями почв обеспечивает высокую надежность конструкции.

Результаты НИР одобрены и рекомендованы к внедрению в хозяйстве.

НИР выполнена в рамках тематического план-задания на выполнение научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО Горский ГАУ по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2020 г.

от ФГБОУ ВО Горский ГАУ

 Кудзаев А.Б.

 Цгоев А.Э.

 Уртаев Т.А.

 Коробейник И.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б



УТВЕРЖДАЮ
Ректор ФГБОУ ВО
Горский ГАУ
В.Х. Темираев
« _____ » 20__ г.

АКТ

внедрения результатов НИР





по теме «Разработка предохранительной системы фрезы, предназначенной для обработки каменистых почв в горных селекционных питомниках», выполненной в 2020 г.

Мы, нижеподписавшиеся, сотрудники ФГБОУ ВО Горский ГАУ главный агроном Годжиев Х.М., начальник КНПО Хадиков А.Ю., экономист УНПО Мильдзихов Б.К. и зав. каф. Тракторы и СХМ, д.т.н., проф. Кудзаев А.Б.; доцент кафедры Тракторы и СХМ, к.т.н., Цгоев А.Э.; доцент кафедры Тракторы и СХМ, к.т.н., Уртаев Т.А.; доцент кафедры ЭМТП, к.т.н., Коробейник И.А. с другой стороны, оформили настоящий акт внедрения о том, что результаты НИР: предложенное техническое решение рациональной конструкции предохранительной системы фрезы для обработки засоренных камнями почв прошло апробацию в 2020 году в производственных условиях на полях ОАО «Саниба» предгорной зоны РСО-Алания. По результатам полевых испытаний установлено, что качество обработки соответствует требованиям, а применение разработанного технического решения рациональной конструкции предохранительной системы фрезы, для обработки засоренных камнями почв обеспечивает высокую надежность конструкции.

Результаты НИР одобрены и рекомендованы к внедрению в хозяйствах с засоренными камнями почвами.

НИР выполнена в рамках тематического план-задания на выполнение научно-исследовательских работ ФГБОУ ВО Горский ГАУ по заказу Минсельхоза России за счет средств федерального бюджета в 2020 г.

от ФГБОУ ВО Горский ГАУ

 Кудзаев А.Б.
 Цгоев А.Э.
 Уртаев Т.А.
 Коробейник И.А.

ПРИЛОЖЕНИЕ В



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ
СЕВЕРНАЯ ОСЕТИЯ-АЛАНИЯ
(Минсельхозпрод РСО-Алания)
362007, РСО-Алания,
г. Владикавказ, ул. Армянская, 30/1
тел.: (8672) 25-68-18, факс: 64-11-65
e-mail: mcx-rso-a@mail.ru, info@mcx.alania.gov.ru,
<http://mcx.alania.gov.ru/>

15.12.2020 № 02-16/3152

На № _____

СПРАВКА

Настоящая справка удостоверяет, что 15 декабря 2020 года, на заседании НТС Министерства сельского хозяйства и продовольствия РСО-Алания, заслушаны результаты НИР ФГБОУ ВО Горский ГАУ по темам:

1. «Селекция картофеля для условий Северо-Кавказского региона с применением инновационных технологий» (Руководитель: д.с.-х.н., проф. Басиев С.С.)
2. «Разработка предохранительной системы фрезы, предназначенной для обработки каменистых почв в горных селекционных питомниках» (Руководитель: д.т.н., проф. Кудзаев А.Б.)

Результаты НИР являются актуальными для сельского хозяйства республики, одобрены и рекомендованы к внедрению в хозяйствах РСО-Алания.

Первый заместитель министра
сельского хозяйства и
продовольствия РСО-Алания



К.В.Марзоев

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Входящий № 124
"17" "11" 2020 г.

Форма № 94 ИЗ, ПМ, ПО-2016

Федеральная служба по интеллектуальной собственности
Федеральное государственное бюджетное учреждение

«Федеральный институт промышленной собственности»
(ФИПС)

Бережковская наб., 30, корп. 1, Москва, Г-59, ГСП-5, 125993

Телефон (8-499) 240-60-15 Факс (8-495) 531-63-18

УВЕДОМЛЕНИЕ О ПРИЕМЕ И РЕГИСТРАЦИИ ЗАЯВКИ

19.10.2020	063099	2020134369
<i>Дата поступления</i>	<i>Входящий №</i>	<i>Регистрационный №</i>

<p>ФИПС ОТДМ17</p> <p><input type="checkbox"/> (86) (дисциплинарный спор международной заявки и/или заявки международной подачи, уполномоченный патентоделитель в иностранном государстве)</p> <p><input type="checkbox"/> (87) (номер и дата международной публикации международной заявки)</p> <p><input type="checkbox"/> (96) (номер европейской заявки и дата ее подачи)</p> <p><input type="checkbox"/> (97) (номер и дата публикации европейской заявки)</p>	<p>(21) РЕГИСТРАЦИОННЫЙ №</p> <p>ВХОДЯЩИЙ №</p> <p>(85) ДАТА ПЕРЕВОДА международной заявки на национальную фазу</p> <p>АДРЕС ДЛЯ ПЕРЕПИСКИ (почтовый адрес, факсимильный и электронный адреса) 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, д.37 ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»</p> <p>Телефон: (8672) 53-40-29 Факс: (8672) 53-40-29 E-mail: ggrui@globalalania.ru АДРЕС ДЛЯ СЕКРЕТНОЙ ПЕРЕПИСКИ (заполняется при подаче заявки на секретное изобретение)</p>	<p>ОТДМ17</p> <p>21 ОКТ 2020</p> <p>240*60*15</p> <p style="font-size: 2em; font-weight: bold;">9</p>
<p>ЗАЯВЛЕНИЕ о выдаче патента Российской Федерации на изобретение</p>		
<p>В Федеральную службу по интеллектуальной собственности Бережковская наб., д. 30, корп. 1, г. Москва, Г-59, ГСП-3, 125993, Российская Федерация</p>		
<p>(54) НАЗВАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ Почвообрабатывающая фреза для обработки каменных почв</p>		
<p>(71) ЗАЯВИТЕЛЬ (фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) физического лица или наименование юридического лица (полностью определенное документально), место жительства или место нахождения, название страны и почтовый индекс) Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Горский государственный аграрный университет» Россиа, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, д.37</p> <p><input type="checkbox"/> Изобретение создано за счет средств федерального бюджета Заявитель является: <input type="checkbox"/> государственным заказчиком <input type="checkbox"/> муниципальным заказчиком исполнителей работ (указать наименование)</p> <p><input type="checkbox"/> исполнителем работ по: <input type="checkbox"/> государственному контракту <input type="checkbox"/> муниципальному контракту Заказчик работ (указать наименование) Контракт от _____ № _____</p>	<p>ИДЕНТИФИКАТОРЫ ЗАЯВИТЕЛЯ</p> <p>ОГРН 1021500673677 КПП 151301001 ИНН 1503014227 СНИЛС ДОКУМЕНТ (серия, номер) КОД СТРАНЫ (по стандарту)</p>	
<p>(74) ПРЕДСТАВИТЕЛЬ(И) ЗАЯВИТЕЛЯ (указывается фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) лица, действующего в качестве представителя заявителя, наименование фирмы, предприятия или иного лица, зарегистрированного в Российской Федерации и осуществляющего патентные услуги по интеллектуальной собственности или выполняющего функции в этой области)</p> <p>Фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии) Телефон: Адрес Факс: Срок представительства (если с заявкой прилагаются документы, подтверждающие полномочия, срок действия не указывается) Адрес электронной почты: Регистрационный номер патентного поверенного</p>		
<p>(72) АВТОР (фамилия, имя, отчество (последнее – при наличии)) Адрес места жительства, включающий официальное наименование страны и ее код</p> <p>Кудзавев Анатолий Бештауович 363110, РСО-Алания, с. Михайловское, ул. Гагарина 25 Уртаев Таймураз Асланбекович 362007, РСО-Алания, г. Владикавказ,</p>		

Общее количество документов в листах	31	Лицо, зарегистрировавшее документы
Из них: - количество листов комплекта изображений изделия (для промышленного образца)	0	Соколова Е.А.
Количество платежных документов	1	

Сведения о состоянии делопроизводства по заявкам размещаются на сайте ФИПС по адресу «www.fips.ru» в разделе «Информационные ресурсы / Открытые реестры»

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Пример исходного кода программы на языке C++

```
/*  
Электронный блок фрезы  
*/  
  
#include <LiquidCrystal.h>  
  
LiquidCrystal lcd (2, 3, 4, 5, 6, 7); //порты для дисплея  
  
int Htime1; //  
int Ltime1; //  
int Htime2; //  
int Ltime2; //  
int Htime3; //  
int Ltime3; //  
int Htime4; //  
int Ltime4; //  
int Htime5; //  
int Ltime5; //  
int Htime6; //  
int Ltime6; //  
int Htime7; //  
int Ltime7; //  
  
int piezoPin = 9; //Пин, к которому подключен пьезозвуковой излучатель-зуммер  
  
float Ttime1;  
float Ttime2;  
float Ttime3;  
float Ttime4;  
float Ttime5;  
float Ttime6;
```

```
float Ttime7;  
float TtimeSr;  
float frequency1;  
float frequency2;  
float frequency3;  
float frequency4;  
float frequency5;  
float frequency6;  
float frequency7;  
float frequencySr;
```

```
float Deviation1;  
float Deviation2;  
float Deviation3;  
float Deviation4;  
float Deviation5;  
float Deviation6;  
float Deviation7;
```

```
void setup()  
{  
    pinMode (8,INPUT);  
    pinMode (19,INPUT);  
    pinMode (10,INPUT);  
    pinMode (11,INPUT);  
    pinMode (12,INPUT);  
    pinMode (13,INPUT);  
    pinMode (14,INPUT);
```

```

lcd.begin (16,2);

  pinMode(9, OUTPUT); //9 пин как выход
  digitalWrite(9, LOW); //выключить 5 вольт на 9 пин
  pinMode (6,OUTPUT);
  analogWrite(6, HIGH); //выключить 5 вольт на 6 пин
  Serial.begin(9600);
  Serial.print("1, 2, 3, 4, 5, 6, 7  ");
}

void loop() {
  Htime1=pulseIn (8,HIGH); //
  Ltime1=pulseIn (8,LOW); //
  Htime2=pulseIn (19,HIGH); //
  Ltime2=pulseIn (19,LOW); //
  Htime3=pulseIn (10,HIGH); //
  Ltime3=pulseIn (10,LOW); //
  Htime4=pulseIn (11,HIGH); //
  Ltime4=pulseIn (11,LOW); //
  Htime5=pulseIn (12,HIGH); //
  Ltime5=pulseIn (12,LOW); //
  Htime6=pulseIn (13,HIGH); //
  Ltime6=pulseIn (13,LOW); //
  Htime7=pulseIn (14,HIGH); //
  Ltime7=pulseIn (14,LOW); //

  Ttime1=Htime1+Ltime1;
  frequency1=60000000/6/Ttime1;
  Ttime2=Htime2+Ltime2;

```

frequency2=60000000/6/Ttime2;

Ttime3=Htime3+Ltime3;

frequency3=60000000/6/Ttime3;

Ttime4=Htime4+Ltime4;

frequency4=60000000/6/Ttime4;

Ttime5=Htime5+Ltime5;

frequency5=60000000/6/Ttime5;

Ttime6=Htime6+Ltime6;

frequency6=60000000/6/Ttime6;

Ttime7=Htime7+Ltime7;

frequency7=60000000/6/Ttime7;

frequencySr=(frequency1+frequency2+frequency3+frequency4+frequency5+frequency6+frequency7)/7.0;

TtimeSr=(Ttime1+Ttime2+Ttime3+Ttime4+Ttime5+Ttime6+Ttime7)/7.0;

Deviation1=100.0*(TtimeSr-Ttime1)/TtimeSr;

Deviation2=100.0*(TtimeSr-Ttime2)/TtimeSr;

Deviation3=100.0*(TtimeSr-Ttime3)/TtimeSr;

Deviation4=100.0*(TtimeSr-Ttime4)/TtimeSr;

Deviation5=100.0*(TtimeSr-Ttime5)/TtimeSr;

Deviation6=100.0*(TtimeSr-Ttime6)/TtimeSr;

Deviation7=100.0*(TtimeSr-Ttime7)/TtimeSr;

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print(frequencySr,0);

```
lcd.print(" Sr ob/min");
```

```
lcd.setCursor(0,1);
```

```
Serial.print(digitalRead(8));
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(digitalRead(19));
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(digitalRead(10));
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(digitalRead(11));
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(digitalRead(12));
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(digitalRead(13));
```

```
Serial.print(" ");
```

```
Serial.print(digitalRead(14));
```

```
Serial.println(" ");
```

```
// Serial.println(Ltime1);
```

```
// Serial.println(Htime1);
```

```
Serial.print(Ttime1);
```

```
Serial.println(" - период секция1");
```

```
Serial.print(Ttime2);
```

```
Serial.println(" - период секция2");
```

```
Serial.print(Ttime3);
```

```
Serial.println(" - период секция3");
```

```
Serial.print(Ttime4);
```

```
Serial.println(" - период секция4");
```

```
Serial.print(Ttime5);  
  
Serial.println(" - период секция5");  
  
Serial.print(Ttime6);  
  
Serial.println(" - период секция6");  
  
Serial.print(Ttime7);  
  
Serial.println(" - период секция7");  
  
Serial.print(TtimeSr);  
  
Serial.println(" - период в среднем по секциям");
```

```
  
Serial.print(frequency1);  
  
Serial.println(" - об/мин секция1");  
  
Serial.print(frequency2);  
  
Serial.println(" - об/мин секция2");  
  
Serial.print(frequency3);  
  
Serial.println(" - об/мин секция3");  
  
Serial.print(frequency4);  
  
Serial.println(" - об/мин секция4");  
  
Serial.print(frequency5);  
  
Serial.println(" - об/мин секция5");  
  
Serial.print(frequency6);  
  
Serial.println(" - об/мин секция6");  
  
Serial.print(frequency7);  
  
Serial.println(" - об/мин секция7");  
  
Serial.print(frequencySr);  
  
Serial.println(" - об/мин в среднем по секциям");
```

```
  
Serial.print(Deviation1);  
  
Serial.println(" % - секция1 к средней");
```

```
Serial.print(Deviation2);  
Serial.println(" % - секция2 к средней");  
Serial.print(Deviation3);  
Serial.println(" % - секция3 к средней");  
Serial.print(Deviation4);  
Serial.println(" % - секция4 к средней");  
Serial.print(Deviation5);  
Serial.println(" % - секция5 к средней");  
Serial.print(Deviation6);  
Serial.println(" % - секция6 к средней");  
Serial.print(Deviation7);  
Serial.println(" % - секция7 к средней");
```

```
if (Deviation1 >= 3 )
```

```
{
```

```
Serial.print("Стоп! Секция1..."); // то выводим надпись стоп
```

```
lcd.print(digitalRead(8)); // то выводим надпись стоп 1 на дисплей
```

```
lcd.print("-");
```

```
digitalWrite (9,HIGH);
```

```
tone(piezoPin, 200, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!
```

```
}
```

```
else
```

```
{ digitalWrite (9,LOW);
```

```
}
```

```
if (Deviation2 >= 3 )
```

```
{
```

```
Serial.print("Стоп! Секция2..."); // то выводим надпись стоп
```

```
lcd.print(digitalRead(19)); // то выводим надпись стоп 2 на дисплей
```

```

    lcd.print("-");

    digitalWrite (9,HIGH);

    tone(piezoPin, 400, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!
}

else

    { digitalWrite (9,LOW);

    }

if (Deviation3>=3 )

    {

    Serial.print("Стоп! Секция3..."); // то выводим надпись стоп

    lcd.print(digitalRead(10)); // то выводим надпись стоп 3 на дисплей

    lcd.print("-");

    digitalWrite (9,HIGH);

    tone(piezoPin, 600, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!

    }

else

    { digitalWrite (9,LOW);

    }

if (Deviation4>=3 )

    {

    Serial.print("Стоп! Секция4..."); // то выводим надпись стоп

    lcd.print(digitalRead(11)); // то выводим надпись стоп 4 на дисплей

    lcd.print("-");

    digitalWrite (9,HIGH);

    tone(piezoPin, 800, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!

    }

else

    { digitalWrite (9,LOW);

```



```

}
if (Deviation5>=3 )
{
Serial.print("Стоп! Секция5..."); // то выводим надпись стоп
lcd.print(digitalRead(12)); // то выводим надпись стоп 5 на дисплей
lcd.print("-");
digitalWrite (9,HIGH);
tone(piezoPin, 1000, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!
}
else
{digitalWrite (9,LOW);
}
if (Deviation6>=3 )
{
Serial.print("Стоп! Секция6..."); // то выводим надпись стоп
lcd.print(digitalRead(13)); // то выводим надпись стоп 6 на дисплей
lcd.print("-");
digitalWrite (9,HIGH);
tone(piezoPin, 1200, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!
}
else
{digitalWrite (9,LOW);
}
if (Deviation7>=3 )
{
Serial.print("Стоп! Секция7..."); // то выводим надпись стоп
lcd.print(digitalRead(14)); // то выводим надпись стоп 7 на дисплей
lcd.print("-");

```

```

digitalWrite (9,HIGH);

tone(piezoPin, 1500, 3000); // Звук прекратится через 3000 мс!

}

else

{digitalWrite (9,LOW);

}

if (Deviation1>=3 &&Deviation2>=3 &&Deviation3>=3 &&Deviation4>=3 &&Deviation5>=3
&& Deviation6>=3&& Deviation7>=3)

{

Serial.print("Стоп! Все секции..."); // то выводим надпись стоп

digitalWrite (9,HIGH);

tone(piezoPin, 2000, 500); // Звук прекратится через 500 мс!

    /* Вариант без установленной длительности */

    // tone(piezoPin, 2000); // Запустили звучание

    // delay(500);

    // noTone(); // Остановили звучание

}

else

{digitalWrite (19,LOW);

}

delay (100);

}

```