

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра «Общеинженерные дисциплины»

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

Тема: «Совершенствование технологии возделывания картофеля с разработкой культиватора для междурядной обработки почвы»

Шифр: ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00

Студент группа 241 _____ Гарифуллин Ф.Ф.
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Пикмуллин Г.В.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № ___ от _____ 2018 г.)

Зав. кафедрой профессор _____ Яхин С. М.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление «Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

Кафедра «Общеинженерные дисциплины»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ / Яхин С. М. /

« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту: Гарифуллин Фанилю Фанисовичу

Тема ВКР: «Совершенствование технологии возделывания картофеля с разработкой культиватора для междурядной обработки почвы»

утверждена приказом по вузу от « ____ » _____ 20 __ г. № _____

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР _____

2. Исходные данные: нормативно-справочная литература, технологические карты на возделывание картофеля,

3. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Литературно-патентный обзор

2. Технологическая часть

3. Конструкторская часть _____
4. Перечень графических материалов _____
1. Анализ существующих конструкций _____
2. Технологическая карта на возделывание картофеля _____
3. Операционно-технологическая карта на междурядную обработку _____
4. Чертеж общего вида модернизированного культиватора _____
5. Сборочный чертеж рабочего органа _____
6. Рабочие чертежи деталей _____

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
1. Конструкторская разработка	Яхин С. М.
2. Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И. Н.
3. Экономическое обоснование	Галиев И. Г.

6. Дата выдачи задания _____

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Литературно-патентный обзор		
2	Технологическая часть		
3	Конструкторская часть		

Студент _____ (Гарифуллин Ф. Ф.)

Руководитель ВКР _____ (Пикмуллин Г. В.)

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Гарифуллина Ф.Ф.,

выполненной на тему

«Совершенствование технологии возделывания картофеля с разработкой культиватора для междурядной обработки почвы»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 72 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 14 рисунков, 2 таблицы. Список использованной литературы содержит 15 наименования.

Предметом исследования выпускной квалификационной работы является технология возделывания картофеля.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии возделывания картофеля, определение перечня и параметров операций для ее осуществления.

В первом разделе приведен анализ конструкций рабочих органов и культиваторов для междурядной обработки картофеля.

Второй раздел посвящен разработке технологии возделывания картофеля. Проведены соответствующие расчеты и составлена технологическая карта на его возделывание.

В третьем разделе приведена модернизация культиватора для междурядной обработки. Приведены необходимые конструкторские расчеты. Разработана инструкция по охране труда тракториста-машиниста при выполнении междурядной обработки, а также приведен расчет технико-экономических показателей конструкции.

Пояснительная записка завершается выводами.

ABSTRACT

on F.F. Garifullin's graduation qualifying work, the subject of which is "Improvement of potato cultivation technology with development of a cultivator for inter-row cultivation".

This work consists of explanatory note on 71 pages of printed text and graphical documents on 6 sheets of A1 paper; includes 14 pictures, 2 tables. References include 15 items.

Text documents include explanatory note, which consists of introduction, 3 chapters, conclusions and references; 1 appendix and 1 specification.

The subject of research of the final qualifying work is the technology of potato cultivation.

The target of the final qualifying work is the development of technology for cultivating potatoes, determining the list and parameters of operations for its implementation.

In the first chapter, an analysis of the structures of working bodies and cultivators for inter-row processing of potatoes is given.

The second chapter is devoted to the development of potato cultivation technology. The corresponding calculations were made and a technological map for its cultivation was compiled.

The third chapter shows the modernization of the cultivator for inter-row processing. The necessary design calculations are given. The instruction on the labor protection of the tractor driver is developed in the performance of inter-row processing, and also the calculation of the technical and economic parameters of the structure is given.

ВВЕДЕНИЕ

Сельское хозяйство в настоящее время находится в сложном экономическом положении. Постоянный рост цен на горюче-смазочные материалы, удобрения, машины, семена, корма приводит предприятия АПК к работе с убытками.

Технология производства картофеля предусматривает совместное применение передовой агротехники, интенсивных сортов с различными сроками созревания, прогрессивных технологических приёмов, рациональной организации и своевременной формы оплаты труда, трудно увязанной с моральными и материальными стимулами за конечный результат. Это безусловное выполнение агротехнических требований и соблюдение правил производства всех видов работ на базе применения современных машин и передовой технологии обеспечивает производство картофеля с минимальными затратами ручного труда.

Внедрение технологий это выполнение операций наиболее рациональным способом, обеспечивающим максимальную механизацию всего производственного процесса с обязательным соблюдением агротехнических требований. Они в первую очередь связаны с выполнением всех операций в оптимальные сроки, поскольку качество предшествующих работ непосредственно отражается на качестве последующих и в целом на конечном результате.

На производительность и качество работы машин в значительной степени влияют природно-климатические особенности района. Это влияние усиливается специфические особенности выращивания данной культуры, которые заключаются в том, что большинство операций по ее возделыванию и уборке связано с обработкой почвы или отделением почвенных примесей.

Организационные вопросы предусматривают, прежде всего, концентрацию и специализацию производства картофеля, и создание производ-

ственных коллективов [13].

Таким образом, производство картофеля возможно лишь при внедрении в хозяйстве не только прогрессивных разработок, но и совокупность мероприятий, базирующихся на комплексном использовании новейших достижений науки, техники и передового опыта на всех стадиях производства продукции

Внедрение индустриальной технологии возделывания и уборки картофеля с использованием передовых приёмов и высокопроизводительных технических средств является резервом в повышении урожая, а также технико-экономических показателей, основными из которых являются затраты труда и себестоимость. Применение передовых агротехнических приёмов и механизированных средств позволяют повысить урожай и снизить затраты труда.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка технологии возделывания картофеля, а также повышение эффективности междурядной обработки картофеля путем модернизации культиватора КРН-4,2.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ	7
1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ.....	9
1.1 Анализ машин для междурядной обработки картофеля.....	9
1.2 Устройство и принцип работы культиватора КРН-4,2	12
1.3 Анализ конструкции рабочих органов для междурядной обработки картофеля	14
1.3.1 Пассивные рабочие органы культиватора.....	14
1.3.1 Реактивные рабочие органы культиватора.....	18
1.4 Выводы по разделу.....	19
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	21
2.1 Описание технологии возделывание картофеля.....	21
2.2 Разработка технологической карты возделывания картофеля	23
2.2.1 Обоснование технологии и расчет объемов механизированных работ	23
2.2.2 Расчёт показателей технологической карты при возделывании картофеля	24
2.2.3 Определение итоговых показателей технологической карты при возделывании картофеля	27
2.3 Разработка операционно-технологической карты междурядной об- работки почвы.....	31
2.3.1 Исходные данные для расчета.....	31
2.3.2 Агротехнические нормативы и показатели качества работы	31
2.3.3 Комплектование агрегата МТЗ-82+КРН-4,2 и подготовка к рабо- те.....	32
2.3.4 Скоростной режим работы агрегата в поле	33
2.4 Производительность агрегата, расход топлива.....	36
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	43
3.1 Агротехнические требования к междурядной обработке картофеля	43

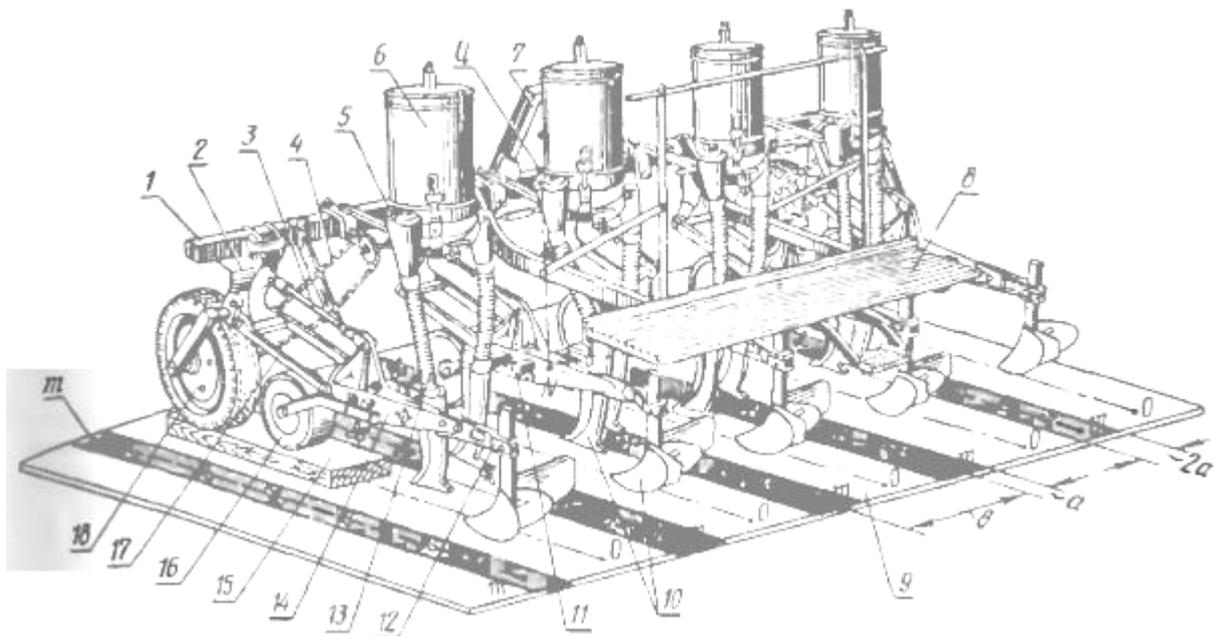
3.2 Описание и принцип работы предлагаемой модернизации культиватора КРН-4,2.....	45
3.3 Расчёт основных деталей и узлов предлагаемого рабочего органа культиватора.....	48
3.3.1 Определение тягового сопротивления рабочего органа	48
3.3.2 Расчет геометрических параметров рабочего органа.....	51
3.3.3 Расчет оси рабочего органа.....	53
3.4 Инструкция по охране труда при работе с культиватором	56
3.5 Техничко-экономическая оценка конструкции	59
ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	70
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	72

1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

1.1 Анализ машин для междурядной обработки картофеля

Культиватор-окучник КОН-2,8 ПМ

Навесной культиватор-окучник КОН-2,8 ПМ (рисунок 1.1) предназначен для междурядной обработки и подкормки картофеля, посаженного четырехрядными сажалками [7].



- 1 – брус-рама; 2 – кронштейн; 3 – верхнее звено; 4 – передача; 5 – регулятор;
 6 – туковысевающий аппарат; 7 – замок автосцепки; 8 – подножная доска;
 9 – разметочная плита; 10 – рабочие органы; 11 и 12 – держатели; 13 – тукопровод; 14 –
 грядиль; 15 – брусок; 16 и 18 – колеса; 17 – нижнее звено.

Рисунок 1.1 – Навесной культиватор КОН-2,8 ПМ

К поперечному брусу, опирающемуся на колеса, прикреплены пять секций с рабочими органами и туковысевающие аппараты. Для агрегатирования с трактором служат верхний и два нижних кронштейна навески.

Секция рабочих органов представляет собой четырехзвенный параллелограммный механизм, состоящий из переднего кронштейна 2, нижнего П-

образного звена, верхнего регулируемого звена и грядиля. На грядиле закреплены рамка опорного колеса секции, центральный и два боковых держателя рабочих органов. Секции можно переставлять по брусу для обработки междурядий 60–70 см.

Параллелограммный механизм при подъемах и опусканиях колеса секции на неровностях почвы обеспечивает параллельное перемещение грядиля, сохраняя постоянные углы наклона рабочих органов и глубину обработки.

Центральные держатели закрепляют в пазах грядилей срезными болтами. При установке на заданную глубину обработки стойку рабочего органа перемещают в держателе и закрепляют стопорным болтом.

Расстояние между рабочими органами в поперечном направлении изменяют перемещением брусьев боковых держателей в пазах грядиля.

Положение грядиля каждой секции, а следовательно, и углы наклона закрепленных на нем рабочих органов регулируют изменением длины верхнего звена параллелограммного механизма. Положение грядилей одновременно всех секций регулируют изменением длины верхней центральной тяги механизма навески трактора [10].

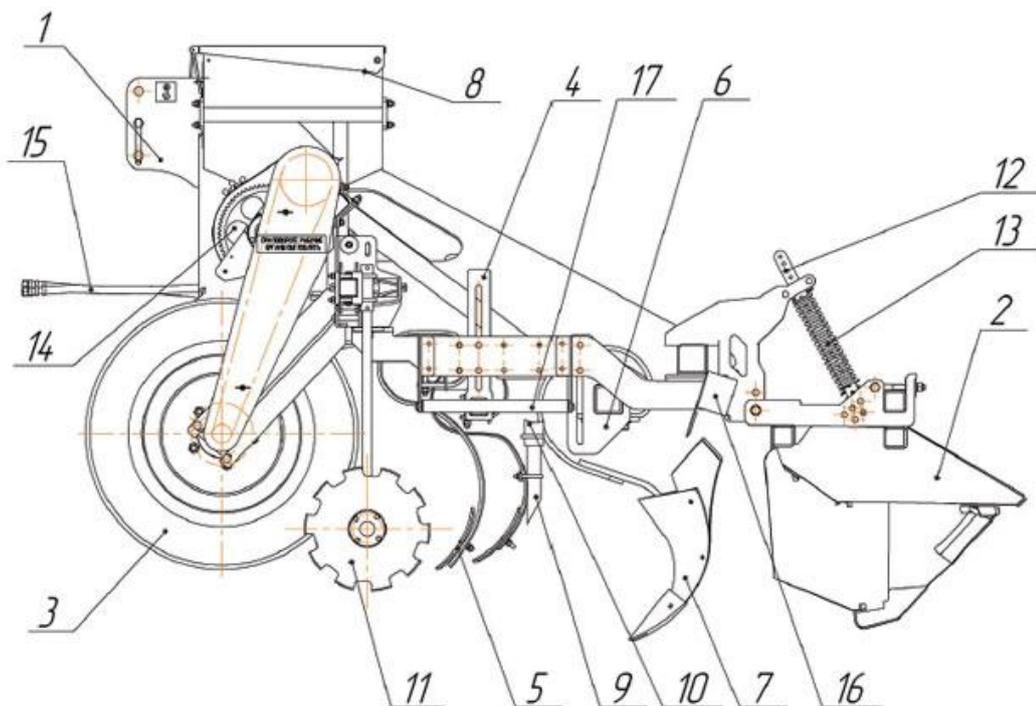
Культиватор растениепитатель КОР-4,2

Культиватор (рисунок 1.2) навесной, предназначен для ухода за посевами и посадками овощных культур на ровной поверхности, гребнях и грядах [14].

В зависимости от поставленных рабочих органов выполняет операции: сплошную предпосевную обработку почвы; довсходовую или по ранним всходам обработку почвы; междурядную обработку посевов с внесением минеральных удобрений, нарезку направляющих борозд и щелей [10].

Культиватор состоит из бруса, секций рабочих органов, опорных колес, рабочих органов, комплекта оборудования для обработки междурядий шириной 45 см, приспособлений для подкормки и для установки секций рабочих органов, понизителя, контрпривода.

В зависимости от зоны применения культиватор поставляют в двух комплектациях: КОР-4,2 – для работы на ровной поверхности и гребнях, КОР-4,2-01–для работы на грядках. По отдельному заказу для девятирядных посевов (междурядья 45 см) с культиватором КОР-4,2 поставляют приспособление для установки секций рабочих органов и комплект оборудования для обработки междурядий, для посевов с междурядьем 60+120 см – приспособление для установки опорных колес культиватора.



- 1 – рама; 2 – гребнеобразователь; 3 – колесо; 4 – держатель; 5 – S-образная стойка с доловидной лапой; 6 – держатель; 7 – S-образная стойка с окучником; 8 – ящик;
 9 – трубка; 10 – трубопровод; 11 – маркер; 12 – тяга; 13 – пружина; 14 – привод;
 15 – гидрооборудование; 16 – электрооборудование; 17 – подножка

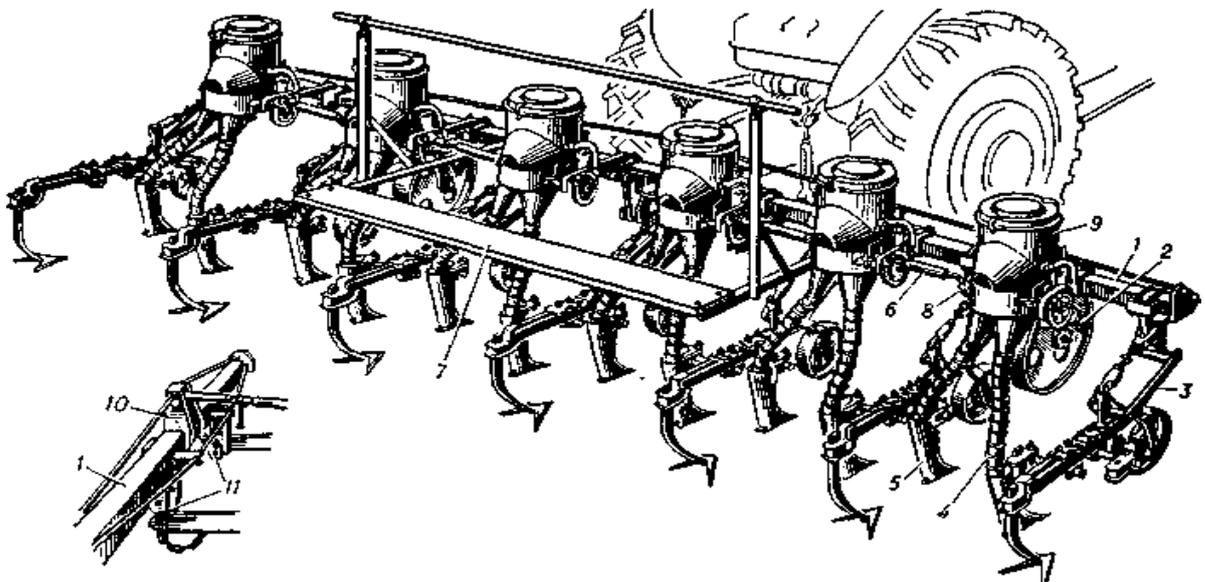
Рисунок 1.2 – Культиватор растениепитатель КОР-4,2

Кроме того, по желанию заказчика культиваторы оборудуют полольными лапами, не наплавленными или наплавленными твердым сплавом.

Привод туковысевающих аппаратов АТД-2 от опорных колес культиватора. Агрегатируется с тракторами МТЗ-80, МТЗ-82 [10].

1.2 Устройство и принцип работы культиватора КРН-4,2

Культиватор КРН-4,2 (рисунок 1.3) предназначен для рыхления почвы в междурядьях, подрезания корней сорняков в междурядьях, подкормки, окучивания и нарезки гребней. При оборудовании сетчатыми или роторными боронами рыхлит почву и вырывает сорняки со всей поверхности поля [7].



- 1 – поперечный брус; 2 – опорное колесо; 3 – секция рабочих органов;
 4 – тукопровод; 5 – подкормочный нож; 6 – соединительный валик;
 7 – подножная доска; 8 – цепная передача; 9 – туковысевающий аппарат;
 10 и 11 – стойки навески

Рисунок 1.3 – Культиватор-растениепитатель-окучник КРН-4,2

Принцип работы: тракторист заезжает на рядки так, чтобы захватить 6 рядков, посаженные сажалкой за один проход. Культиватор за счет наклона лап, веса и скорости входит в почву. Лезвия лап подрезают корни сорняков, почва, поднимаясь по лапе и падая с неё, крошится. При установленных окучниках почва сходит с них и попадает на рядки. Подкормочные ножи вносят в почву, рядом с корневой системой, удобрения. Стеблеотводы, установленные перед колесами трактора и опорно-приводными колесами культиватора сохраняют кроны растений. При оборудовании культиватора сетча-

тыми или роторными боронками рыхлится вся поверхность поля, и уничтожаются сорняки по всей поверхности поля. При нарезке гребней культиватор оборудуется маркерами.

Секция рабочих органов (рисунки 1.4 и 1.5) состоит из подвески и бруса, на который крепятся трубы с рабочими органами, копирующее колесо. Устанавливать секции в различных местах бруса для обработки междурядий 60 и 70 см.

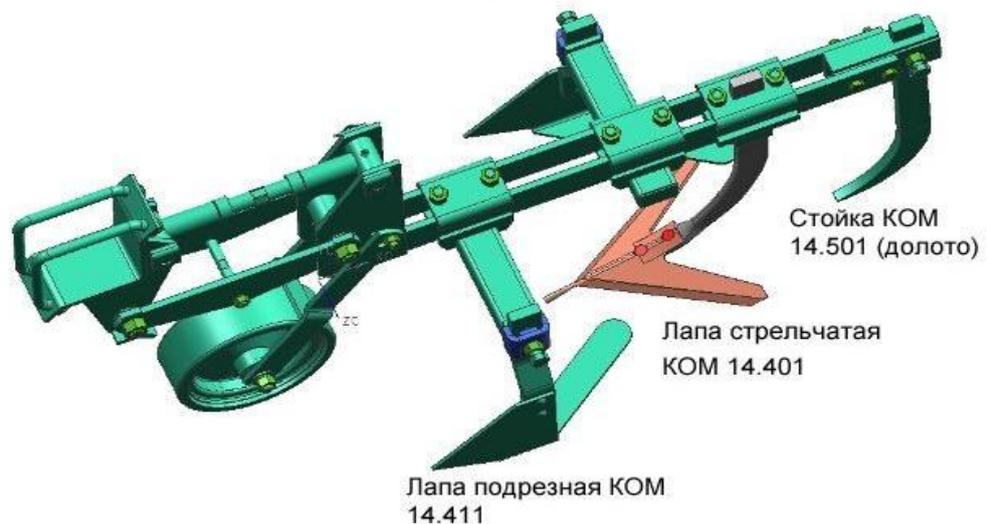


Рисунок 1.4 – Рабочая секция культиватора КРН-4,2 без туковысеивающих механизмов

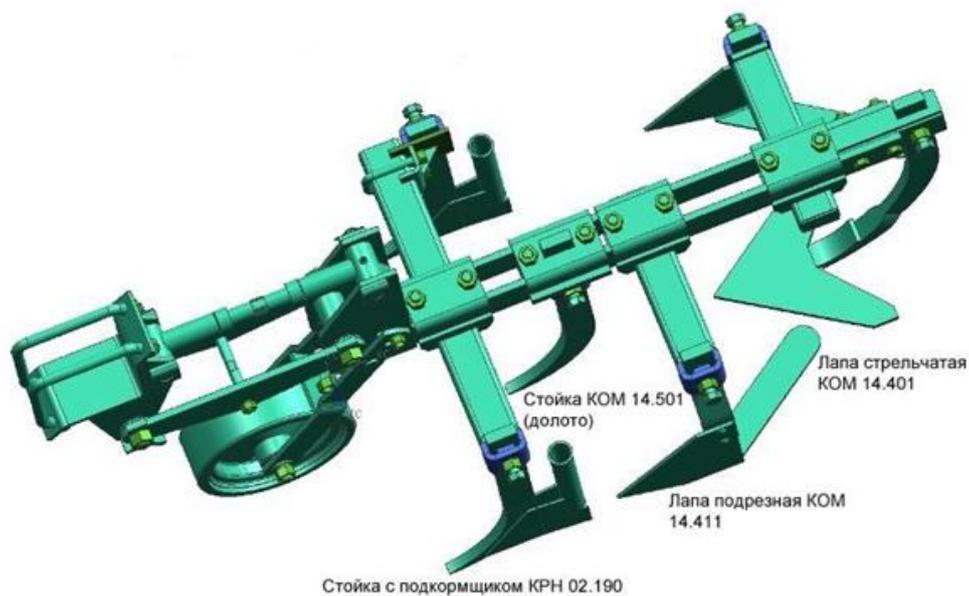


Рисунок 1.5 – Рабочая секция культиватора КРН-4,2 с туковысеивающими механизмами

Колеса, несущие на пневматических шинах (5.00-10) ГОСТ 7463-80 смонтированы на консольной оси. Давление воздуха в шинах - 0,3 Мпа (3,0 кгс/см²). Колеса снабжены колпаками со звездочками, которые передают вращение к туковысевающим аппаратам [8].

Корпуса окучивающие состоят из отвалов, при помощи которых производится окучивание культурных растений. Диски защитные установлены на оси и зажаты стремянкой. Диски прикрепляются к рабочим секциям.

1.3 Анализ конструкции рабочих органов для междурядной обработки картофеля

Применяемые в настоящее время рабочие органы классифицируются следующим образом [6]:

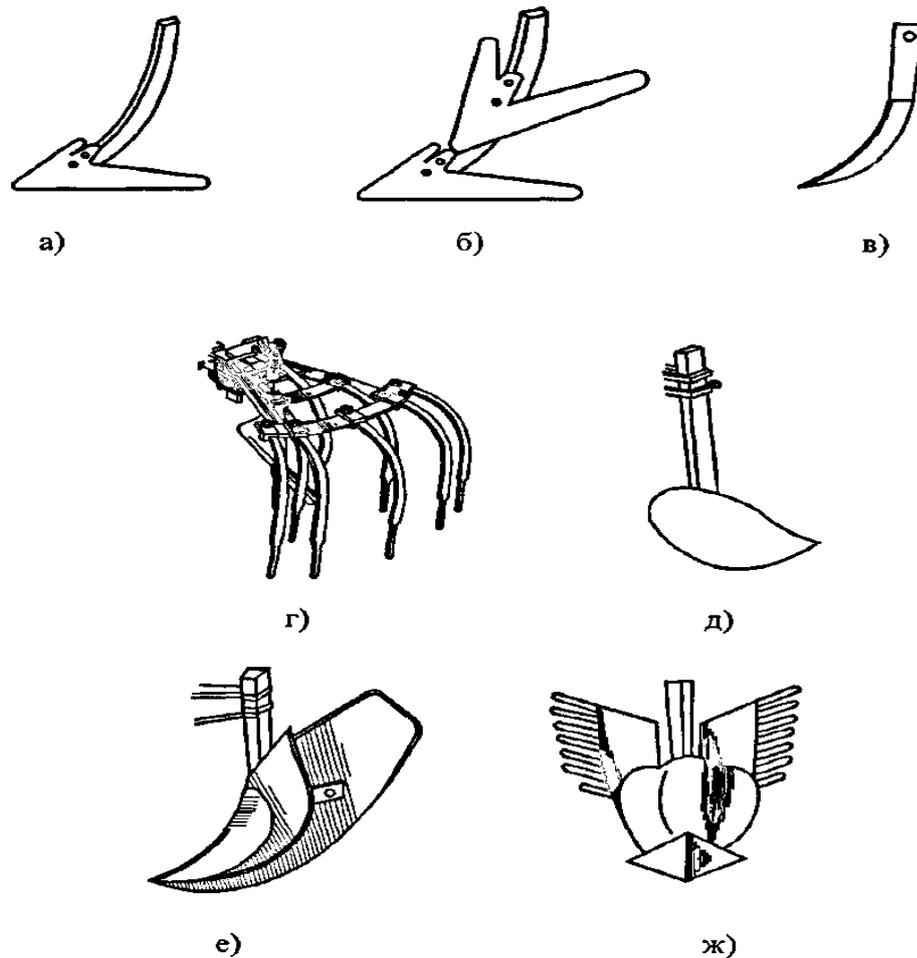
- пассивные – окучивающие корпуса, стрелчатые и рыхлительные лапы, зубовые бороны;
- реактивные – дисковые окучники, ротационные боронки, игольчатые диски и т.д.;
- активные – фрезерные и роторные культиваторы.

1.3.1 Пассивные рабочие органы культиватора

Пассивные рабочие органы. В соответствии с технологией междурядной обработки пропашных культур применяются стрелчатые рыхлительные, подкормочные, плоскорежущие односторонние и двусторонние лапы, лапы-отвальчики и окучивающие корпуса (рисунок 1.6).

Рассматриваемые рабочие органы приобретают необходимую для разрушения почвенного пласта энергию за счет сообщения им поступательной скорости движения. Поэтому интенсивность их воздействия на почву зависит от скорости движения. Г.И. Покровский [9] связывает скорость обработки V и степень крошения Kp следующим образом: степень крошения почвы уве-

личивается с ростом скорости движения рабочих органов. Но при скоростях больших 2,5 м/с затраты мощности резко возрастают, превосходя прирост крошения.



а) стрельчатая лапа, б) двух-ярусная лапа, в) долотообразная лапа, г) прополочная борона, д) лапа-отвальчик, е) корпус окучника со сплошным отвалом, ж) корпус окучника культиватора КОН-2,8 с решетчатым отвалом

Рисунок 1.6 – Пассивные рабочие органы пропашных культиваторов

Существенным недостатком стрельчатых лап и бритв является то, что они обладают низкой крошащей и окучивающей способностью. По содержанию фракций размером 1...10 мм крошащая способность 35...40 %.

Таким образом, все типы лап не обеспечивают достаточной степени крошения и не обладают гребнеобразующими свойствами, кроме лап-

отвальчиков, и используются только для поверхностного рыхления и уничтожения сорняков [11].

Лево- и право оборачивающие лапы-отвальчики (рисунок 2.6 д) подрезают сорняки в защитной зоне, рыхлят почву на глубину 6 см и отваливают ее в сторону рядков культурных растений, присыпая всходы сорняков, находящихся вблизи рядка. Использование этих рабочих органов эффективно при высоте сорняков не более 2 см. Эти рабочие органы подрезают и присыпают 70...80 % сорняков, но и повреждаемость культурных растений у них высокая – до 15 %.

Наибольшее распространение в конструкциях пропашных культиваторов получили окучивающие корпуса различных типов (рисунок 2.5 е, ж). Характерной особенностью рабочей поверхности окучивающего корпуса является развитие угла сдвига $2 \gamma_1$ в нижней части до величины $2 \gamma_2$ в верхней. На большинстве конструкций этот угол изменяется в диапазоне 52...77.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что пассивные рабочие органы имеют определенный предел показателей качества работы, который обусловлен принципом их воздействия на почву, и не может быть устранен конструктивными изменениями.

Отмеченные выше недостатки можно устранить, применив орудия с активными рабочими органами. Академик В.П. Горячкин [12] в свое время указывал на большие перспективы машин с принудительным вращением рабочих органов, способных обеспечить обработку почв различного механического состава в разных климатических зонах в соответствии с агротехническими требованиями.

В Российской Федерации и многих других странах применяются фрезерные орудия [12]. Применяются шнековые двухзаходные окучники шириной захвата 450...470 мм, диаметром 530 мм, частотой вращения ротора 100 мин⁻¹.

Подрезание сорняков фрезами составляет 95...98 %, степень крошения – 58...65 %. Фрезерная обработка почвы улучшает биологическую активность

почвы, ее рыхлость и степень крошения. Имеет место значительное повышение урожайности картофеля при весеннем фрезеровании на глубину 15...20 см [5].

Недостатки: повреждаемость культурных растений до 10...15 % и большое распыление почвы.

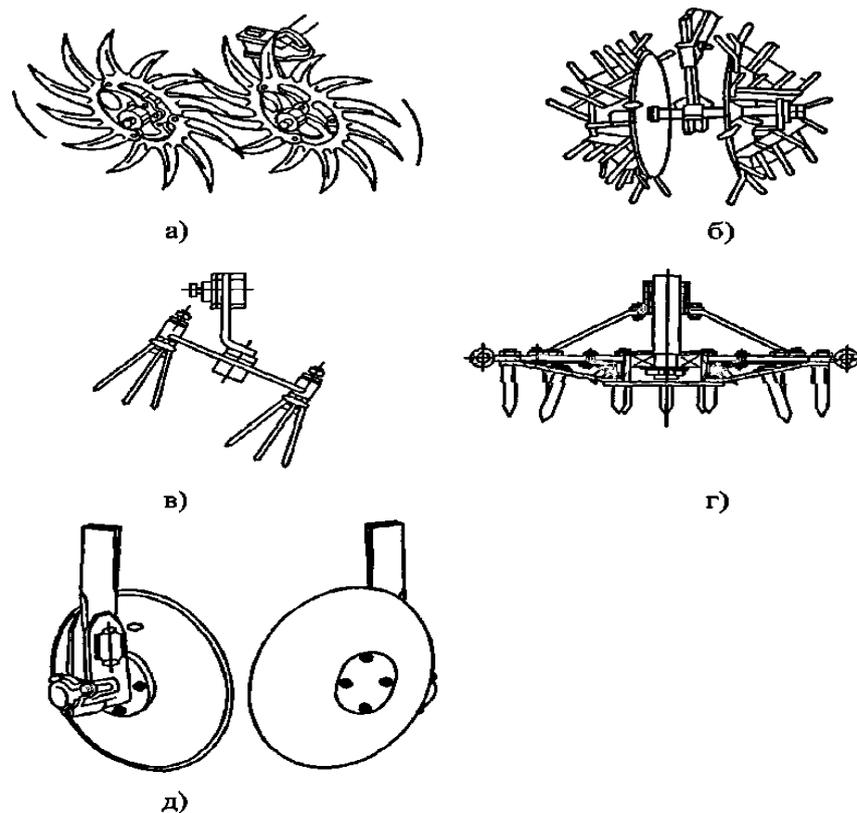
Орудие ФПУ-4,2 с дисковыми рабочими органами для окучивания, оно особенно эффективно, если посадка была проведена в гребни, нарезанные с помощью этой же машины. При этом отмечается повышение урожая, уменьшается количество комков к началу уборки. Однако механический привод этих машин имеет сложную конструкцию и высокую энергоемкость.

Наиболее известны конструкции пропалочных роторов [9]. Рабочий орган данной конструкции способен работать с защитной зоной не более 4...6 см. При этом полнота обработки междурядий составляет 85...87 %, а качество уничтожения сорняков – 82...87 %. Их преимущества - универсальность на многих видах овощных культур, низкая энергоемкость технологического процесса.

1.3.2 Реактивные рабочие органы культиватора

На культиваторе типа КРН могут быть установлены сменные рабочие органы ротационного типа (рисунок 1.7): ротационные мотыги в виде звездочек и лапы-отвальчики [6].

Пропалочные боронки КЛТ-38 и универсальные зубовые рыхлители используются для рыхления почвы и уничтожения сорной растительности в междурядьях. Для этого же предназначены ротационные игольчатые диски КРН-28 и ротационные батареи РБ-5.4. При качестве крошения 45 % они обрабатывают до 65...75 % площади защитных зон и вычесывают до 75...85 % сорняков. Повреждения растений составляет 7...9 %.



а) игольчатые диски, б) ротационный рыхлитель, в) прополочный ротор,
 г) ротационный рыхлитель д) корпус дискового окучника культиватора КОН-2,8
 Рисунок 1.7 – Реактивные рабочие органы пропашных культиваторов

Преимущество сферических дисков как рабочих органов луцильников, борон, культиваторов состоит в том, что, подрезая стерню и корни растений на пути своего движения, они устраняют возможность забивания стоек, несущих рабочие органы, сорняками и пожнивными остатками. Второе преимущество – выигрыш в тяговом усилии.

На уплотненных, тяжелых и суглинистых почвах обычный окучник не разрыхляет дно борозды, скалывает крупные куски и уплотняет гребни, сдвигая почву в сторону.

Для устранения недостатков, присущих стандартным окучникам, различными организациями проводилась работа по созданию различных типов окучников. Наибольший интерес из окучников представляли дисковый окучник, окучник с пальчатыми крыльями и скоростной окучник.

Дисковый окучник состоит из шарнирно установленных на стойке дисков диаметром 420 мм, регулируемых по отношению друг к другу. Для рыхления в центре борозды, где остается необработанный гребень, к стойке окучника дополнительно крепилась стрелчатая лапа.

Дисковый окучник на первом окучивании хорошо крошит почву, насыпает достаточный слой на гребень и стенки грядок, но на втором окучивании подрезает ботву картофеля. Имеются случаи забивания окучника растительными остатками [6, 12].

Сферические диски обеспечивали при обработке пропашных культур работу на повышенных скоростях с малыми защитными зонами. Обычными лапами на высокой скорости работать невозможно из-за большого количества повреждений растений. Диски показывают лучшую устойчивость по глубине хода, значительно меньше повреждали растения и лучше уничтожали сорняки. С увеличением диаметра диска уменьшается залипание.

1.4 Выводы по разделу

Анализ используемых технических средств, для междурядной обработки картофеля выявил большое количество различных конструкций рабочих органов для междурядной обработки. Дисковые почвообрабатывающие машины занимают большое место в системе машин для комплексной механизации земледелия. Поэтому модернизация рабочего органа культиватора путем замены пассивных рабочих органов реактивными дисковыми представляется актуальной.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание технологии возделывание картофеля

В Республике Татарстан имеются благоприятные условия для выращивания картофеля: оптимальные почвенно-климатические условия, определенная материально-технической база, научное обеспечение, большая востребованность урожая на внутреннем и на внешнем рынках.

Картофель на продовольственные цели возделывают на дерново-подзолистых, легко- и среднесуглинистых, супесчаных, подстилаемых морской, почвах. Семенной картофель – на хорошо окультуренных супесчаных, легкосуглинистых, торфяно-болотных почв. Для картофеля на технические цели пригодны разные типы высокоокультуренных почв.

Осеннюю вспашку почвы проводят при внесении органических удобрений, возделывании промежуточных культур. Весной по зяби проводят не менее 2-х культивации в два следа на глубину 18...20 см.

Весеннюю обработку средних суглинистых почв, не засоренных камнями, лучше выполнять активным фрезерованием.

Подготовка посадочного материала включает: сортировку, калибрование, воздушно-тепловой обогрев или проращивание, протравливание и обработки клубней стимулирующими веществами [13].

Семенной материал сортируют на фракции по наибольшему поперечному диаметру: для сортов округло-овальной формы – менее 28 мм, 28...55 мм и более 55 мм; для сортов с удлиненной формой – менее 30 мм, 30...60 мм, более 60 мм. В каждой фракции может быть не более 3% по массе клубней смежных фракций.

Оптимальный срок посадки – когда почва на глубине 10...12 см прогреется до +7...8⁰ С. Проводят посадку поперек направления предпосадочной

обработки почвы, лучше всего – с севера на юг; на полях со склонами более 7° – вдоль склона.

Каждый сорт картофеля необходимо высаживать на одном поле в самые короткие сроки (не более 7...8 дней), так как в противном случае обработки растений фунгицидами будут недостаточно эффективны.

Первое довсходовое рыхление междурядий проводят через 5...6 дней после посадки для уничтожения основной массы однолетних сорняков; вторая обработка – через 6...8 дней после первой до внесения почвенных гербицидов.

Третью междурядную обработку на посадках продовольственного и технического картофеля проводят на средних и тяжелых почвах перед смыканием ботвы для предотвращения уплотнения почв.

Применение гербицидов является обязательным в технологии возделывания картофеля. Наиболее распространенными и вредоносными на посадках картофеля являются болезни: фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз, виды парши, черная ножка; вредители: колорадский жук, проволочники.

В зависимости от сорта и погодных условий проводят не менее 1...2 опрыскиваний против колорадского жука. Против фитофтороза проводят 2...5 опрыскиваний: в годы депрессивного развития болезни достаточно двух; умеренного – не менее 3...4-х; эпифитотийного – не менее 5.

Используют штанговые опрыскиватели ОПШ-15, ОМ-630, V-600/12, RAU600, ОП-2000 или аналогичные.

Оптимальными сроками начала уборки являются наступление физиологической спелости не менее чем у 90% растений (естественное отмирание ботвы) и образование плотной кожуры на клубнях. Предуборочное удаление ботвы – обязательный агротехнический прием, необходимый для ускорения созревания картофеля, подсыхания гребней и гряд, предупреждения поражения клубней фитофторозом, повышения качества клубней. Уничтожение ботвы производится механическим способом (ботвоуборочной машиной КИ-3 или БМ-4).

Послеуборочное хранение картофеля состоит из 3-х периодов: лечебного; периода охлаждения; основного периода. Лечебный период (8...10 дней) заключается в просушке картофеля и залечивании механических повреждений, полученных при уборке и транспортировке. В период охлаждения температуру клубней снижают на $0,5...1,0^{\circ}\text{C}$ в сутки в течение 20...30 дней до температуры хранения $+2...4^{\circ}\text{C}$. В основной период хранения картофеля (180...200) дней следует поддерживать температуру $+2...4^{\circ}\text{C}$, влажность 80...85 %, а также проводить периодическое проветривание.

Основные задачи ухода за плантацией картофеля – обеспечить рыхлость почвы, защиту растений от сорняков, болезней и вредителей в течение всей вегетации. При гребневой посадке проводят довсходовые обработки междурядий культиваторами КОН-2,8 ПМ, КРН-5,6, оборудованными стрельчатыми лапами (или окучниками), которые рыхлят почву и уничтожают сорняки [13].

2.2 Разработка технологической карты возделывания картофеля

2.2.1 Обоснование технологии и расчет объемов механизированных работ

Исходной информацией для выбора технологии при возделывания картофеля являются: площадь, занимаемая сельскохозяйственной культурой, предшественник культуры, нормы внесения органических (осенью под зябь или весной под перепашку) и минеральных (осенью под зябь, весной при посеве основное и при подкормках) удобрений, объёмы растворов химических средств защиты растений, сроки выполнения механизированных работ, урожайность и валовые сборы основной и побочной продукции, расстояния перевозки грузов.

Технология возделывания картофеля и комплекс машин представлены в виде технологической карты на листе 2 работы.

Исходные данные для выполнения необходимых расчётов представим в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчёта объёма механизированных работ при возделывании картофеля продовольственного

Площадь, га	Урожайность продукции, т/га		Валовой сбор продукции, т		Количество вносимых удобрений							Расстояние перевозки, км	Объём транспортной работы, ткм
	Основной	Побочной	Основной	Побочной	Органических			Минеральных					
					Твёрдые, т/га	Жидкие, т/га	Всего, т/га	Всего, т/га	В том числе				
	Основные	При посеве	При уходе										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
73	24	7	1752	12246	60	-	4380	850	850	-	-	4,5	84951

Органические удобрения : 4380 т/га, на всю площадь 73 га.

Определяем урожайность картофеля продовольственного:

- основной – 24 т/га;
- побочной – 7 т/га;
- количество минеральных удобрений: 850 т/га.

2.2.2 Расчёт показателей технологической карты при возделывании картофеля

Технологическая содержит определённое число граф, в которых заносятся показатели технической операции.

В графе 2, приводятся все виды работ, которые должны выполняться согласно технологии, начиная с подготовки почвы после уборки предшественника и заканчивая сбором урожая, а также качественные показатели работы.

Объём работ (графа 3) заполняется согласно исходным данным для расчёта механизированных работ при возделывании сельскохозяйственной культуры, в нашем задании – картофеля.

Агротехнический срок выполнения работ заносится в графу 4.

Режим работы, в который входит количество рабочих дней и продолжительность рабочего дня, вносится в графу 5, 6.

Состав агрегата (графа 7, 8) комплектуется машинами с высокой производительностью.

Операторы, вносится в графу 9.

Сменная производительность (графа 10) и расход топлива (графа 11) на единицу выполняемой работы выбирается из справочника [15].

Потребное количество нормосмены для выполнения объема работ по технологическим операциям (графа 12) определяется по формуле (расчет ведем по операции №19 (уборка картофеля)):

$$N_{см} = U_{\phi} / W_{см} = 73 / 1,9 = 38$$

где U_{ϕ} – объем работ по данной технологической операции (графа 3);

$W_{см}$ – сменная производительность, га/см, т/см, ткм, см (графа 10).

Потребное количество агрегатов для выполнения заданного объема работ (графа 13) по данной технологической операции определяется:

$$n_a = U_{\phi} / D_p \cdot W_{см} \cdot K_{см} = 73 / 20 \cdot 1,9 \cdot 1,5 = 1 \text{ агрегат.}$$

где D_p – продолжительность полевых сельскохозяйственных работ, дней (графа 5, числитель);

$K_{см}$ – коэффициент сменности.

$$K_{см} = \frac{T_{сут}}{7} = \frac{7}{7} = 1$$

где $T_{\text{сут}}$ – продолжительность работы агрегата в сутки, ч (графа 6);

$T_{\text{см}}$ – принятая в сельском хозяйстве республики продолжительность смены, ч ($T_{\text{см}} = 7$ ч).

Дробное число агрегатов округляется до большего целого и уточняется фактическое количество дней D_{ϕ} (графа 5, знаменатель).

$$\ddot{A}_{\delta} = \frac{U_{\delta}}{n_a \cdot W_{\bar{n}} \cdot \hat{E}_{\bar{n}}}$$

$$\ddot{A}_{\delta} = \frac{73}{1 \cdot 1,9 \cdot 1,5} = 25,6 \approx 26$$

Потребное количество механизаторов (графа 14, числитель) определяется:

$$m = n_a \cdot m' \cdot K_c$$

$$m = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Потребное количество вспомогательных рабочих (графа 14, знаменатель) определяется:

$$n_{\text{всп}} = n_a \cdot n'_{\text{всп}} \cdot K_{\text{см}}$$

$$n_{\text{всп}} = 1 \cdot 4 \cdot 1 = 4$$

где m' , $n'_{\text{всп}}$ – количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих один агрегат (графа 9, числитель и знаменатель).

Коэффициент сменности при продолжительности работы агрегата в сутки до 7 ч принимать равным $K_{\text{см}} = 1$, т.к. в соответствии с трудовым кодексом в сельском хозяйстве в напряженные периоды года рабочий день допускается увеличивать до 10 ч в сутки.

Затраты труда определяются:

– для механизаторов (графа 16)

$$H_{\text{мех}} = 7 \cdot U_{\phi} \cdot m' / W_{\text{см}} = 7 \cdot 73 \cdot 1 / 1,9 = 268,9 \text{ чел.ч/га.}$$

– для вспомогательных рабочих (графа 17)

$$H_{\text{всп}} = \frac{7 \cdot U_{\phi}}{W_{\text{см}}} \cdot n'_{\text{всп}}$$

где $H_{мех}$, $H_{всп}$ – затраты труда соответственно механизаторов и вспомогательных рабочих, ч.

2.2.3 Определение итоговых показателей технологической карты при возделывании картофеля

Для характеристики эффективности использования МТП при возделывании сельскохозяйственной культуры определяют её итоговые показатели, которые сравнивают с их средними значениями по республике, области, району или передовым хозяйством.

Методика определения показателей технологической карты следующая. Количество условных тракторов $n_{усл}$ подсчитывают суммированием произведений количества физических тракторов данной марки n_i на коэффициент перевода $W_{эмi}$ их в условные, численно равный часовой эталонной выработке, т.е.

1. Потребное количество условных тракторов:

$$n_{усл} = \sum_{i=1}^n n_i \cdot W_{эмi} , \quad (2.1)$$

где $n_{усл}$ – потребное количество условных тракторов для возделывания картофеля;

n_i – потребное количество физических тракторов i -той марки ,шт;

$W_{эм}$ – часовая эталонная выработка трактора i -той марки, усл.эт.га/ч.

МТЗ-80/82: $n_{усл} = 3 \times 0,80 = 2,4 \approx 2$;

Беларус-1221: $n_{усл} = 1 \times 1,30 = 1,30 \approx 1$;

К744РЗ: $n_{усл} = 1 \times 2,7 = 2,7 \approx 3$;

$$\sum n_{усл} = 2 + 1 + 3 = 6 \text{ шт.}$$

2. Количество $N_{см}$ отработанных нормосмен каждой марки определяется сложением нормосмен (графа 12), выполненных данной маркой на различных операциях.

$$\text{МТЗ-80/82: } N_{см} = 3+2,9+26+14,8+11,4+1,3+1,6+19+38=118;$$

$$\text{Беларус-1221: } N_{см} = 3,09+2,6+3,6+1,4+1,7+5,2+5,2+38+38=98,79;$$

$$\text{К744РЗ: } N_{см} = 5.$$

3. Объём механизированных работ выполненных при возделывании картофеля, эт. га:

$$U_{усл.к} = \sum_{i=1}^m N_{ч_i} \cdot W_{эм_i}, \quad (2.2)$$

где $N_{ч_i}$ – количество нормочасов, отработанных i -ой маркой трактора, н-ч.;

$$N_{ч_i} = 7N_{см_i}$$

$$\text{МТЗ-80/82: } U_{усл.к} = 7 \times 118 \times 0,8 = 660,8;$$

$$\text{Беларус-1221: } U_{усл.к} = 7 \times 98,79 \times 1,30 = 898,9;$$

$$\text{К744РЗ: } U_{усл.к} = 7 \times 5 \times 2,7 = 94,5;$$

$$\sum U_{усл.к} = 660,8 + 898,9 + 94,5 = 1654,2.$$

4. Выработка на один физический трактор по маркам:

$$U_i^{\phi} = \frac{N_{ч_i} \cdot W_{эм_i}}{n_i}, \text{ усл. эт. га/тр.} \quad (2.3)$$

$$\text{МТЗ-80/82: } U_i^{\phi} = 660,8 \cdot 0,8 / 3 = 176,2 \text{ усл. эт. га/тр.};$$

$$\text{Беларус-1221: } U_i^{\phi} = 898,9 \cdot 1,3 / 1 = 1168,6 \text{ усл. эт. га/тр.};$$

$$\text{К744РЗ: } U_i^{\phi} = 94,5 \cdot 2,7 / 1 = 255,15 \text{ усл. эт. га/тр.}$$

5. Выработка на один условный трактор:

$$U_{усл} = \frac{\sum_{i=1}^k N_{ч_i} \cdot W_{эм_i}}{n_i \cdot W_{эм_i}} = \frac{\sum U_{усл_i}}{n_{усл}}, \text{ усл. эт. га/усл. тр.} \quad (2.4)$$

где k – количество марок тракторов;

$$U_{\text{усл}} = 1654,2/6 = 275,7 \text{ усл. эт. га/усл. тр.}$$

6. Интенсивность (плотность) механизированных работ:

$$P = U_{\text{услк}} / F_{\text{га}}, \quad (2.5)$$

где $F_{\text{га}}$ – площадь при возделывании картофеля.

$$P = 1654,2/73 = 22,7 \text{ усл. эт. га/га.}$$

7. Коэффициент сменности работы i -ой марки трактора:

$$K_{\text{см}} = N_{\text{см}} / D_{\text{ф}}, \quad (2.6)$$

где $D_{\text{ф}}$ – количество дней работы тракторов i -ой марки, дней (технокарта, графа 5, знаменатель).

$$\text{MT3-80/82: } K_{\text{см}} = 118 / 65 = 1,8;$$

$$\text{Беларус-1221: } K_{\text{см}} = 98,79/97,5 = 1,01;$$

$$\text{K744P3: } K_{\text{см}} = 5/5 = 1.$$

8. Коэффициент использования тракторов i -ой марки при возделывании картофеля:

$$K_{\text{ис}} = D_{\text{ф}} / (D_{\text{инв}} \cdot n_i), \quad (2.7)$$

где $D_{\text{инв}}$ – количество инвентарных дней в году тракторов i -ой марки, дней;
 $D_{\text{инв}} = 305$ дней.

$$\text{MT3-80/82: } K_{\text{ис}} = 65/(305 \times 3) = 0,071;$$

$$\text{Беларус-1221: } K_{\text{ис}} = 97,5/(305 \times 1) = 0,32;$$

$$\text{K744P3: } K_{\text{ис}} = 5/(305 \times 1) = 0,016.$$

9. Затраты труда, всего:

$H_{\text{мех}}$ – механизаторов (суммируются данные графы 16);

$H_{\text{всп}}$ – вспомогательных рабочих (суммируются данные графы 17 технокарты).

10. Уровень механизации по затратам труда:

$$Y = \frac{H_{\text{мех}}}{H_{\text{всп}} + H_{\text{мех}}} \cdot 100 \%, \quad (2.8)$$

где $H_{\text{мех}}$, $H_{\text{всп}}$ – суммарные затраты труда соответственно механизаторов и вспомогательных рабочих при возделывании картофеля (графа 16, 17)

$$Y = \frac{1566,95}{2749,3+1566,95} \cdot 100\% = 36,3 \approx 36\%$$

11. Затраты труда:

- на гектар возделываемой площади:

$$H_{\text{га}} = \frac{H_{\text{мех}} + H_{\text{всп}}}{F_{\text{га}}}, \text{ чел. ч/га}; \quad (2.9)$$

$$H_{\text{га}} = (1566,95 + 2749,3) / 73 = 59 \text{ чел. ч/га}$$

- тонну получаемой продукции:

$$H_{\text{т}} = \frac{H_{\text{мех}} + H_{\text{всп}}}{F_{\text{га}} \cdot h}, \text{ чел. ч/т}, \quad (2.10)$$

где h – урожайность продукции, т.

$$H_{\text{т}} = (1566,95 + 2749,3) / (73 \times 24) = 2,4 \approx 2 \text{ чел. ч/т}$$

12. Количество израсходованного топлива:

- всего Q (суммируются данные графы 15, технокарты):

$$Q = \sum Q_j, \text{ кг}, \quad (2.10)$$

где j – сельскохозяйственная операция;

m – количество сельскохозяйственных операций;

Q_j – потребное количество топлива на выполнение j -ой операции, кг (графа 14);

$$Q = 18441,26 \text{ кг.}$$

- на гектар возделываемой площади:

$$\Theta_{\text{га}} = \frac{Q}{F_{\text{га}}}, \text{ кг/га}; \quad (2.11)$$

$$\Theta_{\text{га}} = 18441,26 / 73 = 252,62 \text{ кг/га.}$$

- на тонну получаемой продукции:

$$\Theta_m = \frac{Q}{F_{za} \cdot h}, \text{ кг/т}; \quad (2.12)$$

$$\Theta_m = 18441,26 / (73 \times 24) = 10,5 \text{ кг/т.}$$

2.3 Разработка операционно-технологической карты междурядной обработки почвы

2.3.1 Исходные данные для расчета

Площадь поля – 73 га.

Длина гона – 1400 м.

Тип почвы – минеральная легкого механического состава.

Средний уклон – 1

2.3.2 Агротехнические нормативы и показатели качества работы

Агротехнические требования.

Глубина обработки почвы должна соответствовать заданной. Погрешность от заданной глубины рыхления междурядий не может превысить 2 см. Ширина защитной зоны устанавливается в зависимости от фазы развития растений в пределах 7...17см. Отклонения ширины защитной зоны от установленной не должны превышать 1 см. Рабочие органы должны подрезать 98...100% сорных растений в междурядьях.

При одновременной обработке междурядий и защитных зон рабочие органы в защитных зонах должны уничтожать не менее 65% сорняков, а путем присыпания почвой с помощью загортачей – не менее 90%. Повреждение культурных растений не должно превышать 1...2%. Нижние влажные слои почвы не должны выноситься на поверхность [13].

Для всех агрегатов необходимо прежде всего обеспечить агротехническую (вертикальную и горизонтальную) проходимость.

Вертикальная проходимость – это просвет между почвой и частями агрегата (картером, кожухами осей, сцепкой). Она определяется транспортным просветом-расстоянием от опорной поверхности до низшей точки картера заднего моста.

Горизонтальная проходимость обеспечивается в том случае, если при движении агрегата рабочие органы машин-орудий, колеса и гусеницы трактора не входят в зону растений и не повреждают их. Минимальная защитная зона в горизонтальной плоскости должна быть 10...12 см в зависимости от фазы развития растений.

2.3.3 Комплектование агрегата МТЗ-82+КРН-4,2 и подготовка к работе

Марка трактора – МТЗ-82.

Марка сельскохозяйственной машины – КРН-4,2.

Количество машин в агрегате – 1

Рабочая скорость – 4...10 км/ч (1,1...2,8 м/с).

Масса агрегата – 8,2 кН.

Конструктивная ширина захвата – 4,2 м.

Комплектование агрегатов для междурядной обработки производится с учетом требований агротехники и назначения машин.

Проверяют расстановку рабочих органов с учетом задач обработки и фазы развития растений, расположение рабочих органов по линиям разметки с учетом принятых междурядий, защитных зон и перекрытий. При этом носки лап переднего ряда культиватора должны находиться на пересечении линий и прилегать режущей кромкой к площадке или иметь зазор между отдельными лапами и площадкой в носке не более 1 и в пятке не более 5 мм.

Лапы второго ряда должны быть установлены так, чтобы обеспечивалось перекрытие их в пределах 30...50 мм лапами первого ряда и сохранялась защитная зона шириной 70...170 мм в зависимости от состояния и вида обрабатываемых культур. Расстояния между соседними лезвиями бритв и стрельчатых лап переднего и заднего ряда должны быть не менее 30 мм.

Для установки рабочих органов по ширине междурядий необходимо переместить соответствующие держатели в нужное положение по разметке и закрепить на грядилях секций.

2.3.4 Скоростной режим работы агрегата в поле

Скоростной режим работы устанавливается с учетом качества выполняемой работы (агротехнически допустимой скорости), пропускной способности основного рабочего органа и загрузки двигателя.

Рабочая ширина захвата агрегата [15]:

$$B_p = B_k \times \beta, \text{ м}, \quad (2.13)$$

$$B_p = 4,2 \times 1 = 4,2 \text{ м}.$$

где B_k – конструктивная ширина захвата агрегата (машины), м;

β – коэффициент использования ширины захвата.

Максимально возможная скорость по загрузке двигателя $V_{p\max}^{N_e}$ трактора или машины определяется по выражениям:

– для тягово-приводного агрегата

$$V_{p\max}^{N_e} = \frac{(N_{e_n} \times \eta_{N_e} - \frac{N_{\text{вОМ}}}{\eta_{\text{вОМ}}}) \times \eta_{\text{мг}} \times \eta_{\delta}}{R_M^{\alpha} + G_{TP} \times \left(f_T \pm \frac{i}{100} \right)}, \text{ м/с}; \quad (2.14)$$

где N_{e_n} – номинальная (максимальная) мощность двигателя, кВт;

$$N_{e_n} = 58,9 \text{ кВт}$$

η_{N_e} – допустимый коэффициент загрузки двигателя ($\eta_{N_e} = 0,80-0,95$);

$N_{\text{вoм}}$ – мощность, затрачиваемая на привод механизмов ВОМ, кВт;

$\eta_{\text{вoм}}$ – к. п. д. ВОМ ($\eta_{\text{вoм}} = 0,94 \dots 0,96$);

$\eta_{\text{мг}}$ – к. п. д. трансмиссии ($\eta_{\text{мг}} = 0,78 \dots 0,82$ – колесные трактора, $\eta_{\text{мг}} = 0,76 \dots 0,80$ – гусеничные);

$\eta_{\delta} = 1 - \delta / 100$ – к. п. д. буксования на рабочем ходу (буксование в процентах принимается для комбайнов по опытным данным, для тракторов – [15]);

$\eta_{\text{пн}}$ – к. п. д. клиноременной передачи от ведущего шкива на валу двигателя;

$\eta_{\text{пн}} = 0,9 \dots 0,98$

$\eta_{\text{гп}}$ – к. п. д. гидропривода;

i – уклон поля, %.

$$V_{\text{пmax}}^{N_e} = \frac{(58,9 \times 0,94) \times 0,8 \times 0,9}{4,28 + 37 \times \left(0,2 + \frac{1}{100}\right)} = 3,31 \text{ м/с}$$

Тяговое сопротивление R_M различных типов сельскохозяйственных машин на рабочем и холостом ходу определяется по формулам,

$$R_M = k_0 \times b \pm G_M \times \left(\frac{i}{100}\right)$$

где G_M – вес машины, кН (приведено в [15]); i – угол склона, %;

k_0 – удельное тяговое сопротивление, кН/м.

$k_0 = 1,2 \dots 1,5$ кН/м.

$$R_M = 1,5 \times 2,8 + 8,2 \times \left(\frac{1}{100}\right) = 4,28 \text{ кН}$$

$$R_x = G_M \times \left(f_m + \frac{i}{100}\right) \quad (2.15)$$

$$R_x = 8,2 \times \left(0,2 + \frac{1}{100}\right) = 1,72 \text{ кН}$$

Для оценки правильности выбора скоростного режима работы агрегата необходимо определить для самоходных и тягово-приводных агрегатов коэффициент загрузки двигателя на рабочем и холостом ходу.

$$\eta_{N_{e_p}} = \frac{N_{e_p}}{N_{e_n}}, \quad (2.16)$$

$$\eta_{N_{e_p}} = \frac{55,39}{58,9} = 0,94$$

$$\eta_{N_{e_x}} = \frac{N_{e_x}}{N_{e_n}}, \quad (2.17)$$

$$\eta_{N_{e_x}} = \frac{43,63}{58,9} = 0,74$$

где N_{e_p}, N_{e_x} – мощность, на которую загружен двигатель соответственно кв

Для тягового-приводного агрегата:

$$N_{e_p} = \frac{\left[R_M + G_{TP} \times \left(f_{TP} + \frac{i}{100} \right) \right] \times V_p}{\eta_{me} \times \eta_{\delta}} + \frac{N_{\text{вoм}}}{\eta_{\text{вoм}}}; \quad (2.18)$$

$$N_{e_p} = \frac{\left[4,28 + 37 \times \left(0,2 + \frac{1}{100} \right) \right] \times 3,31}{0,8 \times 0,9} = 55,39 \text{ кВт}$$

При расчете загрузки двигателя на холостом ходу в приведенных формулах вместо рабочего сопротивления R_M ставится сопротивление агрегата (машины) на холостом ходу R_{M_x} [15], а $N_{\text{вoм}}$ принимается равной нулю ($N_{\text{вoм}} = 0$).

$$N_{e_x} = \frac{\left[1,72 + 37 \times \left(0,2 + \frac{1}{100} \right) \right] \times 3,31}{0,8 \times 0,9} = 43,63 \text{ кВт}$$

2.4 Производительность агрегата, расход топлива

Перед началом работы осматривают поле, очищают от камней и других предметов препятствующих качественной работе агрегата. Во время ра-

бот устанавливают места для поворотов, намечают поворотные полосы. Минимальную ширину поворотной полосы, расположенной вблизи оврага, устанавливают равной удвоенной длине агрегата. Дороги к месту работы и участки поля, где предстоит работа, должны быть хорошо известны. При движении трактора контролируют состояние пути.

Основной способ движения – челночный, но в зависимости от состава агрегата, размеров и конфигурации полей можно применять круговой (при длине гона до 400 м), диагональный или диагонально-перекрестный (при двухследной обработке).

Выбор способа движения агрегата.

Выбирают исходя из требований агротехники, состояние поля с учетом агрегата. Из всех возможных способов движения принимают тот, который обеспечивает наибольший коэффициент рабочих ходов

Максимальный радиус поворота, м [15]:

$$R_0 = C_m \times B_p \times K_v \text{ м} \quad (2.19)$$

где C_m – коэффициент, учитывающий тип и состав агрегата; $C_m = 1,34$

K_v – коэффициент, учитывающий влияние скорости движения агрегата на радиус поворота $K_v = 0,8$

$$R_0 = 1,34 \times 2,8 \times 0,8 = 3 \text{ м}$$

Расчет ширины поворотной полосы.

Ширина поворотной полосы зависит от состава агрегата и вида поворотов. Оптимальные параметры ширины выбирается по таблице:

$$E = 2,8 \times R_0 + 0,5 \times d_k + e, \text{ м} \quad (2.20)$$

где d_k – кинематическая ширина агрегата, м;

e – длина выезда агрегата, м [15]. Для навесных машин $e = (0 \dots 0,1) \times \ell_k$.

Для агрегатов передней фронтальной навесной машины $e = \ell_k$

Кинематическая длина агрегата, м:

$$\ell_k = \ell_T + \ell_{сц} + \ell_M, \text{ м} \quad (2.21)$$

где ℓ_T – кинематическая длина трактора;

$\ell_{\text{сц}}$ – кинематическая длина сцепки;

$\ell_{\text{м}}$ – кинематическая длина сельскохозяйственной машины.

$$\ell_{\text{к}} = 1,2 + 1,8 = 3,0 \text{ м}$$

$$e = 0,1 \times 3 = 0,3 \text{ м}$$

$$E = 2,8 \times 3 + 0,5 \times 2,8 + 0,3 = 10,1 \text{ м}$$

Расчет длины рабочего хода:

$$L_p = L_{\text{уч}} - 2E, \text{ м} \quad (2.22)$$

где $L_{\text{уч}}$ – общая длина поля.

$$L_p = 1400 - 2 \times 10,1 = 1379,8 \text{ м}$$

Коэффициент рабочих ходов.

Коэффициент рабочих ходов характеризует правильный выбор способа движения и находится по формуле:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6 \times R_0 + 2 \times e} \quad (2.23)$$

где S_p – общая длина рабочего пути агрегата на загоне, м;

S_x – общая длина холостого пути агрегата на загоне, м;

$$\varphi = \frac{1379,8}{1379,8 + 6 \times 3 + 2 \times 0,3} = 0,98$$

Определение времени цикла работы агрегата.

Время цикла работы агрегата включает продолжительность рабочего и холостого движения агрегата, а также технологических остановок. Цикл может быть кинематическим и технологическим. При разработке операционно-технологической карты выбирается один из них, который позволяет более точно выполнить расчеты.

Кинематический цикл – время на выполнение одного круга, для таких операций как пахота, культивация, скашивание трав в валки и т. д.

Время кинематического цикла ($t_{\text{ч}}$) определяется по формуле:

$$t_{\text{ч}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \times \left(\left(\frac{2 \times L_p}{V_p} + \frac{2 \times l_x}{V_x} \right) + 60t_{\text{он}} \right), \quad (2.24)$$

$$t_{ук} = \frac{10^{-3}}{3,6} \times \left(\left(\frac{2 \times 1379,8}{3,31} + \frac{2 \times 21,6}{3,31} \right) + 60 \times 2 \right) = 0,27 \text{ ч}$$

где L_p – рабочая длина гона, м;

l_x – длина пути поворота, м;

V_p, V_x – скорость движения агрегата соответственно на рабочем и холостом ходу (принимают $V_p = V_x$), м/с;

$t_{он}$ – время остановки на технологическое обслуживание агрегата, приходящееся на один круг (засыпка семян, погрузка удобрений, чистка рабочих органов и др.), мин. Для технологических остановок, связанных с очисткой рабочих органов, $t_{он}$ принимается в зависимости от длины гона и состояния обрабатываемой среды по данным нормировочных станций, хронометр алчных данных хозяйства и другим источникам.

Для петлевого грушевидного вида поворота:

$$l_x = (6,6 \dots 8) \times R_0 + 2 \times e \quad (2.25)$$

$$l_x = 7 \times 3 + 2 \times 0,3 = 21,6 \text{ м}$$

Количество циклов работы агрегата за смену $n_{ц}$ и округляют до ближайшего целого числа.

При расчете времени цикла следует пользоваться рекомендациями и нормативами, приведенными в литературе [5].

Количество циклов работы агрегата за смену $n_{ц}$ определяют и округляют до ближайшего целого числа.

$$n_{ц} = \frac{T - t_2 - t_5 - t_6}{t_{ц}} \quad (2.26)$$

где t_2 – время на техническое обслуживание агрегата в поле (0,17...0,5ч);

t_5 – время на отдых и личные надобности (0,42...0,64ч);

t_6 – подготовительно-заключительное время.

Подготовительно-заключительное время:

$$t_6 = t_{ЕТО} + t_{лп} + t_{лн} + t_{пнк}, \text{ ч} \quad (2.27)$$

где $t_{ЕТО}$ – время на проведение ЕТО; $t_{ЕТО} = 0,6 \text{ ч}$

$t_{\text{лп}}$ – время на подготовку агрегата к переезду к месту работы и обратно (0,06...0,08ч);

$t_{\text{лн}}$ – время на получение наряда и сдачу работы (0,07...0,11ч);

$t_{\text{пнк}}$ – время на переезды агрегата в начале и конце смены (0,20...0,5ч).

$$t_6 = 0,6 + 0,06 + 0,08 + 0,3 = 1,04 \text{ ч}$$

Полученное значение циклов округляются до целого числа:

$$n_u = \frac{7 - 0,2 - 0,45 - 1,04}{0,27} = 19,67 \approx 20$$

При этом время смены принимается равным 7 ч ($T = 7$ ч), а суммарные непроизводительные затраты времени ($t_1 + t_2 + t_3$) рекомендуется принимать не более одного часа.

По определяют производительность агрегата, действительное время смены и коэффициент использования времени смены.

Производительность агрегата за кинематический цикл, га:

$$W_{\text{Цк}} = \frac{2 \times B_p \times L_p}{10^4} \quad (2.28)$$

$$W_{\text{Цк}} = \frac{2 \times 2,8 \times 1379,8}{10^4} = 0,77 \text{ га}$$

за действительное время смены

$$W_{\text{см}}^{\text{д}} = W_{\text{ц}} \times n_{\text{ц}} \quad (2.29)$$

$$W_{\text{см}}^{\text{д}} = 0,77 \times 20 = 15,4 \text{ га}$$

Производительность агрегата за час и смену определяется [15].

$$W_{\text{чн}} = 0,36 \times B \times \beta \times v_{\text{т}} \times \varepsilon \times \tau = 0,36 \times B_p \times v_p \times \tau \quad (2.30)$$

$$W_{\text{чн}} = 0,36 \times 2,8 \times 3,31 \times 0,65 = 2,17 \text{ га}$$

$$W_{\text{смн}} = 0,36 \times B \times \beta \times v_{\text{т}} \times \varepsilon \times T \times \tau = 0,3 \times 6 \times B_p \times v_p \times T_p \quad (2.31)$$

$$W_{\text{смн}} = 0,36 \times 2,8 \times 3,31 \times 4,63 = 15,45 \text{ га}$$

где $\beta = B_p : B$ – коэффициент использования конструктивной ширины захвата; $\varepsilon = v_p : v_{\text{т}}$ – коэффициент использования скорости движения; $\tau = T_p : T$ – коэффициент использования времени смены; B_p , v_p , T_p – соответственно нор-

мативные значения ширины захвата агрегата (м), скорости движения (м/с) и времени смены (ч).

Действительное время смены находится из уравнения (ч)

$$T_d = t_{ц} \times n_{ц} + t_2 + t_5 + t_6 \quad (2.32)$$

$$T_d = 0,27 \times 20 + 0,2 + 0,45 + 1,04 = 7,09 \text{ ч}$$

Чистое рабочее время смены для кинематического цикла (ч)

$$T_p = \frac{2 \times L_p \times n_{ц}}{3600 \times v_p} \quad (2.33)$$

$$T_p = \frac{2 \times 1379,8 \times 20}{3600 \times 3,31} = 4,63 \text{ ч}$$

Коэффициент использования времени

$$\tau = \frac{T_p}{T} \quad (2.34)$$

$$\tau = \frac{4,63}{7,09} = 0,65$$

Определение расхода топлива основных агрегатах.

Расход топлива основным агрегатом на единицу выполненной работы рассчитывается по формуле:

$$\Theta = G_{mp} \times T_p + G_{mx} \times t_x + \frac{G_{mo} \times t_o}{W_{см}} = \frac{G_{mp} \times T_p + G_{mx} \times t_x + G_{mo} \times t_o}{W_{см}}, \quad (2.35)$$

$$\Theta = \frac{14,8 \times 4,63 + 4,44 \times 0,4 + 2,22 \times 1,22}{15,4} = 4,74 \text{ кг / га}$$

Время холостого движения агрегата, t_x [15]:

$$t_x = \frac{T_p \times (1 - \varphi)}{\varphi} + t_{нк}, \text{ ч} \quad (2.36)$$

$$t_x = \frac{4,63 \times (1 - 0,98)}{0,98} + 0,3 = 0,4 \text{ ч}$$

Время остановок с работающим двигателем t_o :

$$t_o = t_{1T} + 0,5 \times (t_{1K} + t_{ETO}), \text{ ч} \quad (2.37)$$

$$t_{1K} = t_{pd} + t_{oo} + t_{kk}$$

где t_{pd} – время проведения дополнительных регулировок агрегата в течение смены (0,08...0,25ч);

t_{oo} – время на очистку рабочих органов машин (0,07...0,37ч);

t_{kk} – время, затрачиваемое на контроль качества работы в течение смены (0,08...0,17ч) [15];

$$t_{1K} = 0,15 + 0,25 + 0,1 = 0,5 \text{ ч}$$

$$t_{1T} = n_{ц} \times t_{01}, \text{ ч} \quad (2.38)$$

t_{01} – время одной технологической остановки [15];

$$t_{1T} = 20 \times 2 = 40 \text{ мин} = 0,67 \text{ ч.}$$

$$t_o = 0,67 + 0,5 \times (0,5 + 0,6) = 0,95 \text{ ч.}$$

Тогда расход топлива агрегатом составит:

$$\Theta = \frac{14,8 \times 4,63 + 4,44 \times 0,4 + 2,22 \times 1,22}{15,4} = 4,74 \text{ т/ч}$$

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Агротехнические требования к междурядной обработке картофеля

Требования к качеству работы средств механизации для гребневания и ухода за посадками картофеля излагаются в многочисленной литературе и в специальных агротехнических требованиях к конкретному виду машин [7].

Так, машины для гребневания должны обеспечивать формирование гребня высотой 12...22 см и шириной по верху 10...20 см, отклонение от средней высоты не более 3 см. Расстояние между соседними гребнями не должно отличаться более чем на 2 см от номинального размера. Гребни должны быть прямолинейны, а почва – рыхлой, с мелкокомковатой структурой.

В настоящее время практикуется посадка картофеля в гребни с междурядами 70 см. Для развития картофеля необходимо, чтобы гребень и дно борозды состояли из разрыхленной мелкокомковатой почвы, а профиль борозды и гребня обеспечивали устойчивое положение частичек почвы на стенках без скатывания и сползания при достаточной площади для каждого куста картофеля.

При уходе в довсходовый период проросшие сорняки должны уничтожаться полностью, а поверхность почвы должна быть рыхлой на глубину 3...5 см. Обработку почвы следует проводить через 5...7 дней после посадки, когда проростки сорняков находятся в фазе "белой ниточки". При междурядной обработке в зоне обработки сорняки должны уничтожаться полностью. Глубина рыхления зависит от состояния растений и погоды. Влажную, склонную к уплотнению почву обрабатывают на большую глубину – 17...20 см, а при недостатке влаги на меньшую 6...10 см.

Пере. приме.					
Справк. №					
Подпись и дата					
Инв. № дубл.					
Взам. инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
	Разраб.		Гарифуллин		
	Пров.		Пикмуллин		
	Н. контр.		Пикмуллин		
	Утверд.		Яхин		
<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ</i>					
<i>Культиватор для междурядной обработки почвы</i>					
			Лит.	Лист	Листов
				1	26
<i>Казанский ГАУ каф. «ОИД» 241 группа</i>					

Эффективно глубокое рыхление на глубину 22 см.

Окучивающий корпус должен насыпать рыхлый и ровный слой почвы высотой 5...8 см с приваливанием его к стеблям растений и рыхлить боковые стенки гребня и дно борозды. Рабочие органы не должны нарушать корневую систему, выдергивать, заваливать и повреждать растения [14].

Таким образом, для создания нормальных условий развития растений к окучивающим рабочим органам предъявляются следующие агротехнические требования:

1) насыпать при окучивании в зависимости от почвенно-климатических условий широкие и низкие гряды высотой до 15 см или более высокие и узкие гряды до 25 см;

2) не повреждать ботву, столоны и корневую систему картофеля, а также не засыпать ботву;

3) уничтожать сорняки на дне борозды и на склоне гребня;

4) обеспечивать глубину обработки от 6 до 14 см и защитную зону 15...20 см;

5) регулировочный механизм должен обеспечивать работу окучника на различной ширине междурядий.

Технические требования к культиваторам [9, 11]:

1) культиватор-окучник должен обеспечивать устойчивую и равномерную глубину хода рабочих органов, отклонение от установленной глубины не должно превышать ± 2 см;

2) ширина защитной зоны должна быть 10...17 см, скорость движения машины – 1,67...2,5 м/с (6...9 км/ч);

3) конструкция культиватора должна быть простой и удобной в эксплуатации.

Име. №подл.	Подпись и дат	Вза. име№	Име. № дуп.	Подпись и дат	Спра№	Пев. примен.	Эффективно глубокое рыхление на глубину 22 см.				Лист
							Окучивающий корпус должен насыпать рыхлый и ровный слой почвы высотой 5...8 см с приваливанием его к стеблям растений и рыхлить боковые стенки гребня и дно борозды. Рабочие органы не должны нарушать корневую систему, выдергивать, заваливать и повреждать растения [14].				
Таким образом, для создания нормальных условий развития растений к окучивающим рабочим органам предъявляются следующие агротехнические требования:							1) насыпать при окучивании в зависимости от почвенно-климатических условий широкие и низкие гряды высотой до 15 см или более высокие и узкие гряды до 25 см;				Лист
2) не повреждать ботву, столоны и корневую систему картофеля, а также не засыпать ботву;							3) уничтожать сорняки на дне борозды и на склоне гребня;				
4) обеспечивать глубину обработки от 6 до 14 см и защитную зону 15...20 см;							5) регулировочный механизм должен обеспечивать работу окучника на различной ширине междурядий.				Лист
Технические требования к культиваторам [9, 11]:							1) культиватор-окучник должен обеспечивать устойчивую и равномерную глубину хода рабочих органов, отклонение от установленной глубины не должно превышать ± 2 см;				
2) ширина защитной зоны должна быть 10...17 см, скорость движения машины – 1,67...2,5 м/с (6...9 км/ч);							3) конструкция культиватора должна быть простой и удобной в эксплуатации.				Лист
Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ</i>						

3.2 Описание и принцип работы предлагаемой модернизации культиватора КРН-4,2

На основании проведенного анализа агротехнических и технологических основ процесса гребнеобразования при междурядной обработке картофеля, обзора конструкций рабочих органов отечественных и зарубежных машин для междурядной обработки следует, что механическое повреждение корней оказывает глубокое отрицательное воздействие в целом на растения картофеля, причем повреждение не только вследствие среза и разрыва корней, но и от защемления при сдвиге почвы рабочим органом окучника. Это обстоятельство требует разработки такой технологии возделывания картофеля, при которой бы создавались лучшие условия для формирования корневой системы, а ее повреждения при междурядных обработках были бы минимальными. Следовательно имеется необходимость в разработке таких рабочих органов, которые более качественно формируют гребень, способны обеспечить качественное рыхление почвы, а также имеют меньшие затраты энергии на процесс обработки почвы.

Модернизированный культиватор КРН-4,2М (рисунок 3.1) предназначен для междурядной обработки картофеля, посаженного шестирядными сажалками.

К поперечному брусу-раме, опирающиеся на колеса, прикреплены семь секций с рабочими органами. Для агрегатирования с трактором к брусу-раме прикреплен замок автосцепки.

Рабочий орган (рисунок 3.2) состоит из двух дисков диаметром D_1 и D_2 , вращающихся на одной оси с расстоянием между дисками A . Диск меньшего диаметра располагается ближе к оси гребня. Диски установлены с углом атаки α и углом наклона β к вертикали.

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инее. № дуг.

Вза. инее№

Подпись и дат

Инее. №подл.

Лист

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

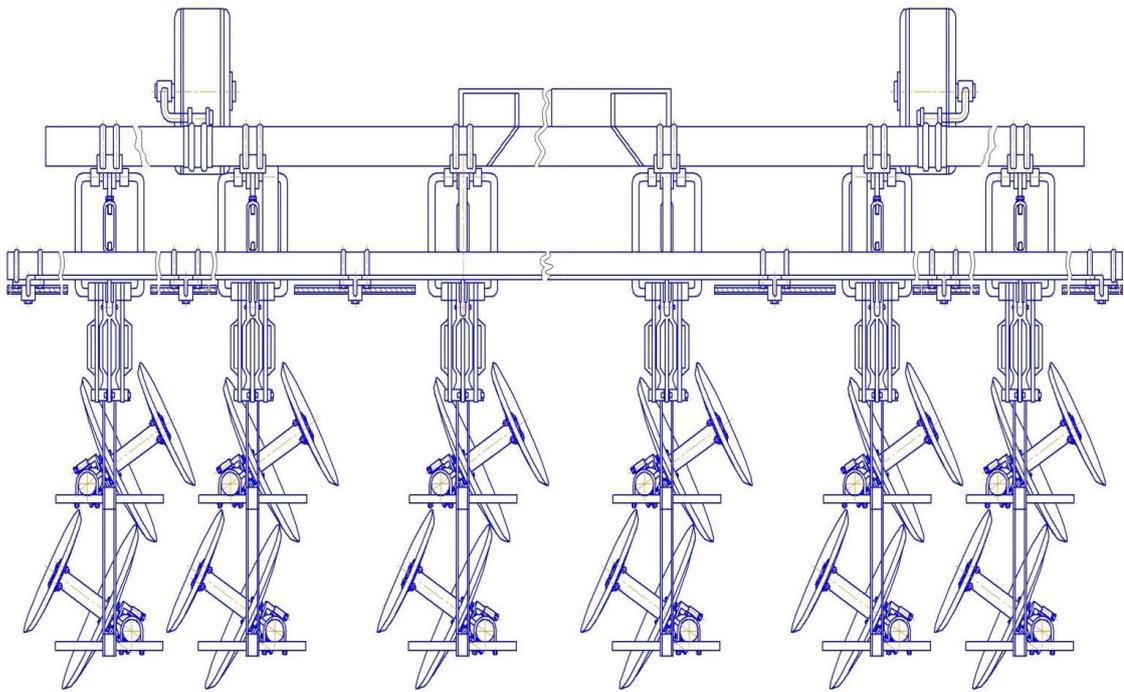


Рисунок 3.1 – Модернизированный культиватор КРН-4,2

Устройство для окучивания работает следующим образом. При поступательном движении агрегата диск большего диаметра 2 взаимодействует с почвой и вращается совместно с дополнительным диском 1. Этот диск 1 подрезает слой почвы на откосе гребня в защитной зоне на меньшую глубину, чем диск большего диаметра 2, не вызывая повреждения корневой системы растения, разрыхляет и отваливает его к растениям, равномерно их окучивая. За счет того, что дополнительный диск вращается с той же угловой скоростью, что и диск большего диаметра, но имеет меньший диаметр, он движется в почве со скольжением и сообщает меньшую скорость частицам почвы, которые в свою очередь в меньшей степени воздействуют на растения, не повреждая их. Слой почвы, подрезанный в междурядий и основании гребня диском большего диаметра, отваливается им и окончательно формирует гребень. Мгновенный центр вращения диска находится в почве, вследствие этого снижается давление на близкорасположенную корневую систему картофеля. Дополнительный диск увеличивает шири-

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инее. № дуп.

Вза. инее№

Подпись и дат

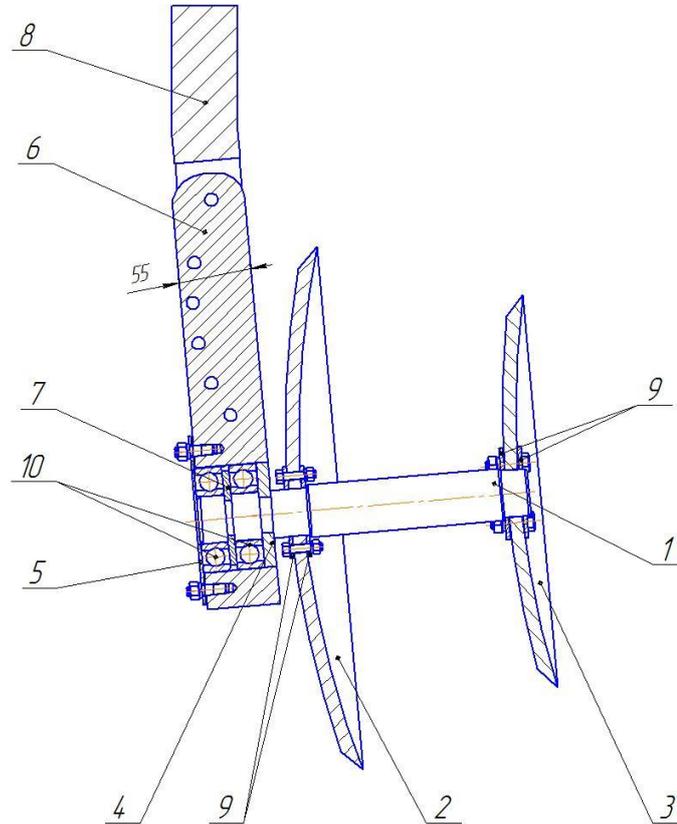
Инее. №попл.

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Лист

ну обработанной полосы в междурядий и обеспечивает рыхление почвы и уничтожение сорняков в защитной зоне, что благоприятно сказывается на развитии растений и, в конечном счете, на урожае.



1 – ось; 2 – диск большой; 3 – диск малый; 4 – втулка; 5 – крышка; 6 – пластина регулировочная; 7 – прокладка; 8 – стойка; 9 – кольцо прижимное; 10 – подшипник.

Рисунок 3.2 – Рабочий орган культиватора

Предлагаемая конструкция ротационного рабочего органа будет способствовать лучшему рыхлению почвы, крошению глыб и комков, более полному уничтожению сорняков, а также обеспечит формирование гребня в соответствии с агротехническими требованиями при меньших затратах энергии.

3.3 Расчёт основных деталей и узлов предлагаемого рабочего органа культиватора

3.3.1 Определение тягового сопротивления рабочего органа

По тяговому сопротивлению можно судить об энергоёмкости процесса, и поэтому служит одной из важнейших эксплуатационных характеристик. [9].

Для этого найдем сначала общую площадь одной секции, соприкасающейся с почвой из зависимости:

$$S_{сек} = 2(S_1 + S_2) \quad (3.1)$$

где S_1 – площадь погруженного в почву диска D_1 м;

S_2 – площадь погруженного в почву диска D_2 м;

Тяговое сопротивление секции усовершенствованного культиватора:

$$P_{сек} = S_{сек} k \quad (3.2)$$

где $k = 14,2 \text{ кН/м}^2, 12,4 \text{ кН/м}^2$ – удельное сопротивление обработки почвы дисковыми рабочими органами [9].

Определим максимально возможные параметры обрабатываемого междурядья для обработки картофеля. Глубина обработки – $h = 14$ см, полная ширина междурядья – $m = 60$ см, ширина защитной зоны – $L = 20$ см, следовательно, ширина обрабатываемого участка:

$$L_1 = m - L = 60 - 20 = 40 \text{ см.} \quad (3.3)$$

Следовательно, площадь зоны соприкосновения дискового рабочего органа с диаметром D_1 можно представить (рисунок 3.3) в виде площади его сегмента:

$$S_1 = \frac{l_1 R_1 - a_1 (R_1 - h_1)}{2}, \quad (3.4)$$

где l_1 – длина дуги диска, соприкасаемого с почвой м;

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инее. № дуг.

Вза. инее№

Подпись и дат

Инее. №подл.

Лист

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

R_1 – радиус диска, м;

a_1 – хорда диска, м.

Следовательно, искомую хорду можно найти из зависимости:

$$a_1 = 2\sqrt{2h_1R_1 - h_1^2}, \quad (3.5)$$

$$a_1 = 2\sqrt{2 \cdot 0,14 \cdot 0,2 - 0,14^2} = 0,4 \text{ м.}$$

Длина дуга диска определяется:

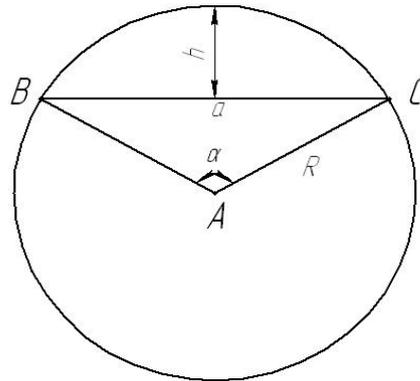


Рисунок 3.3 – Схема к определению площади соприкосновения рабочего органа культиватора с почвой

$$l_1 \approx \sqrt{a_1^2 + \left(\frac{16h_1^2}{3}\right)} \quad (3.6)$$

$$l_1 \approx \sqrt{0,4^2 + \left(\frac{16 \cdot 0,14^2}{3}\right)} = 0,5 \text{ м.}$$

Подставляем найденные значения в формулу 3.4 получаем:

$$S_1 = \frac{0,5 \cdot 0,2 - 0,4(0,2 - 0,14)}{2} = 0,035 \text{ м}^2.$$

Аналогично просчитаем параметры для диска с диаметром D_2 , учитывая, при этом что:

$$h_2 = h_1 - (D_1 - D_2), \quad (3.7)$$

$$h_2 = 0,14 - \frac{(0,4 - 0,3)}{2} = 0,09 \text{ м.}$$

Следовательно $a_2 = 0,3 м$; $l_2 = 0,35 \Rightarrow S_2 = 0,02 м^2$.

Общая площадь секции, соприкасающейся с почвой:

$$S_{сек} = 2(0,035 + 0,02) = 0,11 м^2.$$

Сопротивление одной секции:

$$P_{секц} = 0,11 \cdot 12,4 = 1,36 кН.$$

Тяговое сопротивление прототипа $P_{прот.}$ при тех же параметрах обработки определяется по формуле (3.2), применяя соответствующий коэффициент k [12].

Для этого необходимо рассчитать площадь соприкосновения окучника с почвой, которую ориентировочно подсчитаем по формуле, исходя из рисунка 3.4.

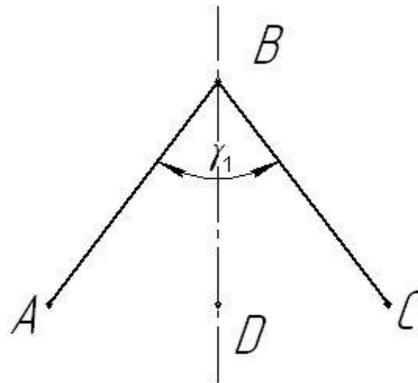


Рисунок 3.4 – Схема к определению площади соприкосновения окучника с почвой (вид сверху)

Для этого найдем общую площадь окучника, соприкасающейся с почвой (ориентировочно) из зависимости [6]:

$$S_{окучн} = 2 \frac{(L_1/2)h}{\sin\left(\frac{\gamma_1}{2}\right)}, \quad (3.8)$$

где γ_1 – угол раствора окучника.

При этом $AC = L_1$.

$$S_{окучи} = 2 \frac{(40/2)0,14}{\sin(75/2)} \approx 0,11 \text{ м}^2.$$

Соответственно:

$$P_{окуч} = 0,11 \cdot 14,2 \approx 1,56 \text{ кН}.$$

Снижение тягового сопротивления проектируемого культиватора, а значит энергоемкости процесса окучивания, определяем из выражения [6]:

$$\varepsilon = \frac{P_{окуч} - R_{секц}}{P_{окуч}} \cdot 100\% = \frac{1,56 - 1,4}{1,56} \cdot 100\% = 10,3\% . \quad (3.9)$$

3.3.2 Расчет геометрических параметров рабочего органа

Основной формирующей частью дискового рабочего органа является его диаметр, который выбирается в зависимости от вида выполняемых технологических операций. Диаметр дисков должен быть больше глубины обработки для рыхлителей в 5 раз, для культиваторов – в 4...4,5 раза. При этом он определяется по формуле [6]:

$$D = 2h \left(1 + \frac{d}{2h} + \text{tg}^2 \gamma + \text{tg}^2 \gamma \sqrt{1 + \frac{d}{h} + \text{tg}^2 \gamma} \right), \quad (3.10)$$

где d – диаметр распорной втулки (рисунок 3.5) м;

h – глубина обработки м;

γ – угол напользания пласта почвы на диск.

В данном случае примем допущение, что линия напользания пласта почвы на сферический диск имеет вид прямой. В реальности траектория движения почвы по поверхности сферического диска является вогнутой (рисунок 3.4), и диаметр диска может быть определен по наименьшему расстоянию p_{min} от центра вращения диска до пласта почвы, движущемуся по его поверхности. При этом должно выполняться условие $p_{min} > d/2$, и диаметр диска определится в этом случае по формуле [12]:

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Лист

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

$$D = 2(h + p_{min} + \Delta_H), \quad (3.11)$$

где Δ_H – высота напоя почвы на диск от поверхности поля.

В данном случае, которую можно определить через угол напоя γ , предположив, что почва достигает наименьшего радиуса p_{min} , пройдя по диску расстояние от $D/3$ до $D/2$:

$$\Delta_H = \frac{D}{2} \operatorname{tg} \gamma, \quad (3.12)$$

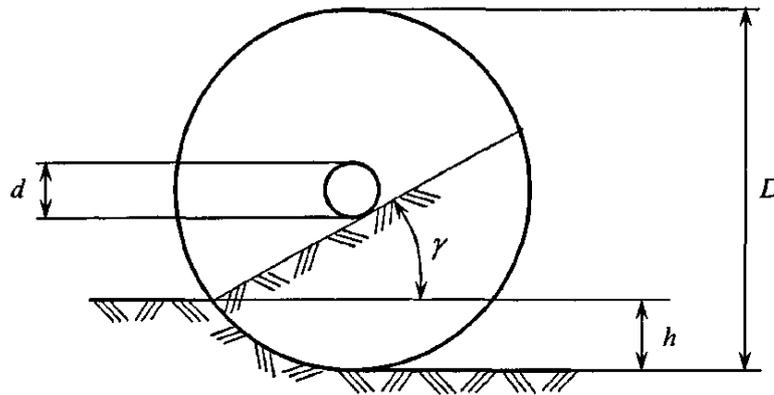


Рисунок 3.5– Схема к определению диаметра диска по глубине обработки

Тогда для диаметра диска (рисунок 3.6) получим:

$$D = \frac{2(h + p_{min})}{1 - \operatorname{tg} \gamma}, \quad (3.13)$$

Подставив числовые величины переменных h и p_{min} для нескольких значений глубины междурядной обработки и используя величину угла напоя γ , полученную П.С. Нартовым, получим диаметр дисков: [9]

$$D_{min} = 30 \text{ см}, \text{ а } D_{max} = 52 \text{ см}.$$

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инее. № дуг.

Вза. инее№

Подпись и дат

Инее. №подл.

Лист

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

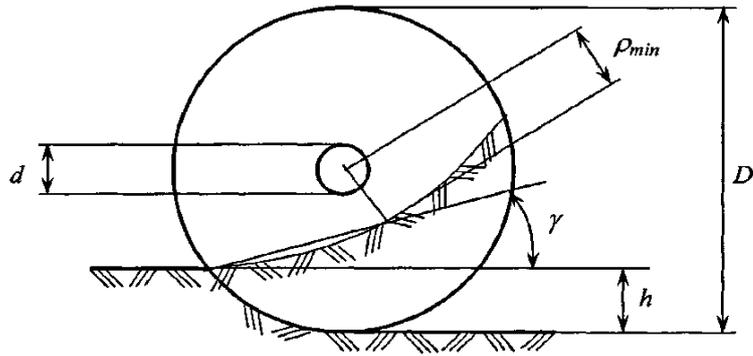


Рисунок 3.6 – Схема к определению диаметра диска по величине наибольшего подъема почвы по диску.

Что больше глубины обработки в 4...5 раз. Полученный вывод говорит о том, что искомые нами диаметры можно принять в пределах: $D_{\min} = 300$ мм, $D_{\max} = 400$ мм.

3.3.3 Расчет оси рабочего органа

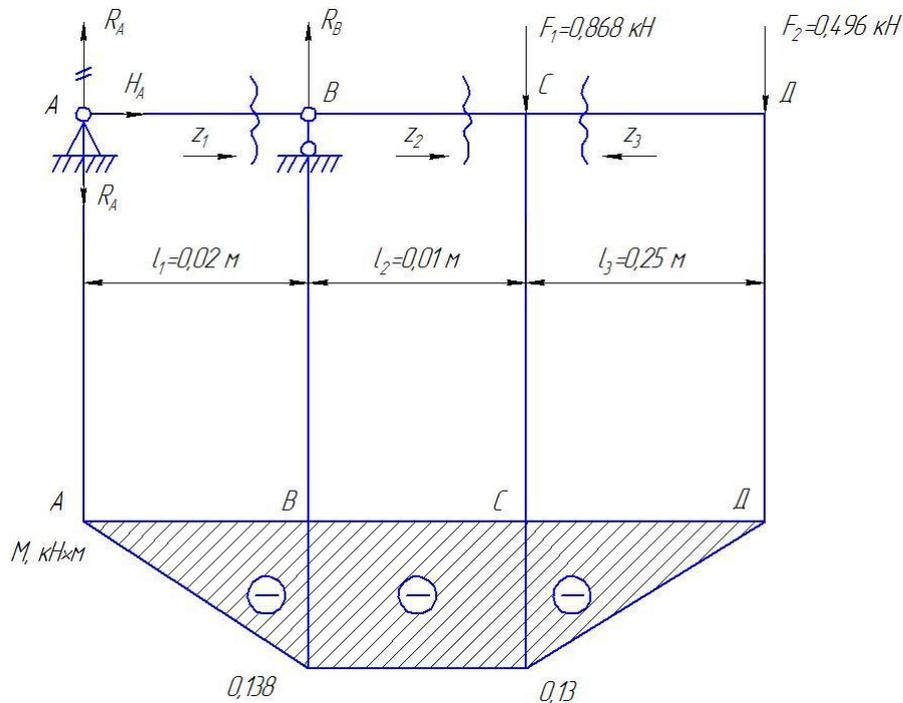


Рисунок 3.7 – Расчетная схема оси с эпюрами изгибающих моментов

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инв. № дуп.

Вза. инв.№

Подпись и дат

Инв. № подл.

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Лист

Для определения опорных реакций составляем уравнения статического равновесия:

$$\sum m_A = 0 \quad -R_B \cdot l_1 + F_1 \cdot (l_1 + l_2) + F_2 \cdot (l_1 + l_2 + l_3) = 0$$

$$R_B = \frac{F_1 \cdot (l_1 + l_2) + F_2 \cdot (l_1 + l_2 + l_3)}{l_1}$$

$$R_B = \frac{0,868 \cdot (0,02 + 0,01) + 0,496 \cdot (0,02 + 0,01 + 0,25)}{0,02} = 8,25 \text{ кН};$$

$$\sum m_B = 0 \quad R_A \cdot l_1 + F_1 \cdot l_2 + F_2 \cdot (l_2 + l_3) = 0$$

$$R_A = \frac{-F_1 \cdot l_2 - F_2 \cdot (l_2 + l_3)}{l_1}$$

$$R_A = \frac{-0,868 \cdot 0,01 - 0,496 \cdot (0,01 + 0,25)}{0,02} = -6,88 \text{ кН};$$

$$\text{Проверка: } \sum F_y = 0 \quad -R_A + R_B - F_1 - F_2 = 0$$

$$-6,88 + 8,25 - 0,868 - 0,469 = 0$$

$$0 = 0$$

Балка (ось) находится в равновесии. Значение опорных реакций определены правильно.

Поделим балку на участки по границам действия силовых факторов: АВ, ВС, СД.

Покажем направление обхода участков и составим уравнения изгибающих моментов по участкам.

$$\text{Участок АВ} \quad 0 \leq z_1 \leq l_1$$

$$M_{z_1} = -R_A \cdot z_1$$

$$\text{при } z_1 = 0; M_A = 0$$

$$z_1 = 0,02 \text{ м}; M_B = -6,88 \cdot 0,02 = -0,138 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{z_2} = -R_A \cdot (l_1 + z_2) + R_B \cdot z_2$$

$$\text{при } z_2 = 0; M_B = -6,88 \cdot 0,02 = -0,138 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$z_2 = 0,01 \text{ м}; M_C = -6,88 \cdot (0,02 + 0,01) + 8,25 \cdot 0,01 = -0,13 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_{z_3} = -F_2 \cdot z_3$$

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инее. № дупл.

Вза. инее№

Подпись и дат

Инее. №подл.

Лист

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

при $z_3 = 0$; $M_D = 0$

$$z_3 = 0,25 \text{ м}; M_C = -0,496 \cdot 0,25 = -0,13 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов.

Опасным будет сечение в точке В участке АВ – ВС, где

$$M_{max} = 0,138 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Размеры поперечного сечения оси для круглой формы сечения определяем из условия прочности при изгибе [3]:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma],$$

где σ_{max} - напряжение в опасном сечении балки, мПа;

M_{max} - максимальный изгибающий момент, Н·мм;

W_x - осевой момент сопротивления, мм³;

$[\sigma]$ - допускаемые напряжения, мПа.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n]} = \frac{240}{1,25} = 192 \text{ мПа};$$

где σ_T - предел текучести материала, мПа;

$[n]$ - допускаемый коэффициент запаса прочности.

Для материала оси Сталь 40 $\sigma_T=240$ мПа, $[n]=1,25$.

Для круглой формы сечения [1]:

$$W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32},$$

где d – диаметр оси, мм.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot [\sigma]}} \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,138 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 192}} = 19,3 \text{ мм}$$

По ГОСТ 6636-86 принимаем $d=20$ мм.

Остальные размеры оси по диаметру участков назначаем конструктивно [9].

Име. №подл.	Подпись и дат	Вза. ивее№	Ивее. № дугл.	Подпись и дат	Спра№	Пев. примен.	<p>при $z_3 = 0$; $M_D = 0$</p> <p>$z_3 = 0,25 \text{ м}; M_C = -0,496 \cdot 0,25 = -0,13 \text{ кН} \cdot \text{м}$</p> <p>По полученным данным строим эпюру изгибающих моментов.</p> <p>Опасным будет сечение в точке В участке АВ – ВС, где</p> <p>$M_{max} = 0,138 \text{ кН} \cdot \text{м}.$</p> <p>Размеры поперечного сечения оси для круглой формы сечения определяем из условия прочности при изгибе [3]:</p> $\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{W_x} \leq [\sigma],$ <p>где σ_{max} - напряжение в опасном сечении балки, мПа;</p> <p>M_{max} - максимальный изгибающий момент, Н·мм;</p> <p>W_x - осевой момент сопротивления, мм³;</p> <p>$[\sigma]$ - допускаемые напряжения, мПа.</p> $[\sigma] = \frac{\sigma_T}{[n]} = \frac{240}{1,25} = 192 \text{ мПа};$ <p>где σ_T - предел текучести материала, мПа;</p> <p>$[n]$ - допускаемый коэффициент запаса прочности.</p> <p>Для материала оси Сталь 40 $\sigma_T=240$ мПа, $[n]=1,25$.</p> <p>Для круглой формы сечения [1]:</p> $W_x = \frac{\pi \cdot d^3}{32},$ <p>где d – диаметр оси, мм.</p> $d \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{max}}{\pi \cdot [\sigma]}} \geq \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 0,138 \cdot 10^6}{3,14 \cdot 192}} = 19,3 \text{ мм}$ <p>По ГОСТ 6636-86 принимаем $d=20$ мм.</p> <p>Остальные размеры оси по диаметру участков назначаем конструктивно [9].</p>
							Изм..
ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ						Лист	

3.4 Инструкция по охране труда при работе с культиватором

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия

_____ (подпись)

_____ (фамилия, инициалы)

_____ (дата)

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда тракториста при работе с культиватором

Общие требования безопасности

К самостоятельной работе в качестве механизатора допускаются лица мужского пола не моложе 18 лет и прошедшие [4]:

- соответствующее профессиональное обучение, в том числе по охране труда, имеющее сертификат на право контролировать трактор соответствующей категории;

- медицинское обследование и установили подходящее состояние здоровья для контроля трактора;

- ☞- вводное и начальное обучение на рабочем месте, обучение и тестирование знаний по охране труда.

☞Механик обязан:☞

- соблюдать правила внутреннего трудового законодательства;

- ☞- соблюдать правила дорожного движения;☞

- подлежат ежегодному тестированию знаний по охране труда;

- ☞- выполнять только работу, назначенную непосредственному начальнику;

- ☞- знать и совершенствовать методы безопасной работы;

Пев. примен.
Спра№

Подпись и дат
Инее. № дуг.
Вза. инее№
Подпись и дат
Инее. №подл.

Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ	Лист
-------	-----	---------	---------	------	----------------------------------	------

Пев. примен.

☐- соблюдать технологию работы, применять методы обеспечения безопасности труда, установленные в инструкциях по охране труда, проектам работы, технологическим картам, инструкциям;

☐- использовать инструменты, оборудование и средства защиты дивидендов по своему прямому назначению, сообщать о своих недостатках руководителю работы;☐

- знать местонахождение и иметь возможность использовать средства первичного пожаротушения;

☐- при необходимости обеспечить доставку (поддержку) потерпевшего в медицинское учреждение;

☐- в соответствии с характером выполненной работы правильно использовать предоставленные ему средства индивидуальной защиты, а в случае их отсутствия или неисправности уведомить непосредственного руководителя;☐

Требования безопасности перед началом работы☐

До начала работы проверять с хозяином ПОРЯДОК выполнения инструкций по безопасным путям и порядка выполнения операций, предоставляемых технологической картой, с которой экипаж (ссылка) знакомится перед работой.☐Без разрешения мастер не должен изменять установленный порядок. Опасные зоны и места отдыха должны быть отмечены предупреждающими знаками [8].☐

При подготовке почвы к резке проходы предварительно очищаются.☐

Не разрешать:☐

- работать с плугами, резаками, дисками и боронами на участках с числом пней более 500 компьютеров. на 1 га без пропусков;

☐- работа в опасной зоне вырубki деревьев.

☐На крутых сильно размытых склонах, чтобы заполнить смывки и установку в них опорных ячеек, чтобы предотвратить просачивание почвы.☐

Требования к безопасности работы

Подпись и дат

Инее. № дуг.

Вза. инее№

Подпись и дат

Инее. №подл.

Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Лист

¶Почвообрабатывающие машины и инструменты позволяли производить наклон не более 8 градусов для колесных тракторов и 12 градусов для отслеживания при перемещении устройства по склону горизонтально. Когда трактор вынужден остановиться на склоне, его следует затормозить и зафиксировать, а двигатель выключен.

¶Перемещение заборов, канав и других препятствий должно быть под углом на нижней передаче, избегая рулона и нажимать устройство.¶

При работе с двумя или более машинами на склоне расстояние между ними должно быть не менее 60 м, а горизонтально не менее 30 м. Работа на склоне на одной вертикали не допускается, скорость движения по склону и терраса в первая передача.¶

Требования к чрезвычайной безопасности

¶Прекратите работать, когда скорость ветра превышает 11 м / с., В грозу, во время сильных дождей, снегопадов и густого тумана (видимость менее 50 м).

¶Во время грозы, чтобы приостановить работу, занять безопасное место в деревне, на поляне, в районе лиственного молодого роста, между деревьями, растущими на расстоянии 20 м друг от друга, в горах и холмистой местности ближе к середине наклон, если это возможно, расположен на изоляционном материале (сухие упавшие деревья, мхи, береста), удаляет металлические предметы, механизмы.¶

Требования безопасности в конце работы

¶Очищайте, приводите в порядок инструменты, оборудование, механизмы, храните их в специально отведенных местах.¶

Удалите одежду, рабочую одежду и обувь, очистите и освободите их от пыли, поставьте на хранение.¶

Удостоверьтесь, что тик энцефалита нет, если он доступен - удалить.¶

Выполните гигиенические процедуры при работе в области радиационного загрязнения для выполнения предписанных процедур.¶О всех коммен-

Име. №подл.	Подпись и дат	Вза. инее№	Инее. № дуп.	Подпись и дат	Спра№	Пев. примен.					Лист
							ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ				
Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата							

тариях к работе, чтобы сообщить официальному лицу и сделать замечания в журнале об административном и общественном контроле за охраной труда.

¶Погасить огонь и покрыть их почвой.¶

Требования к сельскохозяйственной технике и инструментам¶

Перед началом работы на сельскохозяйственной машине проверьте состояние предохранительных устройств и устройств, исправность сидений, подножки, поручни и подножки [4].

¶Рычаги машин и инструментов должны быть просты в эксплуатации и надежно закреплены защелками; ручки должны быть свободны от заусенцев и острых углов.

Если на машине имеются резервуары, находящиеся под давлением, их предварительно проверяют. Проверяют также манометры и предохранительные клапаны.

Разработал

Согласовано

студент Гарифуллин Ф.Ф.

Специалист по ОТ

(подпись)

(подпись)

Представитель профкома

(подпись)

3.5 Технико-экономическая оценка конструкции

Модернизированный культиватор сравниваем с серийно выпускаемым культиватором КРН – 4,2.

Рассчитываем производительность культиваторного агрегата в базовом варианте [2].

Часовая производительность:

$$W_{ч_6} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.28)$$

где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

Име. №подл.	Подпись и дат	Вза. ииее№	Инее. № дуп.	Подпись и дат	Пее. примен.	Спра№	<p>Разработал</p> <p>студент Гарифуллин Ф.Ф.</p> <p>_____ (подпись)</p>	<p>Согласовано</p> <p>Специалист по ОТ</p> <p>_____ (подпись)</p> <p>Представитель профкома</p> <p>_____ (подпись)</p>	<p>3.5 Технико-экономическая оценка конструкции</p> <p>Модернизированный культиватор сравниваем с серийно выпускаемым культиватором КРН – 4,2.</p> <p>Рассчитываем производительность культиваторного агрегата в базовом варианте [2].</p> <p>Часовая производительность:</p> $W_{ч_6} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.28)$ <p>где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;</p>	Лист

V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

$$W_{ч_о} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 8,85 \cdot 0,83 = 3,12 a/ч$$

Сменная производительность:

$$W_{с_о} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot n, \quad (3.29)$$

где n – продолжительность смены, ч.

$$W_{с_о} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 8,85 \cdot 0,83 \cdot 10 = 31,2 a$$

Годовая производительность:

$$W_{г_о} = W_{ч_о} \cdot T_з, \quad (3.30)$$

где $T_з$ – годовая загрузка, ч.

$$W_{г_о} = 3,1 \cdot 200 = 620 a$$

Рассчитываем производительность культиваторного агрегата в проектируемом варианте.

Часовая производительность:

$$W_{ч_n} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \quad (3.31)$$

где B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

V_p – рабочая скорость агрегата, км/ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

$$W_{ч_n} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10,2 \cdot 0,83 = 3,37 a/ч$$

Сменная производительность:

$$W_{с_n} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot n, \quad (3.32)$$

где n – продолжительность смены, ч.

$$W_{с_n} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10,2 \cdot 0,83 \cdot 10 = 33,7 a$$

Годовая производительность:

$$W_{г_n} = W_{ч_n} \cdot T_з, \quad (3.33)$$

где $T_з$ – годовая загрузка, ч.

Пев. примен.					
Спра№					
Подпись и дат					
Инее. № дуг.					
Вза. инее№					
Подпись и дат					
Инее. №подл.					
<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ</i>					Лист
Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	

$$W_{z_n} = 3,37 \cdot 200 = 674 \text{га}$$

Затраты труда на культивацию:
при существующей технологии

$$Tn_{\sigma} = \frac{L}{W_{\sigma}}, \quad (3.34)$$

где L – число рабочих обслуживающих агрегат, чел.

$$Tn_{\sigma} = \frac{1}{3,1} = 0,322 \text{чел.} - \text{ч/га},$$

при проектной технологии

$$Tn_n = \frac{L}{W_{\sigma}}, \quad (3.35)$$

$$Tn_{\sigma} = \frac{1}{3,37} = 0,297 \text{чел.} - \text{ч/га}$$

Снижение затрат труда

$$C_{\text{ТП}} = \frac{Tn_{\sigma} - Tn_n}{T_{\sigma}} \cdot 100, \quad (3.36)$$

$$C_{\text{ТП}} = \frac{0,322 - 0,297}{0,322} \cdot 100 = 7,7\%$$

Удельные прямые эксплуатационные затраты в рублях на единицу работы определяются по формуле [2]:

$$\text{Эз.уд.} = \text{Зп} + \text{Ат} + \text{Рт} + \text{Тс} + \text{Пз}, \quad (3.37)$$

где Эз.уд. – удельные прямые эксплуатационные затраты, руб./га;

Зп – заработная плата обслуживающего персонала (с начислениями), руб./га;

Ат – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств, руб./га;

Рт – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./га;

Тс – затраты на топливо, руб./га;

Пз – прочие прямые затраты, руб./га.

Име. №подл.	Подпись и дат	Вза. и име№	Име. № дупл.	Подпись и дат	Спра№	Пев. примен.	$W_{z_n} = 3,37 \cdot 200 = 674 \text{га}$ <p>Затраты труда на культивацию: при существующей технологии</p> $Tn_{\sigma} = \frac{L}{W_{\sigma}}, \quad (3.34)$ <p>где L – число рабочих обслуживающих агрегат, чел.</p> $Tn_{\sigma} = \frac{1}{3,1} = 0,322 \text{чел.} - \text{ч/га},$ <p>при проектной технологии</p> $Tn_n = \frac{L}{W_{\sigma}}, \quad (3.35)$ $Tn_{\sigma} = \frac{1}{3,37} = 0,297 \text{чел.} - \text{ч/га}$ <p>Снижение затрат труда</p> $C_{\text{ТП}} = \frac{Tn_{\sigma} - Tn_n}{T_{\sigma}} \cdot 100, \quad (3.36)$ $C_{\text{ТП}} = \frac{0,322 - 0,297}{0,322} \cdot 100 = 7,7\%$ <p>Удельные прямые эксплуатационные затраты в рублях на единицу работы определяются по формуле [2]:</p> $\text{Эз.уд.} = \text{Зп} + \text{Ат} + \text{Рт} + \text{Тс} + \text{Пз}, \quad (3.37)$ <p>где Эз.уд. – удельные прямые эксплуатационные затраты, руб./га;</p> <p>Зп – заработная плата обслуживающего персонала (с начислениями), руб./га;</p> <p>Ат – амортизационные отчисления на полное восстановление основных средств, руб./га;</p> <p>Рт – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./га;</p> <p>Тс – затраты на топливо, руб./га;</p> <p>Пз – прочие прямые затраты, руб./га.</p>	Лист
							Изм..	Лис

Полная заработная плата механизаторов, занятых на междурядной обработке:

$$Z_{II} = \frac{L \cdot Cч \cdot Kо \cdot Rc}{Wч}, \quad (3.38)$$

где L – количество рабочих, обслуживающих агрегат, чел;

Cч – часовая тарифная ставка руб./ч;

Kо – коэффициент увеличения оплаты труда;

Rc – отчисления на социальные нужды, %.

При существующей технологии

$$Z_{IIб} = \frac{1 \cdot 120,03 \cdot 1,5 \cdot 1,271}{3,39} = 69 \text{ руб./га}$$

При проектной технологии

$$Z_{IIб} = \frac{1 \cdot 120,03 \cdot 1,5 \cdot 1,271}{3,52} = 66,4 \text{ руб./га}$$

Амортизационные отчисления на восстановление основных средств определяют по формуле:

$$A_T = \sum_{j=1}^n \frac{Bc_j \cdot a_j \cdot Tcm}{100 \cdot Tз_j \cdot Wч_j}, \quad (3.39)$$

где Bс – балансовая стоимость машины, входящей в состав агрегата, руб.;

a – норма амортизационных отчислений j-ой машины, входящей в состав агрегата, %;

Tз – годовая загрузка j-й машины, ч;

Wч – часовая производительность, га/ч;

n – количество тракторов и сельскохозяйственных машин в агрегате.

При существующей технологии

$$A_{Tб} = \frac{Bct \cdot a}{100 \cdot Wч_{б} \cdot Tз} + \frac{Bck_{б} \cdot a}{100 \cdot Wч_{б} \cdot Tзк} \quad (3.40)$$

$$A_{Tб} = \frac{630000 \cdot 9,1}{100 \cdot 3,1 \cdot 1095} + \frac{300000 \cdot 12,5}{100 \cdot 3,1 \cdot 200} = 15,45 + 55,3 = 70,74 \text{ руб./га}$$

Пев. примен.						
Спра№						
Подпись и дат						
Инее. № дуг.						
Вза. инее№						
Подпись и дат						
Инее. №подл.						
ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ						
Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	Лист	

При проектной технологии

$$A_{Tn} = \frac{Бст \cdot a}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tз} + \frac{Бск_n \cdot a}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tзк} \quad (3.41)$$

$$A_{Tn} = \frac{630000 \cdot 9,1}{100 \cdot 3,37 \cdot 1095} + \frac{318773,5 \cdot 12,5}{100 \cdot 3,37 \cdot 200} = 14,9 + 50,55 = 65,45 \text{ руб./га}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание агрегатов для предпосевной культивации рассчитывают по формуле:

$$P_T = \sum_o^n \frac{Бс_j \cdot p_j \cdot Tсм}{100 \cdot Tз_j \cdot W_{ч_j}}, \quad (3.42)$$

где p – норматив затрат на ремонт и планово-техническое обслуживание, %;

При существующей технологии

$$P_{Tб} = \frac{Бст \cdot p}{100 \cdot W_{ч_б} \cdot Tз} + \frac{Бск_б \cdot p}{100 \cdot W_{ч_б} \cdot Tзк} \quad (3.43)$$

$$P_{Tб} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,1 \cdot 1095} + \frac{300000 \cdot 6}{100 \cdot 3,1 \cdot 200} = 17 + 26,56 = 43,56 \text{ руб./га}$$

При проектной технологии

$$P_{Tn} = \frac{Бст \cdot p}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tз} + \frac{Бск_n \cdot p}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tзк} \quad (3.44)$$

$$P_{Tn} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,37 \cdot 1095} + \frac{318773,5 \cdot 6}{100 \cdot 3,37 \cdot 200} = 16,35 + 29 = 45,35 \text{ руб./га}$$

Стоимость топлива:

при существующей технологии

$$T_{сб} = \frac{q \cdot Цк}{W_{ч_б}}, \quad (3.45)$$

где q – расход топлива на единицу наработки, кг/га;

$Цк$ – комплексная цена 1 кг топлива (35 рублей).

$$T_{сб} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,1} = 26,4 \text{ руб / га}$$

Пев. примен.	При проектной технологии					Лист
	$A_{Tn} = \frac{Бст \cdot a}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tз} + \frac{Бск_n \cdot a}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tзк} \quad (3.41)$ $A_{Tn} = \frac{630000 \cdot 9,1}{100 \cdot 3,37 \cdot 1095} + \frac{318773,5 \cdot 12,5}{100 \cdot 3,37 \cdot 200} = 14,9 + 50,55 = 65,45 \text{ руб./га}$ <p>Затраты на ремонт и техническое обслуживание агрегатов для предпосевной культивации рассчитывают по формуле:</p> $P_T = \sum_o^n \frac{Бс_j \cdot p_j \cdot Tсм}{100 \cdot Tз_j \cdot W_{ч_j}}, \quad (3.42)$ <p>где p – норматив затрат на ремонт и планово-техническое обслуживание, %;</p> <p>При существующей технологии</p> $P_{Tб} = \frac{Бст \cdot p}{100 \cdot W_{ч_б} \cdot Tз} + \frac{Бск_б \cdot p}{100 \cdot W_{ч_б} \cdot Tзк} \quad (3.43)$ $P_{Tб} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,1 \cdot 1095} + \frac{300000 \cdot 6}{100 \cdot 3,1 \cdot 200} = 17 + 26,56 = 43,56 \text{ руб./га}$ <p>При проектной технологии</p> $P_{Tn} = \frac{Бст \cdot p}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tз} + \frac{Бск_n \cdot p}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tзк} \quad (3.44)$ $P_{Tn} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,37 \cdot 1095} + \frac{318773,5 \cdot 6}{100 \cdot 3,37 \cdot 200} = 16,35 + 29 = 45,35 \text{ руб./га}$ <p>Стоимость топлива:</p> <p>при существующей технологии</p> $T_{сб} = \frac{q \cdot Цк}{W_{ч_б}}, \quad (3.45)$ <p>где q – расход топлива на единицу наработки, кг/га;</p> <p>$Цк$ – комплексная цена 1 кг топлива (35 рублей).</p> $T_{сб} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,1} = 26,4 \text{ руб / га}$					
Спра№	$P_{Tб} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,1 \cdot 1095} + \frac{300000 \cdot 6}{100 \cdot 3,1 \cdot 200} = 17 + 26,56 = 43,56 \text{ руб./га}$					
	$P_{Tn} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,37 \cdot 1095} + \frac{318773,5 \cdot 6}{100 \cdot 3,37 \cdot 200} = 16,35 + 29 = 45,35 \text{ руб./га}$					
Подпись и дат	$P_{Tн} = \frac{Бст \cdot p}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tз} + \frac{Бск_n \cdot p}{100 \cdot W_{ч_n} \cdot Tзк} \quad (3.44)$					
	$P_{Tн} = \frac{630000 \cdot 10}{100 \cdot 3,37 \cdot 1095} + \frac{318773,5 \cdot 6}{100 \cdot 3,37 \cdot 200} = 16,35 + 29 = 45,35 \text{ руб./га}$					
Инее. № дуп.	Стоимость топлива:					
	при существующей технологии					
Вза. инее№	$T_{сб} = \frac{q \cdot Цк}{W_{ч_б}}, \quad (3.45)$					
	где q – расход топлива на единицу наработки, кг/га;					
Подпись и дат	$Цк$ – комплексная цена 1 кг топлива (35 рублей).					
	$T_{сб} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,1} = 26,4 \text{ руб / га}$					
Инее. №подл.	$T_{сб} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,1} = 26,4 \text{ руб / га}$					
						$T_{сб} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,1} = 26,4 \text{ руб / га}$
Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ	

при существующей технологии

$$T_{Cn} = \frac{q \cdot Цк}{Wч_n}, \quad (3.46)$$

$$T_{Cn} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,37} = 24,3 \text{ руб} / \text{га}$$

Прочие прямые затраты определяем от суммы прямых затрат (10%).

Прямые эксплуатационные затраты:

при существующей технологии

$$\mathcal{E}_{удб} = 26,4 + 67 + 70,74 + 48,4 = 212,5 \text{ руб.} / \text{га}$$

при проектируемой технологии

$$\mathcal{E}_{удн} = 24,3 + 64,4 + 75,45 + 46,6 = 210,75 \text{ руб.} / \text{га}$$

Прочие прямые затраты:

$$П_з = \mathcal{E}_{уд} \cdot 0,1 \quad (3.47)$$

$$П_{зб} = 212,5 \cdot 0,1 = 21,25 \text{ руб} / \text{га}$$

$$П_{зн} = 210,75 \cdot 0,1 = 21,1 \text{ руб} / \text{га}$$

Всего прямых удельных эксплуатационных затрат:

$$\mathcal{E}_{удб} = \mathcal{E}_{удб} + П_{зб} = 212,5 + 21,25 = 233,75 \text{ руб} / \text{га}$$

$$\mathcal{E}_{удн} = \mathcal{E}_{удн} + П_{зн} = 210,75 + 21,1 = 231,85 \text{ руб} / \text{га}$$

Годовые эксплуатационные затраты на весь объем выполняемых работ:

$$\mathcal{E}_{з.б} = \mathcal{E}_{уд.б} \cdot Qб, \quad (3.48)$$

где Qб – годовой объём работ, га.

$$\mathcal{E}_{з.б} = 233,75 \cdot 350 = 81812 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{з.н} = 231,85 \cdot 350 = 81147 \text{ руб.}$$

Использование модернизированного культиватора на междурядной обработке картофеля обеспечивает повышение урожайности картофеля на 3,0 %.

Определяем годовую экономию и годовой экономический эффект с учетом прибавки дополнительной продукции [2]:

Име. №подл.	Подпись и дат	Вза. инее№	Инее. № дупл.	Подпись и дат	Спра№	Пев. примен.	при существующей технологии	$T_{Cn} = \frac{q \cdot Цк}{Wч_n}, \quad (3.46)$	$T_{Cn} = \frac{2,34 \cdot 35}{3,37} = 24,3 \text{ руб} / \text{га}$	Прочие прямые затраты определяем от суммы прямых затрат (10%).	Прямые эксплуатационные затраты:	при существующей технологии	$\mathcal{E}_{удб} = 26,4 + 67 + 70,74 + 48,4 = 212,5 \text{ руб.} / \text{га}$	при проектируемой технологии	$\mathcal{E}_{удн} = 24,3 + 64,4 + 75,45 + 46,6 = 210,75 \text{ руб.} / \text{га}$	Прочие прямые затраты:	$П_з = \mathcal{E}_{уд} \cdot 0,1 \quad (3.47)$	$П_{зб} = 212,5 \cdot 0,1 = 21,25 \text{ руб} / \text{га}$	$П_{зн} = 210,75 \cdot 0,1 = 21,1 \text{ руб} / \text{га}$	Всего прямых удельных эксплуатационных затрат:	$\mathcal{E}_{удб} = \mathcal{E}_{удб} + П_{зб} = 212,5 + 21,25 = 233,75 \text{ руб} / \text{га}$	$\mathcal{E}_{удн} = \mathcal{E}_{удн} + П_{зн} = 210,75 + 21,1 = 231,85 \text{ руб} / \text{га}$	Годовые эксплуатационные затраты на весь объем выполняемых работ:	$\mathcal{E}_{з.б} = \mathcal{E}_{уд.б} \cdot Qб, \quad (3.48)$	где Qб – годовой объём работ, га.	$\mathcal{E}_{з.б} = 233,75 \cdot 350 = 81812 \text{ руб.}$	$\mathcal{E}_{з.н} = 231,85 \cdot 350 = 81147 \text{ руб.}$	Использование модернизированного культиватора на междурядной обработке картофеля обеспечивает повышение урожайности картофеля на 3,0 %.	Определяем годовую экономию и годовой экономический эффект с учетом прибавки дополнительной продукции [2]:
							Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ</i>					Лист												

$$\mathcal{E}_Г = \left(\mathcal{E}_{зб} \cdot \frac{Q_n}{Q_b} - \mathcal{E}_{зн} \right) + Д, \quad (3.49)$$

$\mathcal{E}_Г$ – объем работ при базовом и проектируемом вариантах, га.;

$\mathcal{E}_{уд}$ – удельные эксплуатационные затраты при базовом и проектируемом вариантах, руб./га;

$Д$ – денежная оценка дополнительно полученной продукции, руб./га.

$$Г_{\mathcal{E}\Phi} = \left(П_{з.удб} \cdot \frac{Q_n}{Q_b} - П_{з.удн} \right) + Д, \quad (3.50)$$

где $П_{з.уд}$ – удельные приведенные затраты, руб/га.

Определяем стоимость дополнительной продукции, получаемой за счет роста урожайности картофеля:

$$Д = (\Delta Н_y \cdot Ц) \cdot Q_n, \quad (3.51)$$

где $Ц$ – цена 1ц продукции (1180 руб.);

Q_n – площадь под картофель (350 га)

$$\dot{A} = \left[(22,66 - 22) \cdot 1180 \right] \cdot 350 = 272,6 \text{ ð ù ñ. } \dot{\text{óá}}$$

Годовая экономия с учетом дополнительной продукции

$$\dot{Y}_A = \left(81812 \cdot \frac{350}{350} - 81147 \right) + 272600 = 273265 \text{ } \dot{\text{óá}}.$$

Удельные приведенные затраты:

$$П_{з.уд} = \mathcal{E}_{уд} + E_n \cdot K_{уд}, \quad (3.52)$$

где $\mathcal{E}_{уд}$ – удельные эксплуатационные затраты, руб./га;

E_n – норматив приведения разновременных затрат и результатов, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений ($E_n=0,1$); [2]

$K_{уд}$ – удельные капитальные вложения, руб/га.

Удельные капитальные вложения определяются по формуле [2]:

$$K_{уд} = \frac{Бс}{Wч \cdot Tз}, \quad (3.53)$$

где $Бс$ – балансовая стоимость машины, руб.;

$Wч$ – часовая производительность машины, га/ч;

Пев. примен.					
Спра№					
Подпись и дат					
Инее. № дуг.					
Вза. инее№					
Подпись и дат					
Инее. №подл.					
Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	Лист
ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ					

Тз – годовая загрузка машины, ч.

При существующей технологии

$$K_{удб} = \frac{630000}{1095 \cdot 3,1} + \frac{300000}{200 \cdot 3,1} = 169,72 + 442,48 = 612,2 \text{ руб} / \text{га},$$

При проектируемой технологии

$$K_{удн} = \frac{630000}{1095 \cdot 3,37} + \frac{318773,5}{200 \cdot 3,37} = 163,45 + 484,43 = 647,88 \text{ руб} / \text{га},$$

Приведенные затраты:

При существующей технологии

$$П_{з.удб} = 233,75 + 0,1 \cdot 612,2 = 294,97 \text{ руб} / \text{га},$$

При проектируемой технологии

$$П_{з.удн} = 231,85 + 0,1 \cdot 647,88 = 296,6 \text{ руб} / \text{га},$$

Приведенные затраты на весь объем работ:

$$П_{з.б} = 294,97 \cdot 350 = 103236 \text{ руб.};$$

$$П_{з.н} = 296,6 \cdot 350 = 103810 \text{ руб.};$$

Годовой экономический эффект с учетом стоимости дополнительной продукции:

$$\tilde{A}_{\dot{\gamma}\delta} = \left(103236 \cdot \frac{350}{350} - 103810 \right) + 273265 = 272691 \text{ руб}$$

Определяем срок окупаемости дополнительных капитальных вложений на модернизации культиватор КРН – 4,2М, лет.

$$T_o = \frac{K_o}{\dot{\alpha}}, \quad (3.54)$$

где K_o – сумма капитальных вложений, руб.

$$\dot{\alpha} = \frac{318773,50}{273265} = 1,17$$

Пев. примен.

Спра№

Подпись и дат

Инее. № докл.

Вза. инее№

Подпись и дат

Инее. №подл.

Лист

ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ

Изм.. Лис № доку. Подпись Дата

Таблица 3.1 – Экономическая эффективность внедрения модернизированного культиватора КРН– 4,2М для междурядной обработки картофеля

Показатели	Почвообрабатывающий агрегат МТЗ-82+	
	Базовый культиватор КРН – 4,2	Модернизированный культиватор КРН – 4,2М
Балансовая стоимость, тыс. руб.	300	318,5
Дополнительные затраты на модернизацию, руб.	---	18773,5
Производительность, га.		
сменная	31	33,7
сезонная	350	350
Снижение затрат труда, %	---	7,7
Удельные эксплуатационные затраты, руб./га.	233,75	231,85
Урожайность картофеля, ц/га.	22	22,66
Годовая экономия, тыс. руб	---	272,6
Удельные приведенные затраты, руб./га	294,97	296,6
Годовой экономический эффект, тыс. руб.	---	272,7
Срок окупаемости капитальных вложений, лет	---	1,17

Выводы по разделу:

Предлагаемая конструкция ротационного рабочего органа будет способствовать лучшему рыхлению почвы, крошению глыб и комков, более полному уничтожению сорняков, а также обеспечит формирование гребня в соответствии с агротехническими требованиями при меньших затратах энергии. Определены диаметры дисков рабочего органа ($D_{\min} = 300$ мм, $D_{\max} = 400$ мм), тяговые сопротивления культиватора ($P_k = 9,8 \text{ кН}$, $P_{\text{секц}} = 1,4 \text{ кН}$) и проведены прочностные расчеты крепления рабочего органа.

Как показывают расчеты, внедрение модернизированного культиватора КРН – 4,2М для междурядной обработки картофеля позволит снизить затраты

труда на междурядную обработку картофеля на 7,7% и повысить урожайность картофеля на 3%. Дополнительные затраты на модернизацию культиватора составят 18773,5 руб., дополнительные капитальные вложения окупятся приблизительно за 1 год и 2 месяца при условии работы культиватора на площади не менее 350 га.

Пев. примен.	
Спра№	

Подпись и дат	
Инве. № дупл.	
Вза. инве№	
Подпись и дат	

Инв. №подл.	
-------------	--

Изм..	Лис	№ доку.	Подпись	Дата	<p><i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 ПЗ</i></p>	Лист

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Анализ используемых технических средств, для междурядной обработки картофеля выявил большое количество различных конструкций рабочих органов для междурядной обработки. Дисковые почвообрабатывающие машины занимают большое место в системе машин для комплексной механизации земледелия. Простота их конструкции, высокая производительность, малая склонность к забиванию растительными остатками, способность легко преодолевать препятствия, относительно малый износ рабочих органов и другие преимущества способны снизить тяговое сопротивление агрегата, а как следствие и расход топлива. Поэтому модернизация рабочего органа культиватора является актуальной.

2. Предлагаемая конструкция ротационного рабочего органа будет способствовать лучшему рыхлению почвы, крошению глыб и комков, более полному уничтожению сорняков, а также обеспечит формирование гребня в соответствии с агротехническими требованиями при меньших затратах энергии.

Внедрение модернизированного культиватора КРН – 4,2 для междурядной обработки картофеля позволит снизить затраты труда на междурядную обработку картофеля на 7,7% и повысить урожайность картофеля на 3%. Дополнительные затраты на модернизацию культиватора составят 18773,5 руб., дополнительные капитальные вложения окупятся примерно за 1 год и 2 месяца.

Поэтому проведенные мероприятия экономически эффективны и могут быть применены на производстве.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т., перераб. и доп./ под ред. И. Н. Жестковой. – М 2006 г.
2. Булгариев Г.Г., Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС)/ Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань, 2012. – 64 с.
3. Ерохин, М.Н. Детали машин и основы конструирования/ Под ред. М.Н. Ерохина. – М.: КолосС, 2004. – 462 с.: ил.
4. Зотов Б. И.; Курдюмов В. И. «Безопасность жизнедеятельности на производстве». Учебник для студентов высших учеб. заведений – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: КолосС, 2008.– 432 с.: ил.
5. Измайлов, Ю.С. Исследование новых рабочих органов для ухода за посадками картофеля /Ю.С. Измайлов //Механизация технологических процессов уборки корнеклубнеплодов. М., 2007. - С. 65-71.
6. Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия /Ф.М. Канарев. -М.: Машиностроение, переработанное и дополненное. 2003. 142 с.
7. Клёнин Н. И.; Киселёв С. Н.; Левшин А. Г. “Сельскохозяйственные машины”. Министерство сельского хозяйства.-М.: КолоС, 2008.-816 с.
8. Комаров, М.К. Справочник по эксплуатации и регулировкам сельскохозяйственных машин / М.К. Комаров. – 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Россельхозиздат, 2005. – 277 с.: ил.
9. Краснеченко, А.В., Справочник конструктора сельскохозяйственных машин/ А.В. Краснеченко. – том 2, М.: Гос. научно техническое издательство машиностроительной литературы. 1961.- 863 с.: ил.
10. Ларюшин, Н. П. Сельскохозяйственные машины (раздел «Машины для поверхностной и мелкой обработки почвы») учебное пособие / Н. П. Ларюшин. – Пенза: РИО ПГСХА, 2009. – 228 с.

11. Лисниченко А. В./ Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / переработанный и дополненный. – М.: Агропромиздат, 2006. – 688 с.: ил.

12. Матяшин, Ю.И. Расчет и проектирование ротационных рабочих органов /Ю.И. Матяшин, И.М. Гринчук, Егоров Г.М.Переработанное и дополненное. М.:КолоС, 2008.- 17 с.

13. Туболев С. С., Шеломенцев С. И., Пшеченков К. А., Зейрук В. Н. Машинные технологии и техника для производства картофеля. — М.: Агророспас, 2010. — 316 с.

14. Халанский, В.М. Сельскохозяйственные машины / В. М. Халанский, И. В. Горбачев.– М.: КолосС, 2003. – 624с.: ил.

15. Фере, Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка/ Н.Э. Фере. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1987.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № д/дл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.				
							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов									
				<i>Документация</i>																			
A1			<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00 В0</i>	<i>Чертеж общего вида</i>	1																		
				<i>Сборочные единицы</i>																			
		1	<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.01.00</i>	<i>Культиватор КРН-4,2</i>	1																		
A1		2	<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.00</i>	<i>Орган рабочий</i>	14																		
		3	<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.03.00</i>	<i>Замок автосцепки</i>	14																		
<i>ВКР.35.03.06.129.18.КМО.00.00</i>																							
<i>Культиватор КРН-4,2М</i>																							
															Лит.			Лист			Листов		
															1			1					
															Казанский ГАУ каф. ОИД группа 241								
															Формат А4								
															Копировал								

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		Справ. №		Подп. и дата		Инв. № дробл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.				
							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	Лит.	Лист	Листов						
				<u>Документация</u>																			
A1			ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.00 СБ	Сборочный чертеж																			
				<u>Детали</u>																			
A3	1		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.01	Ось	1																		
A3	2		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.02	Диск большой	1																		
A3	3		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.03	Диск малый	1																		
	4		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.04	Втулка	1																		
A3	5		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.05	Крышка	1																		
A3	6		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.06	Пластина регулировочная	1																		
	7		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.07	Втулка	1																		
A2	8		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.08	Стойка	1																		
A3	9		ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.09	Кольцо прижимное	4																		
				<u>Стандартные изделия</u>																			
		10		Болт М12х40 ГОСТ 15589-70	4																		
		11		Болт М12х45 ГОСТ 15589-70	4																		
		12		Болт М16х70 ГОСТ 15589-70	1																		
		13		Шпильки М16-6дх45. 66. 05 ГОСТ 22034-76	4																		
				ВКР.35.03.06.129.18.КМО.02.00																			
Инв. № подл.	Разраб.	Гарифуллин		06.18	Орган рабочий			Лит.	Лист	Листов													
	Пров.	Гикмуллин		06.18					1	2													
	Н.контр.	Гикмуллин		06.18																			
	Утв.	Яхин		06.18																			
				Копировал				Формат А4															

